

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**SIEMBRA Y COSECHA DE AGUA CON ATRAPANIEBLAS PARA
FORESTACIÓN COMO MECANISMO DEL CUIDADO DEL MEDIO
AMBIENTE PRODUCIENDO MATERIA PRIMA Y EVITANDO
DESASTRES EN EL ÁREA DE INFLUENCIA EN LOMAS DEL
DISTRITO DE VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. SUINEY CESTTI, HERBERT ATILIO

ASESORA: ING. JACKELINE CAROL ESCOBAR SERRANO

LIMA-PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mis padres Herbert Suiney y Mónica Cestti, por confiar en mí a lo largo de toda mi carrera, quienes hicieron muchos sacrificios y siempre me motivaron y apoyaron para cumplir mis metas y lograr me como profesional.

A mi abuelo y segundo padre Atilio Cestti, que siempre ha estado para mí, en mi etapa de futbolista, escolar, universitario y profesional, enseñándome que una de las mejores virtudes del ser humano, es su corazón.

AGRADECIMIENTO

A mis familiares y todas las personas que fueron parte de este proceso de esfuerzo, amanecidas, juntas de estudio, que me motivaron a superar las expectativas que tenía sobre mí.

A mi muy estimada profesora y asesora Ing. Jackeline Escobar, por el tiempo dedicado a mi persona durante este periodo de proceso a la titulación.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| RESUMEN | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y GENERALIDADES | 3 |
| 1.1 Planteamiento y Delimitación del Problema | 3 |
| 1.1.1 Problema General..... | 3 |
| 1.1.2 Problemas Específicos..... | 3 |
| 1.2 Objetivos..... | 3 |
| 1.2.1 Objetivo General | 3 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos | 3 |
| 1.3 Justificación | 4 |
| 1.4 Limitaciones..... | 6 |
| 1.5 Diseño Metodológico | 7 |
| 1.5.1 Tipo y Método de Investigación | 7 |
| 1.5.2 Relación entre Variables..... | 7 |
| 1.5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos | 7 |
| 1.5.4 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos..... | 8 |
| 1.5.5 Clasificación y Registro de Datos..... | 8 |
| 1.5.6 Codificación y Tabulación de Datos | 8 |
| 1.5.7 Procesamiento y Análisis de Datos..... | 9 |
| CAPÍTULO II: ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA | 10 |
| 2.1 Marco Teórico..... | 10 |
| 2.1.1 Antecedentes..... | 10 |

| | | |
|--|---------------------------------------|----|
| 2.1.2 | Investigaciones Nacionales..... | 11 |
| 2.1.3 | Investigaciones Internacionales | 13 |
| 2.2 | Hipótesis | 14 |
| 2.2.1 | Hipótesis General..... | 14 |
| 1.1.3 | Hipótesis Específicas..... | 15 |
| CAPITULO III: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ATRAPANIEBLA | | 16 |
| 3.1 | Conceptos Generales | 16 |
| 3.1.1 | Niebla | 16 |
| 3.1.2 | Niebla de Advección | 17 |
| 3.1.3 | Niebla Orográfica..... | 18 |
| 3.1.4 | Atrapanieblas | 18 |
| 3.2 | Tipos de Atrapanieblas | 19 |
| 3.1.2 | Atrapanieblas Macrodiamante | 19 |
| 3.2.2 | Atrapanieblas Cilíndrico..... | 20 |
| 3.2.3 | Atrapanieblas Bidimensional..... | 21 |
| 3.3 | Aplicación de Atrapanieblas | 22 |
| 3.4 | Ensayos con Atrapanieblas | 25 |
| 3.4.1 | Atacama – Chile..... | 25 |
| 3.4.2 | Islas Canarias – España | 26 |
| 3.5 | Atrapanieblas en el Perú | 27 |
| 3.5.1 | Quebrada de Santa María | 27 |
| 3.5.2 | Chincha Alta | 28 |
| 3.5.3 | Chanchamayo..... | 29 |
| CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO | | 31 |

| | | |
|--|---|----|
| 4.1 | Descripción del Área de Estudio..... | 31 |
| 4.2 | Geografía del Área de Estudio..... | 33 |
| 4.2.1 | Ubicación Geográfica..... | 34 |
| 4.2.2 | Clasificación de Tipo de Suelo | 35 |
| 4.3 | Descripción de Zonas de Probable Invasión..... | 38 |
| 4.4 | Incidencia de Riesgo y Peligro | 42 |
| | | |
| CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE COLOCACIÓN DE LOS ATRAPANIEBLAS | | 45 |
| 5.1 | Climatología del Distrito de Villa María del Triunfo | 45 |
| 5.2 | Aplicación de Atrapanieblas en las Lomas del Distrito de Villa María del Triunfo. 48 | |
| 5.2.1 | Zona de Aplicación | 48 |
| 5.2.2 | Sites de Implementación de Atrapanieblas..... | 50 |
| | | |
| CAPITULO VI: DISEÑO DE ATRAPANIEBLAS CON SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y REGADÍO..... | | 54 |
| 5.1 | Parámetros de Diseño..... | 54 |
| 5.1.1 | Elección del Modelo de Atrapanieblas..... | 57 |
| 6.2 | Elección de la Plantación Forestal | 59 |
| 6.2.1 | Pino | 61 |
| 6.2.2 | Eucalipto..... | 62 |
| 6.2.3 | Moringa | 63 |
| 6.2.4 | Tara | 64 |
| 6.3 | Esquemas de Distribución, Captación y Regadío | 69 |
| 6.3.1 | Descripción de la Distribución | 69 |
| 6.3.2 | Sistema de Captación y Regadío..... | 74 |

| | |
|---|----|
| CONCLUSIONES | 81 |
| RECOMENDACIONES | 83 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 84 |
| ANEXOS | 89 |
| Anexo A. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica | 89 |
| Anexo B: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos..... | 90 |
| Anexo C. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos. (Continúa)..... | 91 |
| Anexo D. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Radioactivos. | 94 |
| Anexo E. Autorización Sanitaria, Registro de los Sistema de Abastecimiento | 95 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Tipos de Atrapanieblas | 22 |
| Tabla 2: Características Geográficas y Climáticas..... | 30 |
| Tabla 3: Resultados de Estudio en Chincha | 30 |
| Tabla 4: Suelos de Cimentación (Continúa) | 37 |
| Tabla 5: Marco Legal de Protección de las Lomas de VMT | 41 |
| Tabla 6: Registro de Ocurrencia de Peligros Generados por Fenómenos de Origen Natural e | 43 |
| Inducidos por la Acción Humana..... | 43 |
| Tabla 7: Registro del Impacto de Peligros Generados por Fenómenos de Origen Natural e Inducidos..... | 43 |
| por la Acción Humana en el Distrito de Villa María del Triunfo. | 43 |
| Tabla 8: Registro Histórico de Temperatura en Lima (1982-2012)..... | 46 |
| Tabla 9: Temperaturas Medias y Precipitaciones Promedio en el Distrito de Villa | 48 |
| María del Triunfo en los Últimos 30 Años | 48 |
| Tabla 10: Captación de Atrapanieblas en Litro/m ² .día en VMT..... | 58 |
| Tabla 11: Resultados de Experiencias en Campo para Recuperación de Tierras con Tara . | 67 |
| Tabla 12: Presupuesto de Inversión Inicial de Instalación y Operación por Esquema | 78 |
| Tabla 13: Presupuesto de Obra de Reservorio de 60.00m ³ | 78 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Proyecto de Recuperación de Laderas Lima Norte | 2 |
| Figura 2: Nubes de Niebla | 16 |
| Figura 3: Inversión Térmica por Subsistencia | 17 |
| Figura 4: Nube Estratocúmulo | 17 |
| Figura 5: Niebla Orográfica | 18 |
| Figura 6: Diseño Estructural de los Atrapanieblas | 19 |
| Figura 7: Atrapanieblas Macrodiamante | 20 |
| Figura 8: Atrapanieblas Cilíndrico | 20 |
| Figura 9: Atrapanieblas Bidimensional | 21 |
| Figura 10: Atrapanieblas para Uso Agrícola | 24 |
| Figura 11: Forestación a Través de Atrapanieblas | 25 |
| Figura 12: Plantación de Aloe Vera en Desierto de Atacama | 26 |
| Figura 13: Atrapanieblas Ubicados en Islas Canarias | 27 |
| Figura 14: Quebrada Santa María | 28 |
| Figura 15: Zona de Aplicación de Atrapanieblas en Loma de Huaquina..... | 28 |
| Figura 16: Zona de Aplicación de Atrapanieblas en Chanchamayo | 29 |
| Figura 17: Vista Panorámica de Tabla de Lurín en Villa María del Triunfo | 31 |
| Figura 18: Vista Panorámica de Villa Poeta José Gálvez Barrenechea en VMT | 32 |
| Figura 19: Vista Georreferenciada del Distrito de VMT..... | 34 |
| Figura 20: Mapa Urbano del Distrito de Villa María del Triunfo | 35 |
| Figura 21: Clasificación del Tipo de Suelo en el Distrito de Villa María del Triunfo..... | 36 |
| Figura 22: Posesión Temporal de Cerro La Chira | 39 |
| Figura 23: Mapa de Lomas en Lima | 40 |

| | |
|--|----|
| Figura 24: Acumulación de Neblina en Zona Alta de José | 42 |
| Carlos Mariátegui..... | 42 |
| Figura 25: Ticlio Chico: Cubierto de Neblina a un 76% de Humedad | 45 |
| Figura 26: AAHH Situado Sobre las Lomas del Paraíso en VMT | 47 |
| Figura 27: Lomas Ubicadas en la Quebrada Santa María | 49 |
| con Altitud Superior a los 500m.s.n.m..... | 49 |
| Figura 28: Lomas Ubicadas en la Zona de Nueva Esperanza..... | 49 |
| Figura 29: Georreferenciación del Punto de Visita In Situ | 50 |
| Figura 30: Entrada Hacia la Asociación “Forestal Las Lomas” | 51 |
| Figura 31: Site 1 | 52 |
| Figura 32: Site 2..... | 53 |
| Figura 33: Site 3..... | 53 |
| Figura 34: Pluviómetro Montado sobre Neblinómetro | 55 |
| Figura 35: Pluviómetro con Data Logger | 55 |
| Figura 36: Veleta..... | 56 |
| Figura 37: Anemómetro..... | 56 |
| Figura 38: Componentes del Sistema Bidimensional de Captación | 59 |
| de Agua de Niebla | 59 |
| Figura 39: Siembra y Cosecha de Agua, Mancomunidad de los Andes | 61 |
| Figura 40: Proyecto Siembra de Pinos en el Distrito de Chavín, Provincia | 62 |
| de Chincha, Complementado con Producción de Hongos Comestibles | 62 |
| Figura 41: Plantación Forestal del Cultivo de Moringa | 64 |
| Figura 42: Zona de Forestación en el Asentamiento Humano Santa Cruz..... | 67 |
| Figura 43: Proyecto de Forestación con Tara – PREDES..... | 68 |

| | |
|--|----|
| Figura 44: Implementación de Dos Esquemas para el Site 1 | 71 |
| Figura 45: Implementación de Tres Esquemas para el Site 2..... | 71 |
| Figura 46: Implementación de Un Esquema para el Site 3 | 72 |
| Figura 47: Tipo de Suelo y Zona Protegida Según Ubicación del Proyecto | 73 |
| Figura 48: Selección de Modelo a Seguir de Acuerdo a Características Similares | 73 |
| Figura 49: Consumo Promedio de Agua Potable por Distrito | 76 |
| Figura 50: Vista en Planta de Reservorio Típico | 77 |
| Figura 51: Vista en Elevación de Reservorio Típico | 77 |
| Figura 52: Electrobomba Periférica PK70..... | 80 |
| Figura 53: Ficha Técnica de Electrobomba Periférica Pedrollo | 80 |

RESUMEN

El proyecto consiste en implementar un sistema de Siembra y Cosecha de Agua para la forestación de plantaciones que se adapten a la zona de quebradas, constituido por captación de agua a través de Atrapanieblas y su distribución a través de componentes hidráulicos e infraestructura mínima indispensables.

La zona a elegir, es en preferencia, zona de presencia de Lomas Costeras en el distrito de Villa María del Triunfo, expuestas a riesgos de invasiones, generando peligros y factores de vulnerabilidad para las Lomas y población ante ocurrencias de depredación y eventos naturales extraordinarios, como lluvias o sismos y otros en dichas zonas, pudiendo causar catástrofes contra la vida y la salud por huaycos o derrumbes. Ello ya que a menudo, existen movilizaciones masivas de personas, conocidas como invasiones, a ocupar zonas erizas no resguardadas por el Estado. Para transformar estas zonas de riesgo en zonas aprovechables, mitigables y ecosistémicas, se ha decidido que, por medio de la selección adecuada de especies forestales, regados por captación de la humedad de las quebradas a través de métodos simples y económicos sostenibles, creando así ecosistemas favorables al medio ambiente y disminuir también así la producción de peligros por causa de las invasiones.

De esta manera, tomando como base investigaciones y proyectos del Perú y de otros países del hemisferio, tanto en el campo hidráulico y agrícola, se identificó que la plantación forestal más adecuada a implementar en la zona elegida de Villa María del Triunfo es la Tara, que, en conjunto con el uso de excedentes del agua, contribuirá a la autosostenibilidad a corto plazo, gracias a su diseño de captación de humedad por módulos de Atrapanieblas de 12 metros de longitud y 5 metros de altura capaz de coleccionar en época de invierno 12.5 litros de agua por m² por día y conducida por un sistema hidráulico de riego por goteo a través de mangueras autocompensantes, reservorios y una bomba de impulsión como componentes del sistema. El componente de reservorios de agua, servirán para gestionar los excedentes de agua por hasta 60m³, para su uso en épocas de escasas de niebla.

Palabras claves: Siembra y Cosecha de Agua, Atrapanieblas, Captación de agua, Sistema Hidráulico de Regadío, Plantación Forestal.

ABSTRACT

The project consists on implementing a Water Sowing and Harvesting system for the afforestation of plantations that is adapted to the creek area, consisting of collecting water through Fog Catchers and its distribution through hydraulic components and essential minimum infrastructure.

The area to choose is preferably the coastal hills in the district of Villa María del Triunfo, exposed to invasion risks, generating dangers and vulnerability factors for the hills and the population in the face of predation and extraordinary natural events, such as rains or earthquakes and others in these areas, which can cause catastrophes against life and health due to mudslides or landslides. This is because there are often massive mobilizations of people, known as invasions, to occupy hedgehog areas not protected by the State. To transform these risk areas into usable, mitigable and ecosystemic areas, it has been decided that, through the appropriate selection of forest species, irrigated by capturing moisture from streams through simple and sustainable economic methods, thus creating ecosystems favorable to the environment and thus also reduce the production of dangers due to invasions.

Thus, based on research and projects in Peru and other countries in the hemisphere, both in the hydraulic and agricultural fields, it was identified that the most suitable forest plantation to implement in the chosen area of Villa María del Triunfo is Tara, which, together with the use of surplus water, will contribute to self-sustainability in the medium term, thanks to its design of humidity collection by 12-meter-long, 5-meter-high Fog Catcher modules capable of collecting in the winter season 12.5 liters of water per m² per day and driven by a hydraulic drip irrigation system through self-compensating hoses, reservoirs and a drive pump as system components. The component of water reservoirs will serve to manage surplus water for up to 60m³, for use in times of fog shortages.

Keywords: Planting and Harvesting Water, Fog Catchers, Water Collection, Hydraulic Irrigation System, Forest Plantation

INTRODUCCIÓN

Los censos en Perú demuestran la realidad que vive la provincia de Lima respecto al crecimiento poblacional desmesurado. El mismo que, por falta de recursos, se proyecta en su mayoría a invasiones en las lomas y cerros de la capital. Un claro ejemplo de este fenómeno se da en el distrito de Villa María del Triunfo.

Las construcciones llevadas a cabo de manera invasiva e ilegal, generadas en las lomas y cerros, en su mayoría son promovidas por familias de escasos recursos y cuya base o cimentación se realiza con pircas artesanales, mientras que el material de las viviendas, son en su mayoría, de esteras (Díaz, 2014).

De acuerdo a los últimos sismos en el país, especialmente el ocurrido en el año 2007, cuyo epicentro fue en la ciudad de Pisco, siendo este el más cercano a la capital, y teniendo en cuenta que el material de las viviendas que colapsaron en la ciudad del departamento vecino son de adobe y quincha, el mismo que es de mayor resistencia respecto a una vivienda de esteras, podemos denotar la permanente exposición al peligro en la que se encuentran estas familias en caso de un evento sísmico que se pueda generar en la capital.

Hoy en día la ciencia y la tecnología avanza con mayor rapidez y se generan nuevas alternativas de aprovechamiento de recursos naturales, entre ellas, destaca el agua. Una de estas es a través del sistema de Atrapanieblas, el cual cuenta con una diversidad geométrica para aprovechar el recurso brindado por las nieblas de acuerdo a una serie de factores determinantes.

La presente investigación tiene como tema de interés la prevención a la invasión de las lomas a través de la forestación de los mismos mediante un sistema de Atrapanieblas, con el propósito de reducir el riesgo ante los colapsos de viviendas que puedan ocasionar pérdidas de vida humana, asimismo generar un ecosistema de calidad en beneficio a la población. Para lo cual se basará en estudios realizados previamente, así como en proyectos ejecutados en zonas de condiciones climáticas similares a las existentes en la zona materia de investigación. Por ello, a través de factores determinantes, los mismos que se establecerán de acuerdo a las disposiciones tanto climáticas, geológicas, de localización y otras de interés, se buscará encontrar el sistema de Atrapanieblas más eficiente para la zona, así como el tipo de vegetación adecuado para la forestación.

Como ejemplo, PREDES (2016), en su proyecto “Reduciendo el Riesgo de Desastres en Lima Norte” indica que:

Recuperar las laderas de cerros con la forestación y brindar espacios públicos a los vecinos, nos parece una buena iniciativa que debe replicarse, así se refirió el gerente de Servicio a la Ciudad de la Municipalidad de Los Olivos y coordinador del Eje Ambiental y Turismo, de la Mancomunidad de Lima Norte, Carlos Martínez, tras el recorrido a las zonas piloto de arborización en dos asentamientos humanos del distrito de Independencia. (p.35)

Figura 1: *Proyecto de Recuperación de Laderas Lima Norte*



Fuente: (PREDES, 2016)

Debido a que el objeto del presente proyecto es lograr la forestación de la zona y evitar exponer a la población ante los problemas de invasión y vulnerabilidad ante desastres naturales, así como también contribuir a mediano plazo en la salud ambiental de la zona, es que se plantea desarrollar el presente estudio.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y GENERALIDADES

1.1 Planteamiento y Delimitación del Problema

1.1.1 Problema General

¿Cómo diseñar y distribuir Atrapanieblas, para la implementación de forestación, bajo el concepto de Siembra y Cosecha de agua, como medida de mecanismo del cuidado del medio ambiente y evitar desastres en el área de influencia en las Lomas del Distrito de Villa María del Triunfo?

1.1.2 Problemas Específicos

¿Cuáles son los parámetros que se necesitan conocer para el diseño y distribución de Atrapanieblas y el sistema de regadío para las plantaciones forestales, bajo el concepto de Siembra y Cosecha de Agua?

¿Cuánta área de plantación se puede regar con la cantidad de agua que se pueda captar, según diseño y distribución de un Atrapanieblas?

¿Qué tipo de plantación forestal se puede proponer según volumen de agua captado por el Atrapanieblas?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar el sistema de Siembra y Cosecha de Agua con Atrapanieblas, para la Siembra y Cosecha de agua, con fines de mecanismo del cuidado del medio ambiente y evitar desastres en el área de influencia en las Lomas del Distrito.

1.2.2 Objetivos Específicos

Diseñar un Sistema de Siembra y Cosecha viable y económico.

Identificar los parámetros de diseño de un Atrapanieblas.

Analizar la oferta de agua a través de los Atrapanieblas.

Identificar la propicia distribución y densidad de la Plantación Forestal a instalar.

1.3 Justificación

Existe un grave peligro ante el crecimiento de las invasiones, en las áreas aún sin habitar en las Lomas del distrito de VMT que se encuentran bajo jurisdicción del Estado peruano, las cuales en su mayoría configuran delitos que van desde la corrupción hasta el tráfico de tierras, generando a su vez amenazas por el aumento de la delincuencia, drogadicción, violaciones y distintos males de la sociedad. Dichas invasiones condicionan el grado de Vulnerabilidad y Peligro, elevando el nivel de Riesgos de daños y afectaciones a la vida, la salud y ecosistemas.

Al analizar los estudios de Apedjinou (2019), respecto a los riesgos generados por las personas en las Lomas de Lima refiere que,

De manera específica, las lomas de Lima no se han salvado de las invasiones, muchas áreas naturales han sido invadidas sin planificación ni supervisión, trayendo consigo la pérdida y fragmentación de hábitat natural y por consecuencia del ecosistema de las lomas. Lima ha sufrido grandes cambios en su configuración territorial y estructura urbana con la llegada de miles de migrantes y el crecimiento demográfico de la capital, ocupándose valles, cerros y laderas con fines de vivienda y otros usos urbanos (SERPAR, 2014). La prueba más fehaciente es la desaparición total de las Lomas de Cerro Negro al haber sido invadida totalmente. Para las Lomas de VMT, las invasiones siguen hasta ahora de manera incontrolable. Por ello, la desaparición de las Lomas de Cerro Negro es la predicción a futuro de que, si no se hace nada para la conservación de las lomas, se expone a la pérdida de éstas. (Apedjinou, 2019, p. 41)

En ese sentido los sistemas de Atrapanieblas, considerando también su viabilidad y su disponibilidad de construcción en zonas de difícil acceso, han ido ganando importancia, por la prevención contra esos riesgos y amenazas, bajo el enfoque de Siembra y Cosecha de Agua, para forestaciones, previniendo también los peligros producidos por deslizamientos de tierra y piedras por Huaycos o Sismos.

Los Atrapanieblas son sistemas que se colocan en las laderas de lomas o cerros donde la presencia de nube de niebla es más propensa. Esto es una ventaja, ya que, con este sistema de captación y distribución, la fuente de agua (Nieblas) es conducida por efecto de los vientos al área dispuesta del Atrapaniebla y de allí al sistema de regadío.

La importancia de la Forestación en las lomas de VMT, situada en el Departamento de Lima, es indispensable, considerándose que cada año las invasiones se van haciendo más comunes en Lima, por ello se requiere de una medida que pueda detener la informalidad y amenazas de este accionar, ante la falta de conciencia de muchas personas y familias, en pretender habitar y construir en zonas no aptas, más aún si luego adquieren condición de vulnerabilidad contra desastres agravados por ubicarse en zonas mapeadas de escenarios de riesgos y las ocurrencias de habilitaciones (Peña Jumpa, 2017), incumpliendo con las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, especialmente la norma antisísmica, ni con los Planes de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano Sostenible, ni con las Planes de Zonificación Económicas y Ecológicas.

Por ello; existen razones importantes, por las cuales es necesario llevar a cabo la Forestación como medida de prevención de los riesgos y amenazas señalados, tomando también en cuenta que las ventajas de la Forestación son formas de amortiguamiento y reducción de vulnerabilidad ante los fenómenos atmosféricos.

Este Trabajo de Investigación analiza agregar la condición de sostenibilidad hídrica a la Plantación Forestal nueva, bajo el enfoque de Siembra y Cosecha de Agua, basada en los resultados favorables obtenidos en diversos puntos del país y sobre todo en zonas y condiciones similares a los de la ubicación del proyecto.

Este Trabajo, no se involucra en la situación de manejo del cultivo agronómico, existiendo el hecho concatenado de desarrollo del recurso natural de la Forestación, congruente al estar considerado dentro de los 12 ejes de la Política Nacional Agraria y coadyuva a los Planes de Zonificación y Ordenamiento Forestal, haciendo viable la firma de convenios interinstitucionales e intergubernamentales, para el sostenimiento y desarrollo de Proyectos de Siembra y Cosecha de Agua con fines forestales y de reducción de riesgos de desastres a mediano plazo.

Como efecto secundario y no menos importantes; con la implementación de este estudio, se estaría generando el desarrollo cultural de la población, ya que resalta la importancia de la vegetación y el ecoturismo, produciendo una oportunidad de impacto socio ambiental favorable e invaluable a la zona, originándose también un crecimiento propicio de la biomasa de áreas verdes. “Los árboles son necesarios para la supervivencia de nueve de cada diez de las especies conocidas y el porcentaje probablemente aumentaría si vamos más allá del hábitat y nos centramos en la producción de oxígeno” (Isan, 2017). Por ello, con estas medidas, daríamos también un impulso considerable a la revalorización de la importancia de la presencia de árboles no solo en la ciudad sino también en el país. Así como también se genera un ecosistema casi inexistente en el Departamento de Lima, pudiendo desarrollarse a mediano plazo un lugar de promoción del ecoturismo, brindando a su vez oportunidad de generación laboral y movimiento económico, que favorezca la calidad de vida de la población más necesitada.

Como se aprecia; se encuentra que, en la justificación al presente estudio a realizar, para la formulación del Proyecto de Tesis, se plantea contrarrestar tanto los riesgos y amenazas directas e indirectas de las invasiones en las áreas del Estado, así como la obtención de beneficios de desarrollo y mejoramiento de la cultura ambiental y de la calidad de vida de la población limeña y del País, con la implementación de Atrapanieblas, para la forestación, bajo el enfoque de Siembra y Cosecha de Agua y prevenir así la invasión en las Lomas del Distrito y la generación de mayores índices de riesgos de desastres.

1.4 Limitaciones

El acceso a la zona se clasifica como accidentado por orografía acorde al Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018, pero viable para el Proyecto; ya que, basado en visitas a campo y georreferenciación del terreno, tenemos un terreno accidentado (tipo 3), con diferentes tipos de pendientes tanto transversales como longitudinales, teniendo en cuenta que algunas de estas pueden ser muy pronunciadas. Asimismo, es necesario identificar la clasificación de tipo de suelo predominante en la zona, la cual podría intervenir en la demanda de agua de la Plantación Forestal.

1.5 Diseño Metodológico

1.5.1 Tipo y Método de Investigación

Considerando el objetivo de nuestra investigación, podemos considerar que el método correspondiente es de tipo mixto, Cuantitativo y Cualitativo.

Es así, que será necesario examinar datos de manera numérica con el fin de lograr la sostenibilidad, eficiencia y eficacia de nuestro objetivo. Donde nuestras variables deberán guardar la relación lineal correspondiente, siendo la primera la variable independiente, llamada causa, y la segunda nuestra variable dependiente, denominada efecto.

Por medio de instrumentos se obtendrán datos cuantitativos, con los cuales posteriormente se realizará un análisis de éstos, así como también se llevarán a cabo de procedimientos cualitativos para identificar otros aspectos necesarios para la correcta propuesta de prevención.

1.5.2 Relación entre Variables

Variable Independiente: “Cantidad de Niebla”

Variable Dependiente: “Cantidad de Agua Producida”

1.5.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Con el área de estudio identificado, cuyo fin cumplirá con el objeto de investigación, se procede con la etapa de recopilación de datos necesarios para nuestras variables de investigación. Siguiendo el orden cronológico de las siguientes actividades:

1. Realización y análisis de estudios Climatológicos.
2. Identificación de la clasificación del tipo de suelo.
3. Selección del instrumento de medición para el tema de estudio.
4. Aplicamos el instrumento de medición con el fin de conocer sus valores para poder usarlos durante el proceso de cálculos y resultados, reconociendo aquellos que son de interés para nuestras variables de estudio.
5. Clasificamos las mediciones, asignándoles el campo pertinente a cada una de ellas para su correcto análisis.

De esta forma, la Técnica de recolección de datos, estará conformada por la observación, ensayos en campo, cálculos numéricos y análisis de resultados. Los instrumentos que se implementarán son de tipo cualitativo y cuantitativo. Entre los cualitativos tenemos la revisión de Expediente Técnico, así como también observación en campo, y entre los cuantitativos existen ensayos en campo y escritorio.

Estos serán ejecutados para cada una de las lomas que conforman nuestra muestra de investigación, cuya finalidad es evaluar la capacidad de captación de los Atrapanieblas e identificar el área disponible y los ejemplares propicios para la forestación en las lomas del distrito de Villa María del Triunfo.

1.5.4 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para poder llevar a cabo la correcta y ordenada gestión de procesamiento y análisis de datos se deben llevar a cabo operaciones en donde intervienen los datos que se han obtenido durante el proceso de recopilación de datos.

1.5.5 Clasificación y Registro de Datos

Los datos obtenidos de las muestras de investigación se clasificarán en variables cualitativas y cuantitativas. Entre las variables cualitativas están el tipo de Atrapanieblas a usar, así como el ejemplar vegetal necesario. Por otra parte, las variables cuantitativas se clasificarán en continuos y discontinuos. Donde los datos continuos serán específicamente aquellos cálculos que admitan decimales como la cantidad de oferta de los Atrapanieblas, mientras que para los datos discontinuos estarán por ejemplo la cantidad de ejemplares posibles a sembrar por tramo longitudinal. Todos estos datos correspondientes a su respectiva variable serán ingresados a un formato digital.

1.5.6 Codificación y Tabulación de Datos

Para realizar el proceso de codificación de la muestra de investigación se asignarán códigos números y alfanuméricos de presentarse el caso. Posteriormente los datos se agruparán, ordenarán y se clasificarán, conociéndose a este proceso como Tabulación de Datos, el cual se ejecutará por medio electrónico.

1.5.7 Procesamiento y Análisis de Datos

Luego de realizar la Tabulación de Datos de la muestra de investigación, se procede con el procesamiento de datos a través de procesos numéricos donde se obtendrán valores significativos que nos llevarán a la toma de decisiones. Finalmente, el Análisis de Datos, allí se resaltarán la información útil, llegando a conclusiones con el fin de reconocer la mejor solución.

CAPÍTULO II: ESTRUCTURA TEÓRICA Y CIENTÍFICA

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Antecedentes

DEPERÚ (s.f.) señala que, el Distrito de Villa María del Triunfo fue creado el 28 de diciembre de 1961 por la Ley N° 13796. Previamente a la creación, dos importantes congregaciones humanas, Tablada de Lurín y Villa Poeta José Gálvez Barrenechea que luego junto a la Sociedad El Triunfo de la Restauración formaron una comisión de exploradores dividiéndose en dos grupos que partieron desde Surquillo el 4 de agosto de 1949 con dirección al sur. El primero recorre las haciendas de Higuiereta y La Calera y el segundo hasta Quebrada Honda en Santiago de Surco donde finalmente se instala el distrito. (p.1)

Destaca por ser de los distritos con mayor crecimiento urbano explosivo durante la última década donde no se ha tenido en consideración el efecto negativo que este ha causado a la ecología. Al analizar los estudios realizados por García, Miyashiro, Orejón y Pizarro (2014), afirman que: “se vienen ocupando progresivamente las quebradas, produciendo que en algunos casos desaparezcan ecosistemas frágiles” (p.280).

De esta manera se evidencia que la desmesura de invasión es una problemática actual en el distrito, además de también ser el distrito más pobre del país.

El distrito ha presentado diversos atentados de invasión donde algunos se concretaron y otras fueron impedidas, donde las veces que no se logró se produjo por intervención oportuna por parte de la municipalidad.

En mayo de 2015 se produjeron enfrentamientos entre invasores y la PNP debido a que habían tomado de manera ilegal la zona arqueológica de Tablada de Lurín, pero el accionar de la PNP logró que los invasores den marcha atrás a su plan de posesión (Redacción E.C., 2015).

Uno de los intentos de invasión que causó revuelo se produjo en octubre de 2017; un grupo de personas tomaron Lomas de Paraíso en el sector de José Carlos Mariátegui. Esta zona fue declarada zona intangible por la Municipalidad de Lima debido a la gran cantidad de área

verde y a lo importante que significa para la ciudad, ya que es considerada como uno de los ‘pulmones de la ciudad’ (Robles, 2017).

2.1.2 Investigaciones Nacionales

MUNIVMT (2017), realizó un plan de desarrollo local en donde buscaba identificar la problemática que vive el distrito. De manera que se identificó que la incidencia de la pobreza con baja calidad de vida se debía a variables como la calidad educativa, dificultando el acceso a los servicios básicos. También se resaltó que existe una ocupación caótica y desordenada porque no hay un correcto control y fiscalización urbana, por ende, también se reconoció que debido a este factor existe una alta vulnerabilidad ante riesgo de desastre. (p.16)

INEI (2008), durante el censo de 2007 recolectó información que describe la situación actual del distrito de VMT con datos exorbitantes donde se destaca que es el quinto distrito con mayor poblado del país (5.0%), así como también es el tercero con mayor tasa de crecimiento entre los distritos con mayor cantidad de habitantes y del cual el 27.1% de la población se encontraba en situación de pobreza. (p.9)

ZABALKETA (2013), realizó pruebas con Atrapanieblas en la provincia de Chíncha y se obtuvo que en Chíncha – Ica, teniendo en cuenta que, en temporada de invierno existe presencia de humedad y lluvias en la región y el resto del año contempla la sequedad, catalogando la ecología como Desierto Superárido, se utilizó plantines de molle, tara y cahuato. Se requirió que los plantines cuenten con riego en botella además de captadores individuales debido a su extrema sequedad al momento de su colocación. Se registró que durante los meses de agosto y septiembre el volumen de agua mensual acumulable por ensayo era de entre 70 y 85 litros, en el segundo cuatrimestre del año, rondaba entre los 30 y 55 litros, en noviembre y diciembre alrededor de 15 a 30 litros y en enero, febrero y marzo casi inexistente. Sabiendo la cercanía de Chíncha, es lo suficientemente útil como para catalogar al escenario ecológico, debido a su cercanía, ciertamente semejante sin dejar de tener presente que el distrito de

Villa María del Triunfo, cuenta con mayor cantidad de nubes de neblina. Dejándonos como alternativa de solución para las épocas de extrema sequedad disponer de una capacidad estándar de almacenamiento de agua por parte de los captadores durante los meses de más niebla y emplear un uso racional de esta de ser necesario. (p.41)

ZABALKETA (2013), ejecutó pruebas con Atrapanieblas en Chanchamayo cuyos resultados indicaron que, luego de aplicar Atrapanieblas en Chanchamayo en el periodo comprendido entre junio y diciembre y, analizando las condiciones meteorológicas en este escenario, se utilizaron pino chuncho, pacay y anona. De esta manera, durante el periodo de prueba, se pudo ver que la formación de nubes fue relativamente frecuente en los meses de junio y octubre con un aproximado del 23% de días al mes con niebla y casi el doble en noviembre y diciembre superando el 50% de días. Por el contrario, en los meses de julio, agosto y setiembre se contabilizaron 6 días de niebla en total (p.34).

Cruz, A. (2005), En su investigación de “Siembra y Cosecha de Agua con Atrapanieblas” señala que, en las zonas altas de Lima, durante al menos ocho meses al año, las mallas Atrapanieblas logran captar el agua de la niebla, condensándola y, una vez captada el agua, es transportada por una red de canales y depositada en un tanque. En primera instancia esta agua solo puede ser utilizada para regar cultivos o limpieza de ambientes o prendas. Sin embargo se encuentra estudiando la posibilidad de incluir el proceso de potabilización para que también pueda ser apta para el consumo humano. Asimismo, en la zona alta de Villa María del Triunfo, a través de un sistema rectangular de 6.00m de largo por 4.00m de altura, ha instalado Atrapanieblas con fines agrícolas donde cada módulo llega a captar entre 200 y 400 litros de agua por día. (p.1)

2.1.3 Investigaciones Internacionales

Cereceda, Hernández, Leiva, & Rivera (2014), en el estudio denominado “Agua de Niebla”, tuvo como propósito utilizar instrumentos con el fin de reducir costos de montaje, operación y mantenimiento de los Atrapanieblas. Entre los instrumentos a destacarse están los pluviómetros, que en el caso de Atrapanieblas se utilizan neblinómetros, la veleta que nos ayuda a identificar la dirección del viento, recordando que los Atrapanieblas se colocan perpendicularmente a la dirección de estos. Entre otros están los anemómetros y la sonda de flujo de agua líquida donde se usan alambres calientes para la medición del flujo de agua líquida en niebla. Medidor de flujo que, mediante un sistema simple, se logra conocer la cantidad de agua captada por el Atrapaniebla. También está la celda de carga, ya que es importante conocer la carga de viento en la superficie del Atrapanieblas y contar con un sistema de adquisición, almacenamiento y transmisión de datos. Según la UC, haciendo uso de los instrumentos mencionados se podrá determinar las ubicaciones que tengan el mejor flujo de agua de niebla, así como también la instrumentación, permite recabar datos para el diseño de Atrapanieblas más eficientes y con costos muchos más bajos. (p.47)

Canto, López, & Meneses (1989), en la publicación de su artículo “Construcción de Atrapanieblas”, respecto a la optimización de Atrapanieblas señala que, el estudio de las zonas más óptimas y favorables para la ubicación y colocación de Atrapanieblas, así como las formas geométricas que brindarán mayor desempeño. Citando, se resalta que entre los 600 y 1000 msnm hay mayor presencia de viento productor de niebla y que la geometría más favorable son los planos rectangulares simples de 12.00mx4.00m cualquier otra forma son menos eficientes. (p.41)

LeBoeuf (2014), en su investigación denominada “Competitividad de Atrapanieblas a Gran Escala”, respecto a encontrar el diseño más eficiente para recolectar agua con Atrapanieblas explica que, en el diseño de instrumentación para mejorar la eficiencia de recolectar agua, existen tres factores determinantes

para que un proyecto de captación de Atrapanieblas pueda ser económicamente competitivo: la selección del sitio, la reducción de los costos en la recolección del agua y el aumento en los índices de recogida de agua. Asimismo, señaló que se debe tener una captación promedio anual de a lo menos 10 litros por metro cuadrado diario. (p.37)

Olmo (2008), en su investigación denominada “Alisos, Agua de Niebla” realizada en la isla de Tenerife, ideó la manera de brindarle una mayor estabilidad estructural y aumentar la eficiencia de recolección ocupando espacios menores a través de la invención del Atrapanieblas tridimensional, señalando que las mejores condiciones para captar agua de niebla se da por encima de los 1000 metros de altitud y con velocidades de viento entre 25 y 35 kilómetros por hora, ya que “A mayor cantidad de metros cúbicos de aire que pasa por el captador, más litros de agua se recogen”. (p.1)

APRODES (2013), en el ensayo llevado a cabo en la región de Alto del Veladero en Bolivia, utilizando plantines de aliso y pino ciprés, se obtuvo resultados bastante favorables respecto a la captación de agua a través de Atrapanieblas, ya que en estas zonas donde la humedad relativa puede alcanzar hasta el 100%, en casi todos los meses a excepción de agosto y octubre se presentaron nubes de niebla en un 40% de los días. Los Atrapanieblas fueron colocados de manera que, el viento en forma constante, alcanzaba velocidades de entre 3 y 10 metros por segundo. (p.51).

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis General

Aplicación de Atrapanieblas para captación de agua como propuesta de mecanismo del cuidado del medio ambiente y evitar desastres, bajo el enfoque de Siembra y Cosecha de Agua, en el área de influencia de las Lomas en el Distrito de Villa María del Triunfo.

1.1.3 Hipótesis Específicas

Por medio de las investigaciones realizadas en escenarios similares, se llevará a cabo el análisis y desarrollo de los parámetros de diseño propicios para los Atrapanieblas junto con su respectivo sistema de distribución.

Determinación de la oferta de agua de los Atrapanieblas por medio de ejecuciones aplicativas a nivel micro realizadas en diferentes zonas del Perú teniendo en consideración las diferentes climatologías.

A través de la identificación y distribución de área de regadío en la zona de estudio se realizará la selección de espécimen para la forestación.

CAPITULO III: SISTEMA DE CAPTACIÓN DE ATRAPANIEBLA

3.1 Conceptos Generales

3.1.1 Niebla

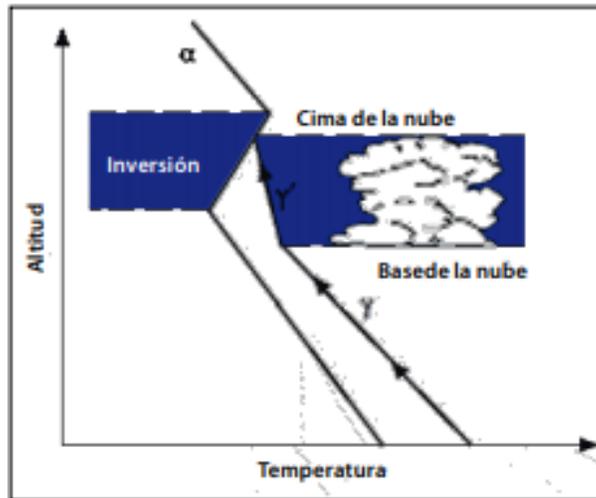
Cereceda, P. (2015): Ex Directora del Centro del Desierto de Atacama, comenta que la niebla o neblina es un fenómeno geofísico y geográfico, frecuente en la costa. Definiéndola como una masa de aire compuesta por partículas de agua, las mismas que al ser tan livianas se mantienen suspendidas a merced del viento (Ver Figura 2). Asimismo, indica que una de las causas de la formación de esta se debe a la presencia del Anticiclón del Pacífico Suroriental que se encuentra frente a las costas de Perú, Ecuador y Chile, produciendo una inversión térmica por subsidencia (Ver Figura 3). Esta inversión limita el desarrollo en altura de la nubosidad que se encuentra bajo de ella, formando por lo general una nube estratocúmulo.

Figura 2: *Nubes de Niebla*



Fuente: (La Prensa, 2015)

Figura 3: *Inversión Térmica por Subsidencia*



Fuente: (Cuadra y Pita, 1997)

3.1.2 Niebla de Advección

La Niebla de Advección da su forma a partir de una nube estratocúmulo (Ver Figura 4) que se forma en el océano con presencia constante pero variable en altitud. Se desplaza por efectos del viento desde el mar hacia la cordillera de la costa a través de advección. Donde es interceptada por laderas y cimas de los cerros, transformándose en niebla, denominándose como una “nube a ras de suelo” (Cereceda, 2000).

Figura 4: *Nube Estratocúmulo*



Fuente: (Cereceda, s.f.)

3.1.3 Niebla Orográfica

Cereceda (2015), señala que, también se le conoce como “nube gorro de montaña” (Ver Figura 5), la cual es un tipo de nube que se presenta en zonas montañosas, siendo típicas en las cumbres de Los Andes. Se producen a partir de una masa de aire húmeda que contiene gran cantidad de vapor de agua, proveniente del océano, que al chocar con la ladera del barlovento de la cordillera, asciende y se enfría por dilatación, condensando el vapor de agua en partículas para dar lugar a la niebla.

Figura 5: *Niebla Orográfica*

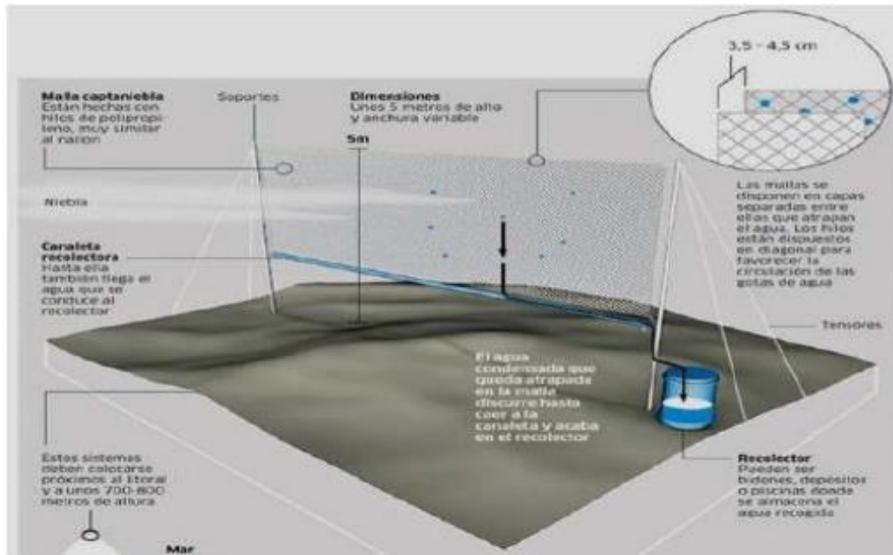


Fuente: (Cereceda, 2002)

3.1.4 Atrapanieblas

Holmes y Rivera (2015), durante su búsqueda para la cosecha de agua de niebla, determinó que uno de los elementos esenciales para la misma, es el Atrapanieblas. Ya que es el instrumento encargado de capturar y agrupar las partículas de agua de la niebla, dejando el agua colectada disponible y apta para su almacenamiento y distribución. Asimismo, señala que es fundamental llevar a cabo un buen diseño a través de aspectos principales talos como, estructurales y climáticos, para la adecuada instalación y operación de los Atrapanieblas para los fines correspondientes. (Ver Figura 6)

Figura 6: Diseño Estructural de los Atrapanieblas



Fuente: (Poveda Lancheros & Sanabria Infante, 2017)

3.2 Tipos de Atrapanieblas

3.1.2 Atrapanieblas Macrodiamante

Espinoza (1958), desarrolló el primer artefacto para la captación de agua de niebla, con un diseño estructural tridimensional poliédrico, compuesto por tubos revestidos y una malla tipo Raschel. En la Figura 7 se puede ver que el diseño estructural cuenta con múltiples paneles que permiten omitir la variante de la dirección del viento, haciendo más eficiente la captación del agua de niebla e incrementando la resistencia estructural en temporada de fuertes vientos. El diseño de este Atrapanieblas debe regirse a una altura igual o mayor a los 10 metros, brindando un rendimiento promedio de 4.0 L/día por metro cuadrado.

Figura 7: *Atrapanieblas Macrodiamante*



Fuente: (Espinosa, 1970)

3.2.2 Atrapanieblas Cilíndrico

Cereceda, P., Larraín, H., Sánchez, J. y Carvajal, N. (1980), diseñaron este Atrapanieblas que consta de hilos verticales de polietileno y un bidón de metal, siendo poseedora de un alta eficiente más su gran resistencia ante vientos fuertes debido a su altura de 2.00m. (Ver Figura 8)

Figura 8: *Atrapanieblas Cilíndrico*



Fuente: (Portal Frutícola, 2017)

3.2.3 Atrapanieblas Bidimensional

Se encuentra compuesto estructuralmente por dos pilares a una separación promedio de 12.00m y una altura de 4.00m que, para mejorar su estabilidad de estos se colocan tensores (Ver Figura 9). La disposición de este Atrapanieblas se debe ubicar en sentido perpendicular a la dirección del viento. El área de ocupación por cada una de estas estructuras es de alrededor de 48.00m² por malla.

Figura 9: *Atrapanieblas Bidimensional*



Fuente: (Potor, 2011)

De esta manera, en la Tabla 1, Tipos de Atrapanieblas, se muestra el cuadro comparativo para los tres diseños estructurales de cada uno de los existentes:

Tabla 1: Tipos de Atrapanieblas

| Tipo captador | Materiales | Rendimiento | Año creación | Observaciones |
|--|--|---|--------------|--|
| <p>Macrodiamante: Fue el primer artefacto desarrollado para la captación de agua de niebla en Chile y el mundo por Carlos Espinosa, patentado por la UNESCO</p> | Tubos revestidos con malla tipo Raschel. | 3.9 l/día/m ² | 1958 | Alta eficiencia de la captación y por otro lado presenta una alta autoresistencia de su estructura frente a los fuertes vientos. Alto coste por metro cuadrado de captación. |
| <p>Bidimensional: Fue realizado en El Tofo, Chile. Pueden ser paneles simples de 48m², dobles 96 m², triples 120 m²</p> | Un par de pilares distanciados a 12 m, entre los cuales va dispuesta una malla tipo Raschel de 4 m de altura y unos tensores de sustentación, además de una canaleta horizontal. | Aproximadamente 3 l/día/m ² | 1980 1984 | Fácil instalación, bajo coste, autogestión, no consume energía y ofrece un gran abanico de posibilidades de construcción a partir de materiales alternativos. Elevadas exigencias geográficas, reducción del rendimiento a determinadas velocidades de viento, vulnerable frente a determinados fenómenos meteorológicos |
| <p>Cilíndrico: Fue desarrollado por Pilar Cereceda, Horacio Larraín, Joaquín Sánchez y Nazareno Carvajal, junto a un grupo de alumnos de Geografía de la Universidad Católica.</p> | Hilos verticales de polietileno y un bidón de metal. | Obtuvo al primer día de aplicación 4.75 litros de agua de la nube | 1980 | Posee una alta eficiencia. Por su altura de 2 metros se ve poco afectado por los fuertes vientos. |

Fuente: (Aránguiz, 2009)

3.3 Aplicación de Atrapanieblas

Una de las características de las que se habla bastante respecto al agua obtenida por Atrapanieblas es su uso como bebida para consumo humano. Partiendo de los estudios realizados por Cereceda y Schopenhauer en 1992, los parámetros que se monitorearon en un instrumento de teflón con cuerda para la recaudación de muestras de agua de niebla, se encontró que cumplían con todos requisitos de la norma de calidad de agua potable a excepción del pH, donde se obtuvo niveles de 3.3, el mismo que se encuentra lejos del rango

recomendado para consumo humano establecido por el Ministerio de Salud del Perú (MINSA) con rango establecido de 6.5 a 8.5 y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que oscila entre 6.5 a 9.5 (Dirección General de Salud Ambiental, 2011). Esto se debe a que la niebla es una nube baja la cual se ve afectada por emisiones de impacto ambiental por parte del hombre o fuentes naturales de los océanos.

Otro de los factores que inciden en la calidad del agua se da cuando la malla se expone a periodos sin niebla, donde se adhieren residuos y polvo, aumentando niveles de elementos químicos. De esta manera debemos tener en cuenta que para poder usar el agua de niebla para el consumo humano requiere de la existencia de reservorios para la decantación de los elementos o filtros que permitan retener las partículas o realizar procesos químicos que disminuyan los componentes que exceden al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

En cuanto a la calidad microbiológica del agua de niebla, ella se encuentra dentro de los parámetros, es requisito obligatorio aplicar un nivel de cloro residual que impida el desarrollo de la microflora.

A todo esto, hay que tener presente que, de acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud del Perú, indica que,

Todo sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano existente, nuevo, ampliación o mejoramiento debe contar con registro de sus fuentes, registro del sistema de abastecimiento y autorización sanitaria de sistemas de tratamiento, plan de control de calidad (PCC), a fin de garantizar la inocuidad del agua de consumo humano para la protección de la salud según lo señalado en el Anexo V. (Ministerio de Salud, 2001, p.21).

Respecto al uso agrícola, en la Figura 10, el agua de niebla cumple con todos los parámetros. A ello sumándole que, al poseer bajos niveles de pH, lo que la vuelva ligeramente ácida, resulta beneficioso para muchos cultivos. Asimismo, es aplicable para el ámbito agropecuario, especialmente para el ganado caprino toda vez que este tipo de ganado se alimenta del estrato herbáceo, el cual viene a ser el principal recurso forrajero durante fines de otoño y principios de primavera, pero escaso en el resto del año.

Figura 10: *Atrapanieblas para Uso Agrícola*



Fuente: (LeBoeuf, s.f.)

Finalmente, la actividad forestal tiene una importante viabilidad, especialmente para plantaciones de arbustos o aquellos que a cierta edad se abastecen de manera independiente.

En base al enfoque de Siembra y Cosecha de agua, plasma la referencia a la cosecha de niebla para actividades agrícolas y forestales en relación a las características que presente el agua de niebla, existe una variedad de especímenes aptas para el aprovechamiento de la misma. Las que se caracterizan por:

- Tener baja necesidad de requerimientos hídricos y mayor capacidad para soportar el estrés hídrico.
- Adaptarse a condiciones agroecológicas.
- Contar con la capacidad de generar productor alto valor agregado y/o recuperar áreas degradadas.

En relación a la capacidad de las especies que pueden soportar el estrés hídrico, se sostiene el hecho de que existen diferencias entre las especies por cultivar, desde su morfología, fisiología y otras adaptaciones. Así como la capacidad de extraer desde el subsuelo el agua útil. Por ejemplo, una planta de betarraga puede permitirse agotar el suelo hasta el 50% o incluso la vid que puede agotar un 55% de su agua útil a su vez cuenta con mayor capacidad de aprovechamiento de extracción de agua. Para el caso de la cebolla, lo ideal sería no bajar del 30% de agua útil. En general, todo cultivo de hoja caduca tiene mayor

capacidad de extracción de agua que los cultivos hortícolas, mientras que el cultivo frutal de hoja perenne como el limón que bordea el 25%.

En cuanto a la plantación de especies arbóreas con agua de niebla, particularmente lo óptimo es plantar aquellas especies que transcurrido cierto periodo se vuelva autosuficiente para extraer agua del subsuelo. Ello no significa que no se pueda plantar especies que no cuenten con las características que involucran la sostenibilidad del arbóreo. Existen plantaciones que requieren del recurso hídrico en bajas cantidades (Gara, 2018). (Ver Figura 11)

Figura 11: *Forestación a Través de Atrapanieblas*



Fuente: (Gara, 2018)

3.4 Ensayos con Atrapanieblas

3.4.1 Atacama – Chile

Las primeras puestas a prueba del uso de los Atrapanieblas se llevaron a cabo en Chile, los cuales desde un comienzo se les brindó la atención y apoyo respectivo para que los proyectos logren los objetivos principales. Es por ello, que el país sureño cuenta con profesionales de gran conocimiento del tema materia, al punto de que realizan charlas a nivel internacional toda vez que Chile se encuentra constantemente innovando tanto en diseños como en sistemas de recolección de agua. Dentro de los logros más relevantes es el haber evitado el desplazamiento de comunidades por la escases y falta de recursos y fuentes de ingreso, ya que como se conoce, los Atrapanieblas son instrumentos muy valiosos para la agricultura en zonas donde realizar un sistema de irrigación se ven limitados ya sea por la

ubicación geográfica o por lo anteriormente expuesto, así el sistema de irrigación con Atrapanieblas para la forestación en el desierto de Atacama. (Ver Figura 12)

Figura 12: *Plantación de Aloe Vera en Desierto de Atacama*



Fuente: (Cereceda, s.f.)

3.4.2 Islas Canarias – España

Estas islas situadas en el hemisferio norte, desde los 30-40° de latitud hacia el Ecuador aprovechan las oportunidades de la humedad atmosférica para la captación de agua de la niebla toda vez que la incidencia de vientos alisios choca con sus relieves (Castañeda Álvarez & Mendoza Palacios, 2014). En estas islas españolas, se ha logrado un avance notable en lo que respecta a la selección de la ubicación ideal de Atrapanieblas en función a la altitud, orientación y la factibilidad para el desbordamiento de los alisios. Asimismo, debemos tener en consideración que la capital peruana, Lima, cuenta con una condición climatológica de comportamiento similar, toda vez que en la costa limeña existe aglomeración de niebla por la condición de humedad atmosférica, así como destacarse por ser nubes de niebla de advección de baja altitud, se terminan concentrando en las zonas de relieve de la costa limeña. (Ver Figura 13)

Figura 13: *Atrapanieblas Ubicados en Islas Canarias*



Telas para recoger la niebla. La idea presentada en Fomento se inspira en las telas atrapanieblas que se usan en regiones frías - en España - en Canarias, para

Fuente: (González, 2015)

3.5 Atrapanieblas en el Perú

Actualmente, se vienen ejecutando proyectos de Atrapanieblas en el país que, buscan múltiples beneficios entre los cuales resaltan el apto consumo de agua de niebla para los habitantes, así como la implementación de medidas de irrigación para cultivos.

3.5.1 Quebrada de Santa María

Situada aproximadamente sobre los 600 m.s.n.m, en el distrito de Villa María del Triunfo (Ver Figura 14), este proyecto tiene como fin el abastecimiento con agua de niebla para fines de consumo humano a los pobladores de la zona, generando cada Atrapaniebla entre 200 y 400 litros de agua por día. Sin embargo, es preciso mencionar que, en entrevistas con la Dra. Pilar Cereceda, el agua de niebla no es apto para el consumo humano toda vez que es agua proveniente del mar y no ha pasado por un proceso de purificación.

Figura 14: *Quebrada Santa María*



Fuente: (ONG Movimientos Peruanos Sin Agua, 2017)

3.5.2 Chíncha Alta

Este escenario se encuentra a 27km de la provincia de Chíncha, dentro del departamento de Ica (Ver Figura 15). “La zona de estudio está catalogada como árida donde las temperaturas superan los 28°C en épocas de verano” (Zabalketa, 2013). El proyecto se realizó en la parte alta de la loma de Huaquina – Topará, durante inicios del año 2012 y el primer trimestre del 2013. A pesar de no ser una zona húmeda, los resultados fueron satisfactorios ya que durante la época de invierno los plantines se abastecían con agua para fomentar su crecimiento.

Figura 15: *Zona de Aplicación de Atrapanieblas en Loma de Huaquina*



Fuente: (Zabalketa, 2012)

3.5.3 Chanchamayo

La provincia de Chanchamayo, perteneciente a la región de Junín en la zona central de Perú, límite con el departamento de Lima, la zona de estudio se ubicó en el sector denominado Santa Rosa La Lora en el distrito de San Ramón (Ver Figura 16), con presencia de niebla durante casi todo el año, características similares a las de Lima donde la presencia de niebla se da durante gran parte del año a excepción de la época de verano. Los resultados arrojados en el área materia de investigación fueron altamente satisfactorios debido a las óptimas condiciones climáticas que favorecen a la captación de agua de niebla a través de los Atrapanieblas para mantener a los plantines en constante crecimiento.

Figura 16: Zona de Aplicación de Atrapanieblas en Chanchamayo



Fuente: (Zabalketa, 2012)

De la recopilación de datos obtenidos en campo para los casos de Chinchá Alta y Chanchamayo, en la Tabla 2 podemos ver las características geográficas y climáticas. Mientras que en la tabla 3 se puede apreciar que durante los meses de verano la captación es mínima, mientras que en los meses de mayo a diciembre se da la captación, siendo zona limítrofes con el Departamento de Lima, sustentando los buenos resultados obtenidos en la quebrada de Santa María.

Tabla 2: Características Geográficas y Climáticas

| | Escenario 1 CHANCHAMAYO | Escenario 2 CHINCHA |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Región | Junín | Ica |
| Provincia | Chanchamayo | Chincha |
| Distrito | San Ramón | Chincha |
| Coordenadas GPS (UTM WGS84) | E 456059 S 8772409 | E 373986 S 8540421 |
| Distancia a la costa (km) | 210 | 17 |
| Altitud (msnm) | 1687 | 676 |
| Precipitación total anual (mm) | 2500-3000 | < 50 |
| Piso ecológico | Bosque húmedo nublado | Desierto superárido subtropical |

Fuente: (Zabalketa, 2013)

Tabla 3: Resultados de Estudio en Chincha



Nota. Esta Tabla demuestra que durante la época de otoño e invierno se origina la presencia de mayor cantidad de niebla, generando así la captación de agua de la misma. Mientras que durante el periodo de verano, es notable la escases de niebla.

Fuente: (Zabalketa, 2013)

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL DISTRITO DE VILLA MARIA DEL TRIUNFO

4.1 Descripción del Área de Estudio

Situada al sur de Lima, VMT es uno de los distritos más grandes y poblados de Lima, además de ser también uno de los más jóvenes y emergentes, en el cual tiene habitantes provenientes de diversos lugares, con una mixtura diversa de costumbres y tradiciones oriundas del país.

De Perú (s.f.), el Distrito de fue creado el 28 de diciembre de 1961, mediante la Ley N° 13796, la misma que fue promulgada por el entonces presidente de la República del Perú, Manuel Prado Ugarteche y siendo presidente del Congreso, Enrique Martinelli Tizón. En la actualidad el distrito está integrado por 7 zonas definidas: José Carlos Mariátegui, Cercado, Inca Pachacútec, Nueva Esperanza, San Francisco de la Tablada de Lurín, Villa Poeta José Gálvez Barrenechea y Nuevo Milenio y antes de la creación del distrito, dos importantes núcleos humanos se habían formado en parte de las zonas de San Francisco de la Tablada de Lurín y Villa Poeta José Gálvez Barrenechea en lo que es hoy Villa María del Triunfo. (p.1)

Figura 17: *Vista Panorámica de Tabla de Lurín en Villa María del Triunfo*



Fuente: (Tuesta, 2014)

Figura 18: *Vista Panorámica de Villa Poeta José Gálvez Barrenechea en VMT*



Fuente: (Tuesta, 2014)

Con el tiempo, la Sociedad de Obreros del Sagrado Corazón de Jesús de Surquillo, cuyos miembros se encontraban en una situación de vida deplorable, no dudaron en fundar la Sociedad El Triunfo de la Restauración, orientada al descubrimiento de terrenos eriazos para la construcción de viviendas. Para tal fin, sus integrantes nombran una comisión de exploración y se dividen en dos grupos que parten desde Surquillo, el 4 de agosto de 1949, dirigiéndose hacia el sur. El primero de ellos recorre las haciendas de Higuiereta y La Calera; el segundo hace lo propio por Santiago de Surco hasta Quebrada Honda (kilómetro 20), donde finalmente se instala. (Municipalidad de Villa María del Triunfo, s.f.)

Después, el 6 de agosto de 1949 casi la totalidad de las familias de la Sociedad de Obreros del Sagrado Corazón de Jesús se trasladan en el Ferrocarril Lima - Lurín hasta Quebrada Honda, para luego proclamar con el izamiento de banderas la posesión sobre esas tierras, fundando la Asociación de Viviendas Nueva Esperanza, comprendido dentro de su jurisdicción los del kilómetro 20 al 23 de la Carretera Lima-Atocongo.

Sin embargo, como consecuencia de explosivas migraciones, fueron 70 las familias de modesta situación económica procedentes de Piñonate, Mendocita y Matute, invadieron la zona de Quebrada Honda uniéndose al grupo de pobladores de Nueva Esperanza que recién se instalaban. Al comprobar que el área resultaba pequeña para albergar a todos, un grupo de

asociados decide tomar posesión de una quebrada contigua, entre el kilómetro 16 y 19 de la Carretera a Atocongo, porque les resultaba más amplia y accesible a la ciudad de Lima.

El lugar, propiedad de pastores que habían utilizado los recursos naturales de la zona desde 1919, fue ocupado por los pobladores en mención, quienes acuerdan cambiar el nombre de "La Esperanza" por "El Triunfo", adquiriendo personería jurídica el 1 de octubre de 1956. Es así que, en honor a la esposa del ex presidente de la República, Manuel A. Odría, doña María Delgado de Odría, por el apoyo y el impulso de la creación del distrito, completaron la denominación de la jurisdicción con el nombre de Villa María del Triunfo.

Entre sus sitios de interés y atractivos turísticos, aunque son más ecológicos, están Las Lomas de Villa María, conocida como Lomas de Paraíso; el Parque Zonal Flor de Amancaes; el Centro Arqueológico de Tablada de Lurín; el Cementerio de Nueva Esperanza, que es el más grande del Perú y de América Latina; y el Real Plaza Villa María del Triunfo. También hay centros comerciales, tiendas retail, tiendas por departamentos, cines y restaurantes de comida rápida.

4.2 Geografía del Área de Estudio

Municipalidad Metropolitana de Lima (2012), de acuerdo al informe de estructura ecológica de Lima, utilizó la metodología de toma de puntos y tracks georreferenciados para determinar una extensión aproximada de las lomas costeras de Lima Metropolitana (Ver Figura 19), teniendo para el caso del distrito de Villa María del Triunfo una superficie de 1668ha.

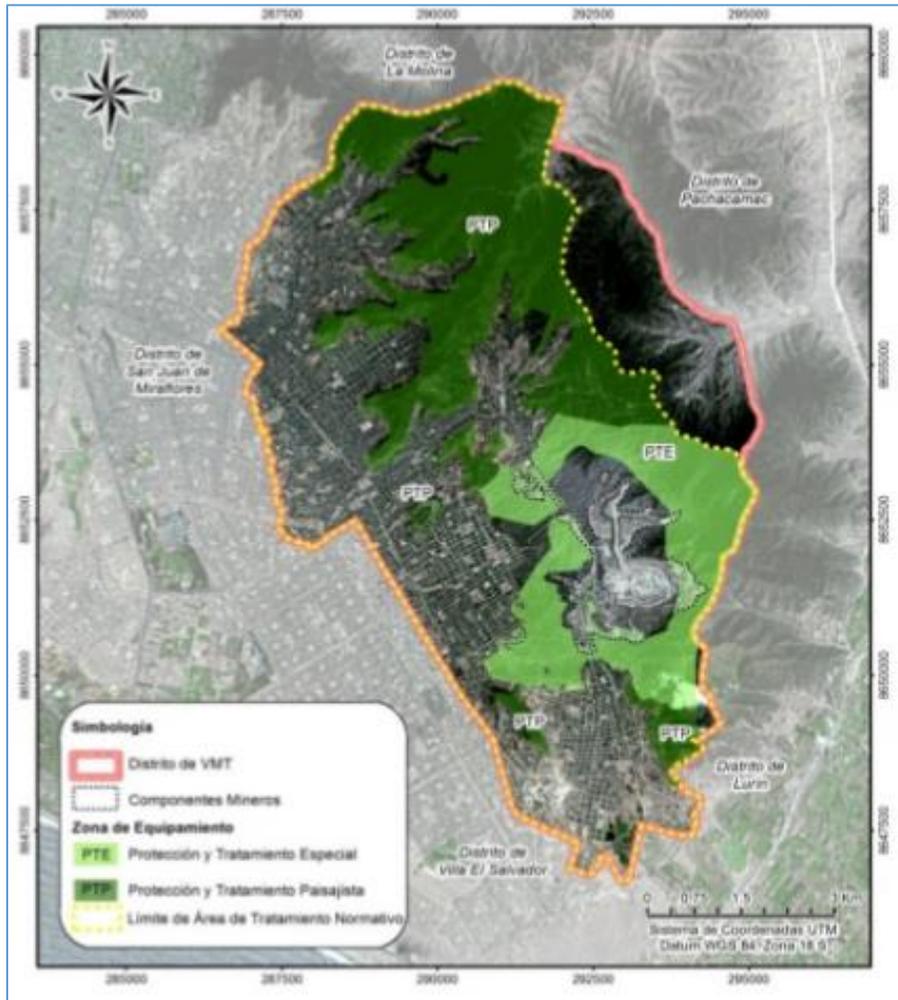
El distrito de Villa María del Triunfo se encuentra asentado en un área de lomas costeras. Considerando una de las más húmedas de la costa peruana.

Las lomas son ecosistemas de alta humedad. Cuenta con un fenómeno estacional y cíclico que se presenta gracias a neblina y llovizna de invierno, cubriéndose las laderas occidentales de la costa con vegetación herbácea, arbustiva y arbórea, acompañada por una fauna natural compuesta de roedores, reptiles, mamíferos pequeños, etc.

Las lomas de Villa María del Triunfo han estado divididas en el pasado por tres zonas diferenciadas: Las Lomas de Atocongo, San Juan y Puquio Empedrado (Chipana, 2009). Así

como también son consideradas las lomas más húmedas. Esto se debe a que han existido muchos puquiales importantes, es decir fuente de agua o manantial, por el volumen de agua.

Figura 19: Vista Georreferenciada del Distrito de VMT



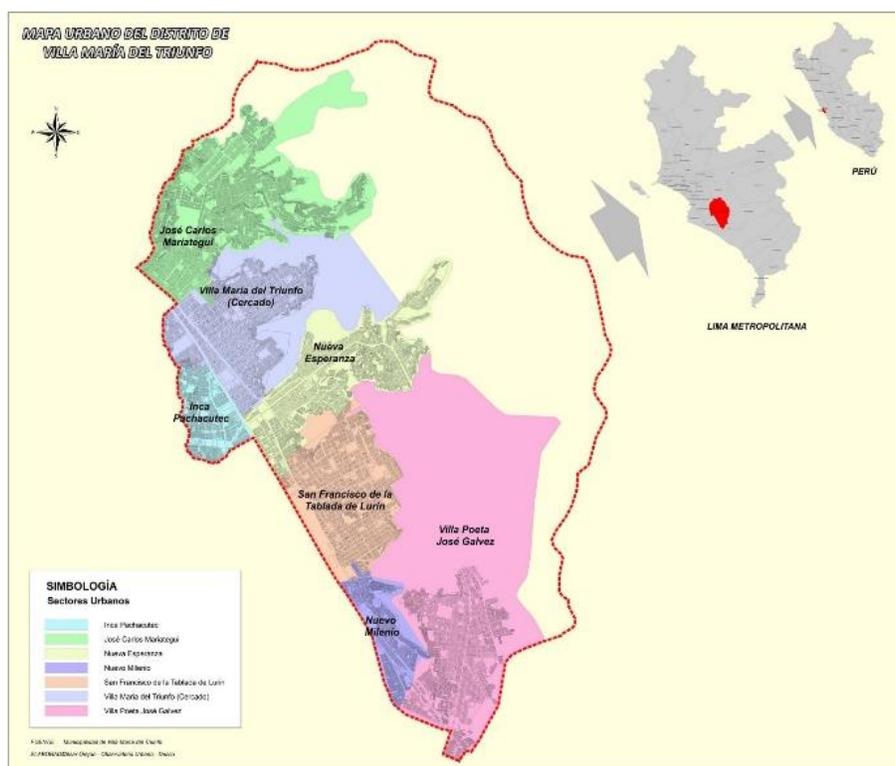
Nota. Asimismo, La Figura muestra la georreferenciación de las Lomas del Distrito.

Fuente: (Miyashiro López & Ortíz Huamaní, 2016)

4.2.1 Ubicación Geográfica

Villa María del Triunfo, es uno de los 43 distritos de Lima, ubicados en el departamento de Lima en el Perú. Lima al norte con La Molina, al este con Pachacámac, al sur con Lurín, al oeste con San Juan de Miraflores y al suroeste con Villa el Salvador. (Ver Figura 20)

Figura 20: Mapa Urbano del Distrito de Villa María del Triunfo



Fuente: (Orejón, s.f.)

4.2.2 Clasificación de Tipo de Suelo

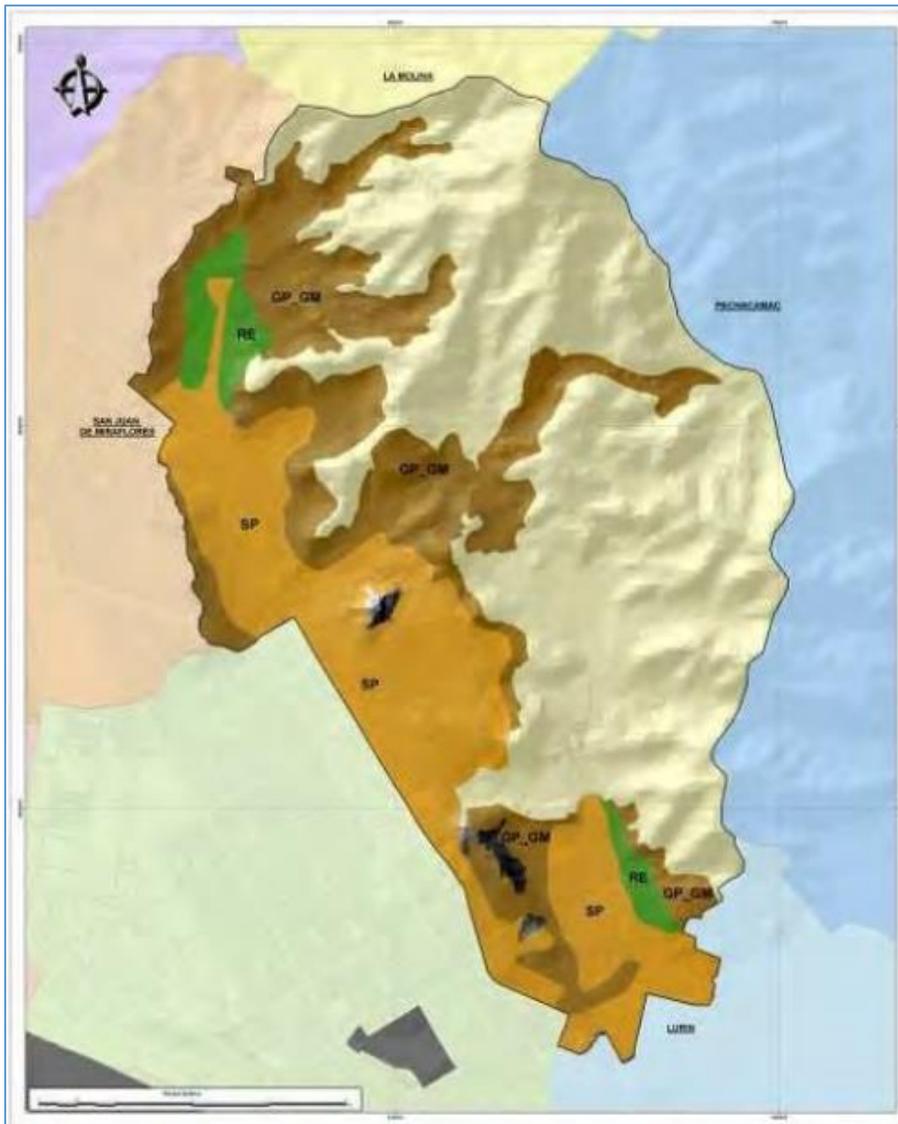
El Distrito cuenta con la clasificación en predominio de suelos gruesos (Ver Figura 21). Los suelos gruesos se componen de grava (G) y arenas (S), y se clasifica en grupo de suelo tipo gravoso o arenoso.

Para que un suelo pertenezca al grupo de las gravas. Se requiere que más de la mitad de la fracción gruesa sea retenida por la malla N° 4, mientras que para pertenecer al grupo de suelos arenosos deberá pasar esta malla.

Tanto las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos:

GW, GP, GM y GC para el grupo de gravas, y SW, SP, SM y SC para el grupo de arenas (Ver Tabla 4). El sufijo W se refiere a Well Graded lo cual quiere decir Bien Graduado y el sufijo P refiere a Poorly Graded en referencia a Pobrementemente Graduado. Asimismo, los sufijos M y C significan limo y arcilla respectivamente. (Crespo Villalaz, 2004, p.17)

Figura 21: *Clasificación del Tipo de Suelo en el Distrito de Villa María del Triunfo*



Nota. En la Figura se muestra la diferente clasificación por tipo del suelo presente en el Distrito de Villa María del Triunfo.

Fuente: (Miyashiro López & Ortíz Huamaní, 2016)

Tabla 4: Suelos de Cimentación (Continúa)

| <i>Clase de suelo</i> | <i>Suelos gruesos limpios (GW, GP, SW, SP)</i> | <i>Suelos gruesos con finos (GM, GC, SM, SC)</i> |
|----------------------------------|--|--|
| Permeabilidad | Permeables. Las pruebas de permeabilidad en el campo son las únicas representativas. | Semipermeables a impermeables. Las pruebas de permeabilidad de campo son las más adecuadas para un contenido de finos menor del 25 por ciento. |
| Compresibilidad y expansibilidad | Los asentamientos son pequeños cuando los materiales son compactos, y la magnitud de los esfuerzos reducida. Si los depósitos son heterogéneos pueden dar lugar a irregularidades importantes en la compresibilidad. | La compresibilidad varía considerablemente según la compactación del depósito. Las arenas finas limosas pueden presentar asentamientos bruscos en caso de saturarse bajo carga. |
| Resistencia al corte | Muy variable dependiendo de la compactación de los depósitos y su homogeneidad. Se relaciona, salvo en el caso de arenas sueltas saturadas, con el número de golpes en una prueba de penetración estándar. | Es indispensable estudiarla en laboratorio efectuando pruebas triaxiales con especímenes inalterados. Se han de tomar en consideración las posibles variaciones del contenido de agua y la heterogeneidad del manto al definir las condiciones de las pruebas. |

Fuente: (Crespo Villalaz, 2004).

Tabla 4: Suelos de Cimentación (Continúa)

| <i>Clase de suelo</i> | <i>Suelos gruesos limpios (GW, GP, SW, SP)</i> | <i>Suelos gruesos con finos (GM, GC, SM, SC)</i> |
|-----------------------|--|--|
| Licuación | Las arenas sueltas finas y saturadas son muy susceptibles a la licuación. Los otros materiales de este grupo son, por lo general, poco sensibles a la licuación. | Las arenas finas, limosas, uniformes y en estado suelto son muy sensibles. |
| Tubificación | Salvo los materiales de los grupos SW y SP, presentan buena resistencia a la tubificación. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos. | Las arenas limosas presentan una resistencia a la tubificación media a baja, mientras los otros materiales de este grupo tienen una resistencia a la tubificación de alta a media. Es muy importante en este aspecto la heterogeneidad de los depósitos. |

Fuente: (Crespo Villalaz, 2004).

4.3 Descripción de Zonas de Probable Invasión

Actualmente en el país, lo que respecta al departamento de Lima, debido a los escasos recursos económicos y la informalidad, se producen constantemente movimientos masivos de invasión en zonas que no son aptas para el asentamiento poblacional. Estos, en su mayoría, se llevan a cabo en cerros y lomas que debido a su topografía no se pueden realizar actividades agrícolas con modelos convencionales por la complejidad que implica. Tras ello, por la necesidad de tener un hogar, las personas arriesgan constantemente sus vidas posicionándose en faldas y laderas de cerros y lomas, instalando viviendas sobre cimentación hecha de pirca y la estructura con material constructivo predominante no noble. Dicha invasión se va dando por etapas, ya que inicialmente los moradores toman posesión de manera arbitraria de los cerros. (Ver Figura 22)

Figura 22: *Posesión Temporal de Cerro La Chira*

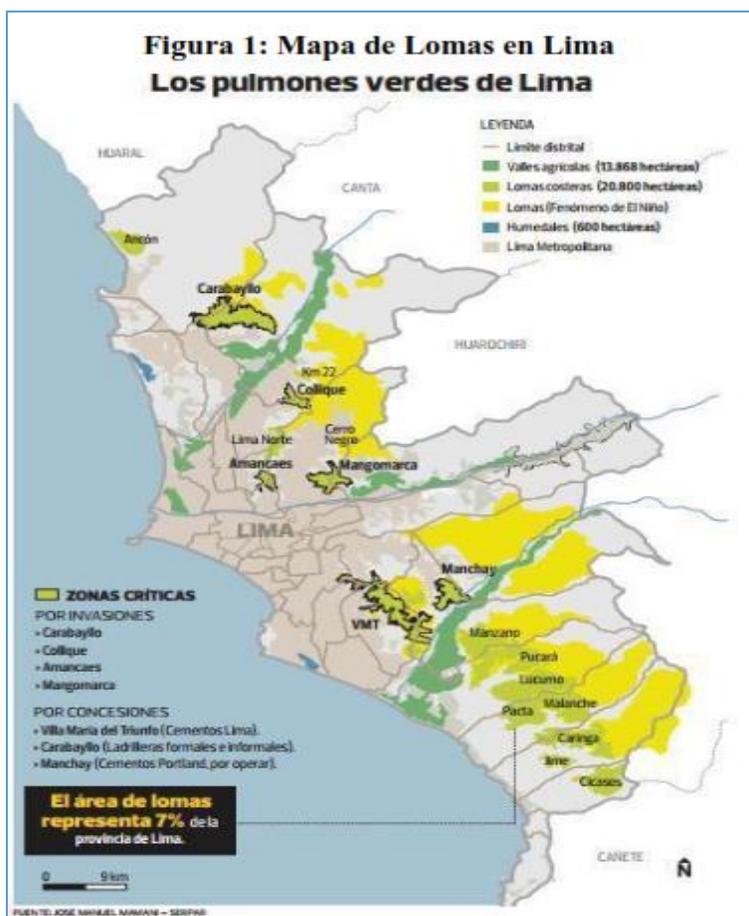


Fuente: (Diario el Comercio, 2015)

Estas tomas temporales suelen volverse permanentes cuando no se realizan los trabajos de mitigación adecuados que conlleva a los invasores a instalar sus viviendas con material precario mediante un método constructivo ortodoxo sin tener en consideración el riesgo al que se exponen ante un desastre natural. En muchas ocasiones, los invasores no toman consideración al sitio del que pretenden tomar posesión, ya que se han dado casos en los que se ha intentado invadir sitios arqueológicos y reservas protegidas como las lomas costeras.

Según SERPAR, en Lima Metropolitana, se tiene identificada a las zonas de lomas costeras y las lomas que se forman por efecto del fenómeno del niño (Ver Figura 23). Es por motivo de formación de nuevos barrios en el Distrito que se reconocen a las Lomas de Villa María del Triunfo como ecosistema frágil. Por ello, el Ministerio de Agricultura y Riego (2013), mediante la Resolución Ministerial N° 0401-2013-MINAGRI, reconoce a las Lomas costeras de Villa María del Triunfo en la nueva clasificación, atendiendo así su fragilidad en el ecosistema (Cuéllar Mayta, 2018).

Figura 23: Mapa de Lomas en Lima



Nota. Como se aprecia en la Figura, existe una notable concentración de Zona Crítica debido a las invasiones y concesiones en diversos distritos de Lima. Asimismo, rescatamos que el área de Lomas en la provincia de Lima, representa un 7% de su totalidad.

Fuente: (Cuéllar Mayta, 2018)

Además existen disposiciones normativas como se adjunta en la tabla 5 sobre protección de las Lomas de Villa María del Triunfo (García, Miyashiro, Orejón, & Pizarro, 2014, p.282):

Tabla 5: Marco Legal de Protección de las Lomas de VMT

| Año | Ámbito | Norma | Contenido |
|------|---------------|---|--|
| 1992 | Metropolitano | Ordenanza n° 042-92 | Establece que las laderas y cumbres de los cerros son recursos naturales que deben aprovecharse de forma ordenada, planificada y orientada a la preservación del paisaje natural de la ciudad y el medioambiente. |
| 1997 | Distrital | Ordenanza n° 015-97 | Declara intangible las laderas y cumbres del distrito de Villa María del Triunfo. |
| 1999 | Distrital | Ordenanza n° 228-99 | Establece que las lomas costeras no pueden ser objeto de uso o disposición distinta a los fines propios de su naturaleza y que ninguna entidad del Estado puede alterar su condición, ni darlo en concesión. |
| 2007 | Metropolitano | Ordenanza n° 1084 | Prohíbe ocupar áreas calificadas como zona de protección y tratamiento paisajista y áreas declaradas como zona de riesgo. Señala que en estas áreas debe promoverse la arborización, recubrimiento vegetal, tratamiento paisajista y proyectos de protección y seguridad física. |
| 2013 | Nacional | Resolución ministerial n° 0401-2013 MINAGRI | Declara reconocer e inscribir en la lista de ecosistemas frágiles del Ministerio de Agricultura y Riego a la loma de Villa María del Triunfo como ecosistema frágil. |

Fuente: (García, Miyashiro, Orejón, & Pizarro, 2014)

En lo que respecta a Villa María del Triunfo, en este distrito, las invasiones se dan a lugar sobre las lomas costeras, las mismas que cuentan con un nivel de humedad resaltante y cuyo valor cultural es significativo en la costa del Perú al estar situada en un medio árido, siendo capaces de brindar servicios de actividad recreativas como el trekking, ciclismo, entre otras. Asimismo, permiten su provecho para la investigación y educación. (Ver Figura 24)

Figura 24: *Acumulación de Neblina en Zona Alta de José Carlos Mariátegui*



Fuente: (Municipalidad Metropolitana de Lima, 2007)

4.4 Incidencia de Riesgo y Peligro

A través de Sistema Nacional de Información para la Prevención y Atención de Desastres (SINPAD) del Instituto Nacional de Defensa Civil, sistema que registra la ocurrencia de peligros por fenómenos naturales e inducidos por la acción humana. De acuerdo al estudio realizado por FOVIDA en el 2017, se extrajo información durante el periodo de 2003 al 2016 del SINPAD para el análisis de la recurrencia y los tipos de peligros que predominan en el Distrito.

FOVIDA (2017), organizó y clasificó información de acuerdo a la ocurrencia de peligros en el Distrito, presentándose la tabla 6, en la cual se aprecia de manera clara que en el Distrito existe constante registro de ocurrencia de riesgos, resaltando que los registros de deslizamiento se vienen presentado casi todos los años. Esto se debe a diferentes factores, sea por la constante humedad que, en conjunto con las lloviznas y lluvias, ocasionan las erosiones que conllevan a derrumbes y deslizamientos.

Tabla 6: Registro de Ocurrencia de Peligros Generados por Fenómenos de Origen Natural e Inducidos por la Acción Humana

| CLASIFICACION DEL PELIGRO DE LOS PELIGROS | | | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | TOTAL | | |
|--|--------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|---|-----|
| CLASIFICACION | SEGUN SU ORIGEN | TIPO DE PELIGRO | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL | GEODINÁMICA EXTERNA | DESPLAZAMIENTO | 1 | 2 | | 1 | 1 | 4 | | 2 | 2 | | | 3 | | | 16 | | |
| | | HUAYCO | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | |
| | HIDROMETEOROLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS | INUNDACION | | 2 | | | | | | | | | 1 | | | | | 3 | |
| | | DESCENSO DE TEMPERATURAS | | | | | | | 3 | | | | | | 1 | | 1 | 5 | |
| PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA | FISICOS | COLAPSO DE VIVIENDAS | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | 2 | |
| | | DERRUMBE | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | | INCENDIO URBANO | 4 | 7 | 3 | 7 | 16 | 11 | 8 | 2 | 9 | 15 | 11 | 6 | 1 | 3 | | | 103 |
| | | OTROS | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |

Fuente: (FOVIDA, 2017)

Asimismo, FOVIDA organizó un registro del impacto generado por las ocurrencias de fenómenos que se presentan a continuación en la tabla 7, donde se destaca un fuerte impacto en las personas que habitan en la zona lomera debido a los descensos de temperatura. Así como también sobre las viviendas situadas en estas.

Tabla 7: Registro del Impacto de Peligros Generados por Fenómenos de Origen Natural e Inducidos por la Acción Humana en el Distrito de Villa María del Triunfo.

| CLASIFICACION DEL PELIGRO DE LOS PELIGROS | | | IMPACTO SOBRE LAS PERSONAS | | | | IMPACTO SOBRE LAS VIVIENDAS | | | |
|--|--------------------------------------|----------------------|----------------------------|---------|-----------|-------|-----------------------------|-------------|----------|-------|
| CLASIFICACION | SEGUN SU ORIGEN | TIPO DE PELIGRO | FALLECIDOS | HERIDOS | AFECTADOS | TOTAL | COLAPSADA | INHABITABLE | AFECTADA | TOTAL |
| PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL | GEODINÁMICA EXTERNA | DESPLAZAMIENTO | 0 | 0 | 4 | 4 | 22 | 4 | 16 | 42 |
| | | HUAYCOS | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 6 |
| | HIDROMETEOROLÓGICOS Y OCEANOGRÁFICOS | INUNDACION | 0 | 0 | 21 | 21 | 15 | 0 | 5 | 20 |
| DESCENSO DE TEMPERATURAS | | 0 | 0 | 3211 | 3211 | 0 | 0 | 209 | 209 | |
| PELIGROS INDUCIDOS POR LA ACCIÓN HUMANA | FISICOS | COLAPSO DE VIVIENDAS | 0 | 0 | 8 | 8 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| | | DERRUMBE | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 |
| | QUIMICOS | INCENDIO URBANO | 9 | 6 | 64 | 79 | 77 | 32 | 18 | 127 |
| | | OTROS | 0 | 0 | 108 | 108 | 0 | 0 | 19 | 19 |

Fuente: (FOVIDA, 2017)

De esta manera, analizando la tabla 6 y 7 respecto a la ocurrencia de peligro vs el impacto sobre las personas y viviendas del distrito de Villa María del Triunfo en relevancia a los efectos del hidrometeorológicos, los descensos de temperatura registrando una ocurrencia de 3.76% del total pero en lo que respecta al impacto, se tiene un 93.59% y 48.83%

del total en personas y viviendas respectivamente. Otro dato importante de resaltar es la ocurrencia de peligros que pueden estar asociados, como el caso de deslizamientos, huaycos, colapso de viviendas y derrumbes que, en conjunto, suman 21 ocurrencias con 12 impactos sobre las personas y 53 sobre las viviendas, forman en conjunto el segundo lugar de total de ocurrencias e impactos en el Distrito. Por consiguiente, si se tiene en cuenta que estos peligros actúan como factor desencadenante y debido a la alta susceptibilidad del territorio (geomorfología, pendiente, entre otros) y la vulnerabilidad de las infraestructuras por el material precario del cual son predominantes, se demuestra el alto riesgo en el que se encuentran de manera permanente la población y las infraestructuras.

CAPITULO V: IDENTIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE COLOCACIÓN DE LOS ATRAPANIEBLAS

5.1 Climatología del Distrito de Villa María del Triunfo

Como ya se ha mencionado, el distrito Villa María del Triunfo se encuentra geográficamente asentado sobre lomas cuya condición microclimática se describe con humedad relativamente alta y temperatura atmosférica muy baja. De acuerdo a lo investigado por Paniagua Guzmán (s.f.): “Debido a las bajas temperaturas y la alta humedad relativa, que se da especialmente en los meses de invierno, se producen intensas lloviznas o garúas. Asimismo, durante el invierno, la neblina puede cubrir por completo las lomas” (Ver Figura 25). Estas lomas se encuentran influenciadas por vientos húmedos que provienen de la corriente de Humboldt que recorre la costa de peruana.

Figura 25: *Ticlio Chico: Cubierto de Neblina a un 76% de Humedad*



Fuente: (Diario La República, 2018)

Por lo anteriormente expuesto, teniendo en consideración que Villa María del Triunfo es un distrito costero situado sobre lomas; al pasar por el mar frío los vientos que circulan, disminuyen su temperatura, dando aumento a la humedad relativa, formando una neblina densa que al encontrarse con las colinas del Distrito forman una especie de barrera orográfica permitiendo su concentración.

El portal meteorológico Climate-Data, muestra un registro histórico del clima en la capital durante el periodo de 1982 hasta 2012. En la tabla 8 se observa que, durante el año la temperatura mínima se encuentra desde 18.3°C en épocas de verano y 11.9°C en épocas de invierno. Asimismo, la temperatura se registra en verano con hasta 27.8°C, mientras que en invierno hasta 18.7°C (Climate-Data, 2014).

Tabla 8: Registro Histórico de Temperatura en Lima (1982-2012)

| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
|------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Temperatura media (°C) | 22.2 | 23 | 22.5 | 20.9 | 18.5 | 16.4 | 15.7 | 15.3 | 15.7 | 16.7 | 18 | 19.6 |
| Temperatura mín. (°C) | 17.6 | 18.3 | 17.6 | 16 | 14.4 | 13.1 | 12.3 | 11.9 | 12.2 | 12.5 | 13.5 | 14.6 |
| Temperatura máx. (°C) | 26.8 | 27.8 | 27.5 | 25.8 | 22.6 | 19.8 | 19.1 | 18.7 | 19.3 | 21 | 22.6 | 24.7 |

Fuente: (Climate-Data, 2014)

Por otro lado, en 2018, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), monitoreando la estación portátil en Ticlio Chico, situada en el distrito de Villa María del Triunfo cerca de las lomas, la estación registró una temperatura de 12°C y 98% de humedad relativa (SENAMHI, 2018). Es importante tener en cuenta que las temperaturas en las lomas son inferiores al desierto costero, principalmente durante los meses de invierno.

Del mismo modo la humedad relativa presenta variaciones, siendo mayores en las lomas donde pueden alcanzar valores cercanos a la saturación. De esta manera, debido a las condiciones microclimáticas, se da lugar al desarrollo de las lomas, siendo estas mismas, causantes de peligro a las poblaciones que se encuentran situadas y a las que se asentarán a futuro, esto se debe a que las personas que viven en las lomas, prácticamente se encuentran respirando en el agua por causa de la humedad relativa que puede llegar a tener concentraciones de hasta 100% (aire saturado de vapor de agua), haciéndolas muy vulnerables de enfermedades respiratorias. (Ver Figura 26)

Figura 26: AAHH Situado Sobre las Lomas del Paraíso en VMT

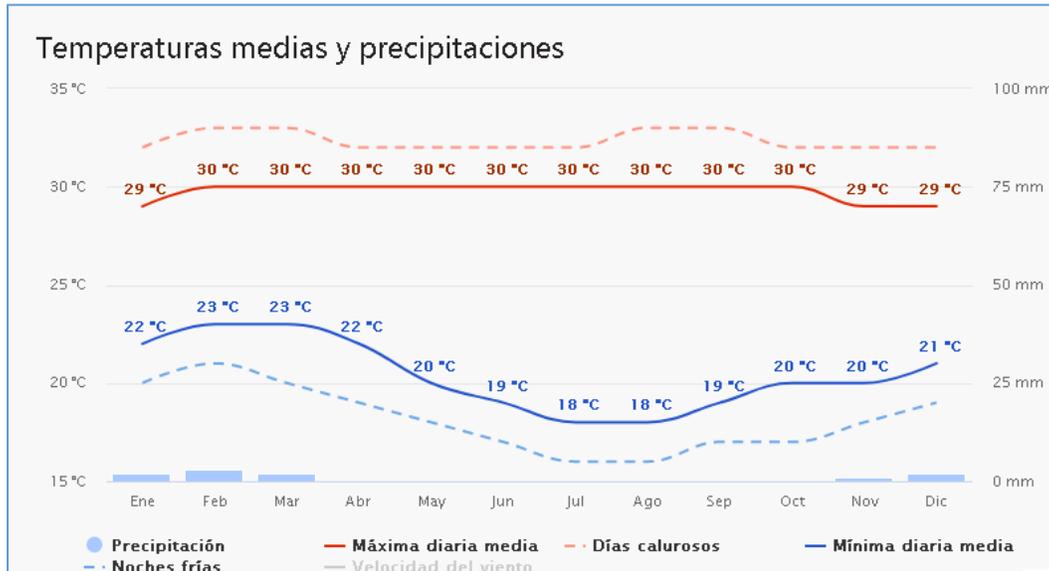


Fuente: (Gutiérrez, 2015)

Asimismo, Lima presenta una condición climática conocida como “inversión térmica”, donde los vientos provenientes de la corriente de Humboldt enfrían la costa, y las capas superiores de la atmósfera más calientes, junto con los andes que lo rodean, impiden que la nubosidad se disipe creando un clima permanentemente nuboso con niveles de insolación bajos dada su latitud intertropical, pero sin apenas lluvias dado que la formación nubosa de tipo estratocúmulos no origina lluvias.

Esta combinación genera un clima paradójico de permanente nubosidad, escasa insolación, altísima humedad relativa y casi nulas lluvias que crea un desierto litoral, característico de la costa peruana. En lo que respecta al Distrito, esto se corrobora con lo presentado en la Tabla 9, estos valores son el resultado promedio de 30 años de simulaciones de modelos meteorológicos de cada mes. De esto, podemos observar que durante la temporada de invierno, las precipitaciones son nulas, pero a razón de la inversión térmica, se aprecia la baja temperatura comparada a otras estaciones debido a concentración de nubosidad y la alta humedad relativa que se produce (METEOBLUE, 2020).

Tabla 9: *Temperaturas Medias y Precipitaciones Promedio en el Distrito de Villa María del Triunfo en los Últimos 30 Años*



Nota. La línea roja se interpreta como la temperatura máxima diaria media de cada mes del Distrito. Mientras que la línea azul es la temperatura diaria media siguiendo el mismo criterio.

Fuente: (METEOBLUE, 2020)

5.2 Aplicación de Atrapanieblas en las Lomas del Distrito de Villa María del Triunfo.

5.2.1 Zona de Aplicación

Partiendo de los resultados en el modelo aplicado por el ingeniero Abel Cruz en la zona alta del mismo Distrito, para poder alcanzar el máximo provecho de obtención de agua por medio de los Atrapanieblas, estos deben ser ubicados en altitudes superiores a los 400 m.s.n.m. donde se concentra la niebla de advección. Tras ello, se conoce que el distrito materia de implementación de este tipo de recolección de agua, cuenta con zonas cuya altitud se encuentra por encima de lo requerido, sea el caso, las lomas que conforman la quebrada Santa María ubicada en la zona de Nueva Esperanza que, de acuerdo al estudio propio realizado in situ, superan los 600 m.s.n.m. (Ver Figura 27 y 28)

De esta manera, la implementación del Sistema de Siembra y Cosecha de Agua con Atrapanieblas, para fines de forestación en las lomas, estaría dando lugar a un sistema de

recolección y distribución óptimo y eficiente de agua, para el fin fundamental del presente trabajo, ya que siguiendo el modelo propuesto por Cruz, se podrá captar hasta 12.5 litros de agua por m² de panel.

Figura 27: *Lomas Ubicadas en la Quebrada Santa María con Altitud Superior a los 500m.s.n.m*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 28: *Lomas Ubicadas en la Zona de Nueva Esperanza*



Fuente: Elaboración Propia.

Para conocer a precisión la altitud de la zona tentativa de aplicación, se utilizó la georreferenciación, de manera que, desde el punto de visita in situ, se tiene una elevación de 728.00 m.s.n.m., una altitud bastante favorable para el objetivo fundamental del proyecto ya que en ese nivel se concentra la mayor cantidad de niebla de advección. (Ver Figura 29)

Figura 29: Georreferenciación del Punto de Visita In Situ



Fuente: (Google Earth, 2019)

5.2.2 Sites de Implementación de Atrapanieblas

En base a lo anteriormente mencionado, se han planteado 3 zonas que, de acuerdo a la visita in situ, con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se calculó la altitud de cada uno de ellos, obteniendo valores sobre los 600 m.s.n.m. Ello se corroboró además a través de la georreferenciación con Google Earth, cuyos valores alcanzan hasta los 715 m.s.n.m en las zonas más altas.

Quebrada Santa María

Por medio de estudios propios realizados in situ, se ha proyectado implementar los Atrapanieblas en 2 lomas pertenecientes a la quebrada Santa María, ubicada en la zona de Nueva Esperanza que, en adelante, se denominarán, Site 1, Site 2 y Site 3 ubicados en la asociación “Forestal Las Lomas” (Ver Figura 30). Estos sites, son considerados con gran potencial para la recolección de agua a través de la aplicación de los Atrapanieblas para objeto del proyecto, por su altitud y al peligro en el que la población se encontraría, debido

a la geología de la zona en caso se produjera un movimiento en masa de invasión y el riesgo que esta conlleva al habitar en ellos.

Figura 30: *Entrada Hacia la Asociación “Forestal Las Lomas”*



Fuente: Elaboración Propia.

Cada Site materia de implementación reúnen el requisito fundamental para un eficiente funcionamiento de los Atrapanieblas con altitudes de 662, 715 y 678 m.s.n.m en el orden ya mencionado, ya que en ellos se concentran las masas de niebla de advección por su considerable altitud y, a la fecha, como complemento no han sido afectados por los movimientos en masa. Dejándonos el campo disponible para la forestación y mejora de ecosistema de estas zonas.

De acuerdo a la clasificación de suelo y la zona, ambos mapas proporcionados por la Municipalidad de Villa María del Triunfo (Ver Figura 20 y 21), la zona Nueva Esperanza se encuentra ubicada sobre terreno GP_GM, es decir, suelo grueso de grava pobremente graduada y grava limosa, lo que permitirá la infiltración de agua y penetración de las raíces de la Plantación Forestal.

Como se puede observar en las figuras 31, 32 y 33, estos Sites, presentan accesos de trocha con pendientes muy pronunciadas, que de acuerdo a la clasificación por Orografía del

Manual de Carreteras – DG 2018, se clasifica como Terreno Accidentado (Tipo 3) de difícil acceso con pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y pendientes longitudinales entre 6 a 8% y, que a la vez, terminan siendo epicentros de futuros fenómenos naturales tales como deslizamientos y huaycos por causa de lloviznas y lluvias que debilitan las laderas de las lomas a razón de la erosión inducida por estas.

Figura 31: *Site 1*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 32: *Site 2*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 33: *Site 3*



Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO VI: DISEÑO DE ATRAPANIEBLAS CON SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y REGADÍO

5.1 Parámetros de Diseño

Holmes y Rivera (2014), en el libro “Agua de Niebla” afirman que:

Uno de los elementos esenciales para la cosecha de agua de niebla es el Atrapanieblas, encargado de capturar y juntar las gotas de agua de la niebla, dejando el agua colectada disponible para ser almacenada y utilizada, siendo indispensable conocer bien los Atrapanieblas para lograr un buen diseño, instalación y operación de ellos. (Holmes y Rivera, 2014, p. 40).

Como una metodología opcional, para la selección de las ubicaciones óptimas de los atrapanieblas, bajo el enfoque de Siembra y Cosecha de agua con fines Forestales, en zonas que se desconocen las características climáticas, se requieren de instrumentación como la siguiente:

Pluviómetro

Tradicionalmente la selección de ubicación de atrapanieblas se basaba en las mediciones con neblinómetros. De manera que, con las mediciones de varios de estos distribuidos en un área, se puede definir los lugares óptimos de instalación. Actualmente se ha adicionado el pluviómetro, el cual va montado en el neblinómetro entre la canaleta y el bidón para medir la acumulación de agua en tiempo real, manteniendo un registro continuo (Ver Figura 34). Asimismo, también es usado para la medición de lluvia, de manera que se puede diferenciar entre la acumulación de niebla y lluvia ya que al llenarse la cuchara esta se vuelca, evacuando el agua. La cantidad de agua recibida es registrada en un contador o almacenada en un data logger que puede transmitir la cantidad de forma remota. (Ver Figura 35)

El Volumen de agua acumulada se relaciona con el número de oscilaciones o volcamientos de la cuchara, correspondiendo por lo general cada oscilación a 5 centímetros cúbicos.

Figura 34: *Pluviómetro Montado sobre Neblinómetro*



Fuente: (Le Boeuf, s.f.)

Figura 35: *Pluviómetro con Data Logger*



Fuente: (PRONAMIC, 2019)

Veleta

Este dispositivo giratorio consta de una placa que por fuerza del viento gira libremente, siendo un dispositivo que permite indicar la dirección del viento (Ver Figura 36). Este se añade al neblinómetro. De esta manera, los atrapanieblas son orientados perpendicularmente a la dirección de la niebla para así optimizar el agua acumulada.

Figura 36: *Veleta*

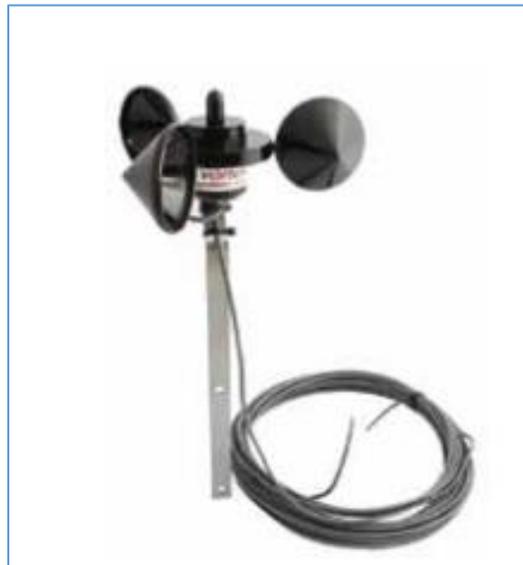


Fuente: (INSPEED, 2019)

Anemómetro

Este aparato es muy importante para el diseño de los atrapanieblas, ya que se ubica junto a la veleta para determinar la velocidad del viento con niebla, al igual que el anemómetro, enciende un interruptor por cada una o dos revoluciones. Es así que, conociendo la velocidad, se diseña el atrapaniebla con la estructura adecuada para que pueda soportar las cargas de viento. (Ver Figura 37)

Figura 37: *Anemómetro*



Fuente: (INSPEED, 2019)

5.1.1 Elección del Modelo de Atrapanieblas

En zonas donde ya se conocen las condiciones climáticas, como en nuestro caso; el Sistema de Captación de Agua de Niebla (SCAN), está compuesto por un sistema de mallas (Atrapanieblas) captadoras de humedad; es decir la condensación de niebla o nube, produce la captación y conducción del agua hacia los estanques de almacenamiento y otro sistema continuo de conducción desde los estanques hacia los lugares de consumo, conformando así un sistema hidráulico por Atrapanieblas.

El almacenamiento de agua es necesario, ya que la niebla es intermitente, especialmente en época de verano. Este almacenamiento puede ser de corto plazo, para cuando sea necesario suplir las diferencias entre captación de agua y consumo en ciclos de una semana o un mes o también de largo plazo, considerando ciclos anuales.

Experiencias realizadas en diferentes lugares de América y África hablan de resultados de captación diversos dentro de un rango de valores entre 5 y 15 litros/m².día, que dependen de factores como las condiciones meteorológicas de cada lugar y de los distintos meses del año (Zabalketa, 2015).

La geógrafa Cereceda, señala que en zonas de difícil acceso, el modelo más favorable de Atrapaniebla es el Bidimensional (Ver Figura 38), debido a ser una estructura que no requiere dificultades de construcción en comparación con los Atrapanieblas Macrodiamante y brinda mayor captación de agua que el Atrapaniebla Cilíndrico.

En base al modelo bidimensional existente, implementado por el ingeniero Abel Cruz, presidente de la asociación “Movimiento Peruanos Sin Agua”, en el AAHH Villa Lourdes Ecológico, colindante con el presente trabajo de investigación, en el distrito de Villa María del Triunfo; se conoce que el Sistema Hidráulico de Atrapanieblas, constituido por paneles de mallas (6.00m x 4.00m) son capaces de captar 300 litros de agua por día entre julio y noviembre, época donde es más prominente la niebla, por lo que el presente trabajo de investigación seguirá la utilización de dicho modelo de Atrapanieblas, pudiendo determinar así la oferta de litro/m².día del Atrapanieblas en la zona del proyecto en el distrito de Villa María del Triunfo:

Tabla 10: Captación de Atrapanieblas en Litro/m².día en VMT

| Oferta de Atrapanieblas | | |
|-------------------------|----------------|---------------------------------|
| Dimensión | Oferta de Agua | Captación |
| 24 m ² | 300 litros/día | 12.5 litros/m ² .día |

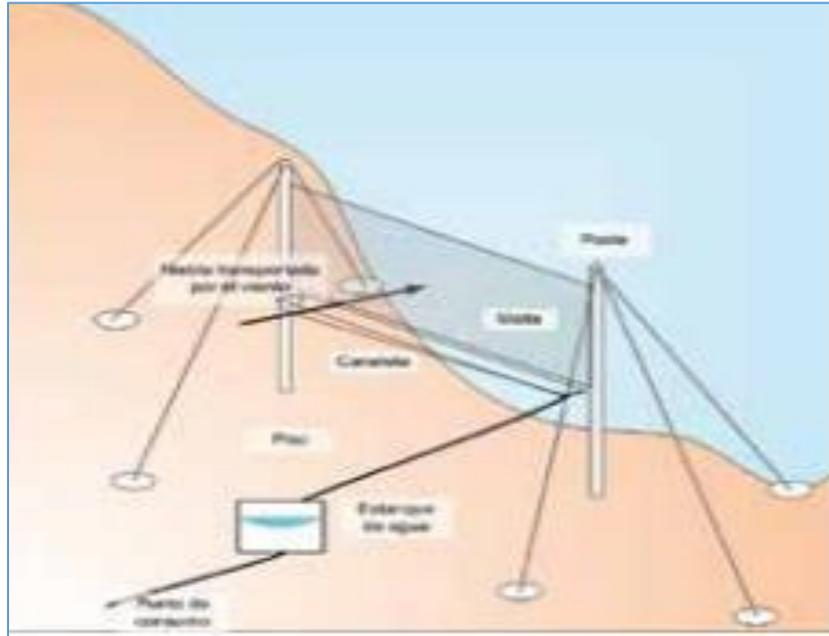
Fuente: Elaboración Propia.

El valor resultante descrito en la tabla 10 con datos reales obtenidos por la Asociación “Movimiento Peruanos sin Agua” nos da el siguiente calculo: 12.5 litros/m².día, el cual se encuentra dentro del rango de entre 5 a 15 litros/m².día, de acuerdo a los estudios realizados por Zabalketa, cuyo alto valor de oferta resultante se debe a la ubicación, ya que en las lomas de dicha zona las temperaturas son menores a lo existente en la zona desértica de la capital de Lima, así como también la humedad relativa oscila entre 90% y 100% durante los meses de julio hasta noviembre.

Por lo anteriormente expuesto, el Atrapanieblas Bidimensional se compone de una malla Raschel colocada en dirección del viento, que se encarga de captar gotas de agua de niebla, sostenida por una estructura de semisoterrada y cables tensados que contribuyen a mejorar la estabilidad ante fuertes vientos, y bajo la malla, una canaleta hacia la cual el agua escurre por gravedad.

De acuerdo a la topografía y características climáticas en la zona de implementación y siguiendo el diseño del ingeniero Cruz, los materiales a usarse para el SCAN será de una malla tipo Raschel de 30% a 40% de densidad para la óptima Siembra y Cosecha de agua con Atrapanieblas proveniente de las nubes de la costa que, por gravedad caerán a la canaleta de PVC de 110mm, la misma que tendrá declive con dirección a la manguera que conectará con el depósito de agua, mientras que los pilares serán de madera soterrados y en ellos cables tensores de material inoxidable para lograr la condición de equilibrio a razón de la fuerza generada por el viento.

Figura 38: *Componentes del Sistema Bidimensional de Captación de Agua de Niebla*



Fuente: (Rivera, s.f.)

6.2 Elección de la Plantación Forestal

Ley Forestal (2001), señala que: “Una plantación es el terreno en el cual se han instalado árboles de una o más especies forestales, nativas o exóticas, con fines de producción, protección o provisión de servicios ambientales, o una combinación de ellos”. (p.15)

Metro (1975), define el término Plantación Forestal como: “la acción de plantar árboles con el objetivo de crear un bosque a partir de la siembra de plantines en un determinado terreno”. (p.8)

Richter y Calvo (1995), en su investigación respecto al desarrollo de árboles manifiestan que:

Una plantación forestal es un tipo de bosque especial. En comparación con muchos bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, la composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía solar y el reciclaje del agua y de los nutrimentos, pudiendo el hombre controlar la genética, el crecimiento, la

fertilidad, las relaciones hídricas y en general, el desarrollo de los árboles.
(Richter y Calvo, 1995, p.14)

Por otro lado, FAO (2002), afirma que:

Las plantaciones forestales son formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies introducidas o nativas que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0,5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10% de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5m. En síntesis, el término plantación hace referencia a dos aspectos; a) la acción de plantar o sembrar; b) la existencia de un ecosistema establecido a través de la siembra de árboles. (FAO, 2002, p.20)

Cisneros, M. (2001), en su investigación sobre la ingeniería Forestal y Ambiental señala que actualmente se cuenta con viveros de alta tecnología que permiten tener un adelanto de 40 años en el sector forestal, dando lugar a plántones forestales a partir de semillas que son mejoradas genéticamente, siendo capaces de reemplazar a las tradicionales.

Teniendo como referencia lo previamente señalado párrafos arriba, concluimos que para la Tesis, el término de Plantación Forestal, se referirá al aspecto de la acción de proteger el suelo contra su uso indebido por invasiones poblacionales, la degradación, como medida de mitigación contra Riesgos de Desastres, su valor agregado socio-económico y productivo, así como de mejora al ecosistema. Tomando las consideraciones agroclimáticas, físicas y mecánicas de suelos de zonas similares, el volumen de agua captado de acuerdo al diseño y distribución del sistema de Atrapanieblas materia del presente Proyecto y los tipos de plantación forestal conocidos, que permitan la sostenibilidad del proyecto. Este Trabajo de Investigación solo analiza agregar la condición de sostenibilidad hídrica a la Plantación Forestal nueva, por el abastecimiento del agua captada por el Atrapanieblas.

El estudio no se involucra en la situación de manejo agronómico del cultivo, por lo que para el éxito de la empleabilidad de los resultados del presente estudio, se encuentra concatenado, con la existencia de complementos de sostenibilidad a mediano plazo de estos recursos forestales, a través de la firma de convenios intergubernamentales o interinstitucionales, gracias a la congruencia de considerarse el Desarrollo Forestal, dentro

de los 12 ejes de la Política Nacional Agraria, coadyuvando a los Planes de Zonificación y Ordenamiento Forestal, así como a los demás Planes de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Urbano Sostenible y de Ordenamiento Territorial del Distrito, la Provincia y de la Región Lima. Además que se cuentan con estudios previos conocidos, donde en condiciones similares agroclimáticas a la zona, entre otras se han desarrollado con éxito los siguientes tipos de plantaciones forestales: El Pino, El Eucalipto, La Moringa, La Tara.

6.2.1 Pino

Es el tipo de plantación con mayor extensión a nivel mundial. Debido a su adaptabilidad y rápido crecimiento, además de ser una madera con alta demanda en el sector construcción. (Ver Figura 39)

Figura 39: *Siembra y Cosecha de Agua, Mancomunidad de los Andes*



Fuente: (Mancomunidad de los Andes, s.f.)

Según FAO (s.f), el Pino es recomendable en suelos que cuentan con propiedades productivas, además de climas moderados que no presenten condiciones extremas o muy desequilibradas.

Para Dans (s.f), en el caso de las repoblaciones artificiales, cuando llegan a la edad promedio de 45 años, dejan de crecer y tienden a aplanarse, formando copas estrechas y puntiagudas pero, de ser un suelo profundo, este puede alcanzar hasta una altura de 40m.

Con respecto al diámetro de la plantación, este oscila entre 21 y 100cm, el cual no sobrepasa el límite establecido por consecuencia a sobrepasar los cien años de vida.

La plantación del Pino entre otros beneficios, como los planteados en esta tesis, puede facilitar el desarrollo asociado de cadenas de negocios como el de hongos comestibles. (Ver Figura 40)

Figura 40: *Proyecto Siembra de Pinos en el Distrito de Chavín, Provincia de Chincha, Complementado con Producción de Hongos Comestibles*



Fuente: (Dirección Regional Agraria Ica, 2019)

6.2.2 Eucalipto

El Eucalipto supone y se constituye también como una fuente de recursos económicos y de empleo como valor agregado al fin de este estudio.

La masa vegetal del Eucalipto, contribuye al mantenimiento de los servicios ecológicos esenciales tales como el agua, control de erosión, fijación del carbono, mitigación del cambio climático y como albergue de Biodiversidad (Valero, 2014).

Se estima que las plantaciones de Eucalipto, tienen mayor productividad forestal y requieren menos superficie, no siendo tan exigentes para su desarrollo, adaptándose

fácilmente a cualquier tipo de suelo, que, de encontrarse en un ambiente con oferta de agua necesaria, potencia su característica ambiental, industrial y valor agregado en cadenas de negocios y ecoturismo. Por consiguiente, se resalta su característica de protector (ENCE, 2009).

Para Brigatti (1983), el eucapito es considerado como una plantación de alto potencial económico, ya que tanto la madera como el fruto que brinda es muy demandada.

Este árbol, a la edad de cuatro meses, si cuenta con una profundidad de plantación por debajo de la capa arable, puede alcanzar una altura de metro y medio, mientras que si ha sido plantado a poca profundidad solo llega a una tercera parte de la altura mencionada.

6.2.3 Moringa

Esta plantación es también conocida como el árbol de la vida y puede llegar a alcanzar hasta ocho metros de altura, pero que dificultan el crecimiento a corta separación debido a que sus ramas crecen de manera muy abierta.

Benitez, C. (2020), señala que es una planta medicinal, ya que cuenta con un alto contenido de vitaminas y minerales como hierro, quercetina, vitamínica C, entre otros, que suelen ser usados para tratar ciertas enfermedades respiratorias, reducir la ansiedad, controlar la glucosa y más. Como se puede entender, esta plantación cuenta con una considerable demanda, lo cual aportaría a lograr la autosostenibilidad del proyecto a mediano plazo de manera muy eficiente.

Para Garavito (2008), la Moringa aporta con grandes valores de calcio, magnesio, fósforo, potasio, azufre, manganeso, zinc, selenio, vitamina E, vitamina B2, vitamina B3, colina, alanina, ácido aspártico, ácido glutámico, glicina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, treonina, triptófano, tirosina, valina. Las flores y las hojas contienen los antioxidantes. La moringa tiene gran importancia como alimento para la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteína y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería. (Ver Figura 41)

Figura 41: *Plantación Forestal del Cultivo de Moringa*



Fuente: (Dirección Regional Agraria Ica, 2019)

La Moringa crece y se desarrolla muy bien en climas tropicales y subtropicales, pudiendo alcanzar alturas de hasta doce metros. En la región de origen y en las introducidas, la planta crece en zonas cuya temperatura media oscila entre los 12,6 y 40 °C, soportando temperaturas mínimas de hasta -1°C y máximas de hasta 48 °C (Roloff, 2009). A comparación de otras especies para forraje la moringa puede desarrollar en diferentes tipos de suelo de preferencia arenosos, excepto en aquellos con mal drenaje y puede tolerar periodos de sequía de hasta seis meses y desarrolla en la época de lluvia (Shahzad, 2005).

6.2.4 Tara

Para Feuillée y Molina, (s.f.), en su estudio sobre la Tara, indican que es abundante en varias partes del país, siendo pudiendo ser cultivada en altitudes que van desde los 300 y 2900 m.s.n.m., con principales productores en los departamentos de Cajamarca, La Libertad, Ayacucho, Ica, Huancavelica, Apurímac, Ancash y Huánuco.

Esta planta es originaria de nuestro país, que viene siendo utilizada como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios (Sagástegui, 2004).

En el Perú se conocen 10 especies de tara, de las cuales 3 son endémicas. Se tienen subarbustos, arbustos, árboles o trepadoras, leñosas, con hojas bipinnadas, a menudo pubescentes o glandulosas, con aguijones o inermes, racimos simples o compuestos, laxos o densos con flores pediceladas, zigomorfas y hermafroditas (Mostacero, 2009).

Para Sagástegui (2004), y Killeen (1993), el género *Caesalpinia* abarcaba alrededor de 100 especies tropicales de ambos hemisferios. De acuerdo a Killeen (1993), la delimitación del género es todavía incompleta y está pendiente de su estudio detallado. Género con 280 especies tropicales y subtropicales (Mostacero, 2009).

Mostacero (2001), señala que la tara de tipo arbusto o árbol espinoso tiene una estatura promedio de 3 hasta 10 metros de alto, con 20-25cm hasta (30-40) m de diámetro a la altura de pecho.

Esta planta se adapta a suelos muy pobres y erosionados; suelos arcillosos, arenarcilloso, francos o franco-arenosos, a veces con alta pedregosidad así como también a zonas semiáridas con demanda de agua bastante baja (Mostacero, 2011). En lo que se relaciona con su hábitat, se encuentra ocupando laderas de relieve muy variado y de inclinación moderado a muy abrupta, pedregosas o pedregosas-rocosas inclusive (Mostacero, 2011).

La característica climática es variada, abarcando seco, cálido y subcálido, con temperatura que puede oscilar entre: 3-20°C, precipitación entre 150-1000mm., humedad atmosférica desde 65 a 85% (Mostacero, 2011) y su distribución altitudinal se encuentra entre los 1000-3000 m.s.n.m.

La tara de tipo árbol o arbusto endémico del Ande I-II, pueden ubicarse en las lomas de la costa hasta el Ande intermedio, entre 0-3000 m.s.n.m., (Brako y Zarucchi, 1993). También en ecorregiones de la costa y la serranía, entre 0-4500 m.s.n.m. Para el caso de bosques seco, mayormente a partir de los 1000 m.s.n.m. (Reynel, 2006).

De la Cruz (2010), refiere que en el Perú se distribuye en casi toda la costa, desde Piura hasta Tacna, y en algunos departamentos de la sierra en forma natural, pudiéndose encontrar en lugares semiáridos. También señala que suele implementarse para uso de cercos o linderos.

Este tipo de plantación también se encuentra halla en flancos occidentales, valles, laderas, riberas de los ríos, y lomas entre los 800 y 2800 m.s.n.m.; llegando en algunos casos como en los valles de Apurímac, hasta los 3150 m.s.n.m. (Pulgar, 1998).

El Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Cooperación Técnica Alemana, 2006: En su Manual: “Cultivo de Tara en Cajamarca”, indica que:

Para su plantación, en caso de ser macizo se puede colocar en tresbolillo a una distancia de 3.00m x 3.00m (casi 1100 plántones por hectárea). En asociación con cultivos y dependiendo de sus requerimientos de luz y agua, se planta a una distancia de 4.00m x 4.00m (625 plántones/ha en sistema cuadrado) o 5.00m x 5.00m (400 plántones/ha). En cercos se guarda una distancia de 2.50m entre las plantas. Respecto al riego de la Tara, en suelos francos o franco arenosos, se requiere regar la plantación de 3 litros a la semana. (págs. 14, 16)

La Asociación Pro Desarrollo Agroindustrial (2013), en su Informe Técnico sobre los resultados de Rehabilitación de Tierras Eriazas del Trópico Sub-Húmedo de la Región de la Costa del Perú con plantaciones de Tara, respecto al riego por goteo tecnificado, menciona que: “...El consumo de agua por hectárea, en promedio, bordea los 5000m³/ha/año, variando desde los 1500 hasta 11000m³”.

Asimismo; menciona que todos los suelos en que se encuentran las plantaciones tienen problema de salinidad, que van desde media a muy alta, sin embargo las plantas de Tara han demostrado tener una alta resistencia a este problema. Sobre las densidades de las plantaciones, menciona que van desde las 528 plantas hasta las 1,666 por hectárea, notándose que en densidades muy altas, la producción por planta es menor. (Ver Tabla 11)

Tabla 11: Resultados de Experiencias en Campo para Recuperación de Tierras con Tara

| Propietario | Edad | Estado de las plantaciones | Distanciamiento | m2/planta | Plantas/ha | Producción (kg/ha/año) | Kg/planta | Salinidad | Tipo de riego | m3/ha/año | m3/año/planta |
|------------------------------|------|----------------------------|-----------------|-----------|------------|------------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|
| Sarah Frank | 7.0 | Bueno | 3x4 | 12.00 | 833.33 | 5,500.00 | 6.60 | Alta | Goteo | 7,000.00 | 8.40 |
| Agrícola Santo Espiritu Palo | 7.0 | Regular | 4x4, 4x3 | 18.92 | 528.54 | 6,500.00 | 12.30 | Alta | Goteo | 8,000.00 | 15.14 |
| Familia Muñante | 5.0 | Regular | 5x3 | 15.00 | 666.67 | 3,000.00 | 4.50 | Media | Gravedad | 15,000.00 | 22.50 |
| AGROCONSA | 6.0 | Abandonada | 4x3 | 12.00 | 833.33 | - | - | alta | Goteo | - | - |
| Agrícola Villa Maria | 4.0 | Regular | 6x3 | 18.00 | 555.56 | 3,000.00 | 5.40 | Baja | Gravedad | 20,000.00 | 36.00 |
| Agrícola Silva Team | 9.0 | Muy buena | 4.5x2.5 | 11.25 | 888.89 | 14,500.00 | 16.31 | Muy alta | Goteo | 11,000.00 | 12.38 |
| Propietario Nazca | 6.5 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 2,500.00 | 4.00 | Media | Gravedad | 10,000.00 | 16.00 |
| Agrícola Majoro | 7.0 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 5,500.00 | 8.80 | Baja | Goteo | 7,000.00 | 11.20 |
| Alberto Suclla | 9.0 | Regular | 2x3 | 6.00 | 1,666.67 | 6,400.00 | 3.84 | Muy alta | Goteo | 7,000.00 | 4.20 |
| Agroinka | 7.0 | Buena | 5x2.5 | 12.50 | 800.00 | 14,000.00 | 17.50 | Muy alta | Goteo | 10,000.00 | 12.50 |
| Fundo Incahuasi | 20.0 | Regular | 4x2 | 8.00 | 1,250.00 | 4,000.00 | 3.20 | Baja | Gravedad | 15,000.00 | 12.00 |
| Pampas al huevo | 7.0 | Mala | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 600.00 | 0.96 | Muy alta | Goteo | 1,000.00 | 1.60 |
| Simon Areca | 15.0 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 6,500.00 | 10.40 | Media | Gravedad | 15,000.00 | 24.00 |
| Ing. Wenseslao | 15.0 | Buena | 3.5x4.5 | 15.75 | 634.92 | 9,500.00 | 14.96 | Alta | Gravedad | 20,000.00 | 31.50 |
| Ing Mostacero | 15.0 | Buena | 3.5x3.5 | 12.25 | 816.33 | 10,500.00 | 12.86 | Alta | Gravedad | 20,000.00 | 24.50 |

Fuente: (Asociación Pro-Desarrollo Agroindustrial – Camaná, 2013)

En base a los resultados de la tabla 11, podemos apreciar que existe un gran potencial para la recuperación de tierras degradadas y eriazas en la costa del país en basándonos en la forestación con Tara. De igual manera sucede con las Lomas, que en la actualidad requieren carecen de atención y protección por lo que se debe trabajar en fomentar un mecanismo de recuperación y restauración, con fin productivo y de servicio ambiental.

PREDES (2016), manifiesta que: “Recuperar las laderas de cerros con la forestación y brindar espacios públicos a los vecinos, nos parece una buena iniciativa que debe replicarse”. (Ver Figura 42 y 43)

Figura 42: Zona de Forestación en el Asentamiento Humano Santa Cruz



Fuente: (PREDES, 2016)

Figura 43: Proyecto de Forestación con Tara – PREDES



Fuente: (PREDES, 2016)

De esta manera, se plantea a la Tara como la plantación más adecuada, ya que teniendo en consideración la baja demanda de agua y la disposición de poder ser sembrada en zonas de alto relieve a altitudes variables, toda vez que nuestra zona materia de forestación, de acuerdo a la clasificación por orografía, cuenta con terreno accidentado, y también gracias a la alta demanda de su fruto, permitirá que el sistema se vuelva autosostenible luego de un periodo a mediano plazo.

Por lo que, tomando los datos referidos del Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Cooperación Técnica Alemana, respecto a la distribución y/o separación entre tara, se decide implementar el distanciamiento de 3.00m entre planta y planta y a 5.00m entre líneas.

Como dato adicional y no de interés del presente trabajo de investigación, se recomienda el aprovechamiento de experiencias del manejo del cultivo de Tara con cultivos asociados como el Tomate, en los primeros tres años de manejo, por su distanciamiento entre líneas, ya que el cultivo de Tomate se adapta fácilmente a cualquier tipo de suelo debido a su sistema radicular poco profundo (Favre, 2018). También se puede recomendar cultivos como el maíz o el zapallo como otros cultivos asociados. Estos cultivos asociados podrían tener participación para la autosostenibilidad del sistema a mediano plazo.

6.3 Esquemas de Distribución, Captación y Regadío

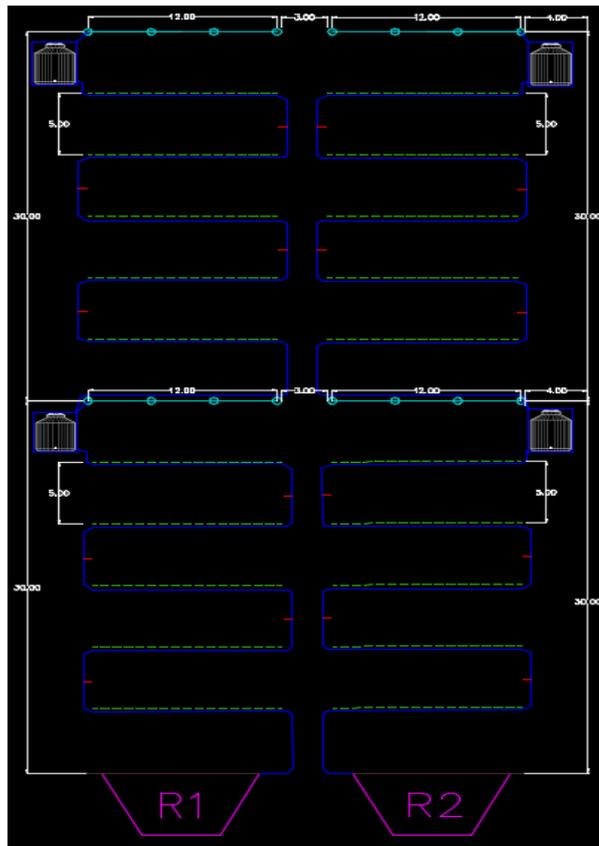
6.2.1 Descripción de la Distribución

Partiendo del modelo bidimensional de 24.00m² del ingeniero Cruz, ubicado en el Asentamiento Humano colindante a nuestra zona de implementación, cuyos resultados han sido satisfactorios, vistos en la visita a campo y, sabiendo que la captación de un Atrapaniebla es de 12.50 litros/m².día en la época entre julio y noviembre, se plantea implementar cada Esquema de Captación y Distribución en cuatro módulos tipo bidimensionales; cada uno de tres paneles de 4.00 metros de ancho por 5.00 metros de altura y compuesta por columnas de postes como soporte a cada 4.00 metros, formando cada módulo una pared continua de paneles de 60.00m², con una separación entre módulos de 3.00 metros y 4.00 metros de espacio libre en las laterales para permitir el tránsito y acceso hacia estos. La captación de condensación de niebla se almacenará en dos reservorios a tajo abierto.

Para motivo de forestación y sostenibilidad, el Coordinador Regional Agrario del Ministerio de Agricultura y Riego, Ing. Suiney, recomienda colocar cinco líneas de plantación arbórea por modulo en la separación de 3.00 metros entre plantación de Tara y 5.00 metros entre fila, para la optimización de su manejo y sostenibilidad.

A continuación se presenta el Esquema 1: “Sistema de Distribución” cuya dimensión será de 35.00m x 80.00m, este Esquema ilustra la proyección del sistema de Distribución recirculante para que, a mediano plazo se logre la autosostenibilidad.

Esquema 1: Sistema de Distribución



Fuente: Elaboración Propia.

Por consiguiente, se ha decidido implementar los Sistemas de Distribución para cada Site de la siguiente manera:

Para el Site 1; Se analizó la topografía de la zona, se tiene una variación promedio de altura de 2.70 metros por cada 5.00 metros de pendiente en el perfil inclinado de suelo. Aquí se plantea la implementación de Dos Esquemas (Ver Figura 44). Cada Esquema del Site 1, se compone de módulos en línea cada uno. Total en el Site 1: Ocho módulos y Cuatro bloques Bloque 1 y Bloque 2 en paralelo.

Para el Site 2; presenta una variación de altura promedio de 2.50 metros por cada 5.00 metros de pendiente en el perfil inclinado de suelo (Ver Figura 45). Aquí se proyecta implementar Tres Esquemas con doce módulos en total.

Para el Site 3; se tiene una variación de altura promedio de 2.20 metros por cada 5 metros de pendiente en el perfil inclinado de suelo (Ver Figura 46), contará con Un Esquema

único, de cuatro módulos debido a las características de relieve y morfología terrestre, no homogénea.

Para todos los casos se seguirá la misma estructura por Esquema y Módulo; así mismo, para los Site 1 y 2 la separación entre Esquemas será de 12 metros.

Figura 44: *Implementación de Dos Esquemas para el Site 1*



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 45: *Implementación de Tres Esquemas para el Site 2*



Fuente: Elaboración Propia.

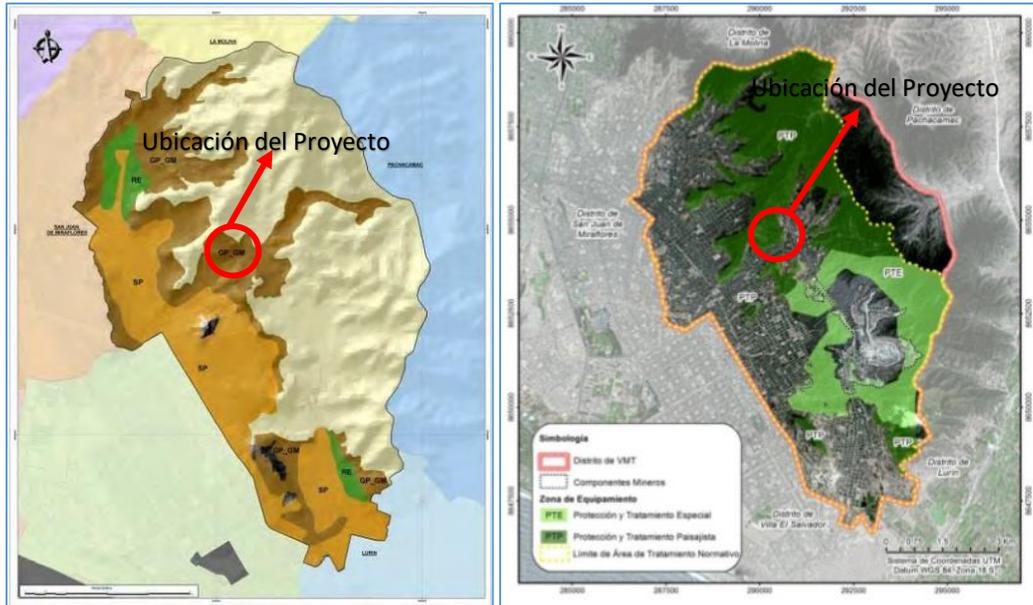
Figura 46: *Implementación de Un Esquema para el Site 3*



Fuente: Elaboración Propia.

Como ya se ha mencionado, este sistema se enfoca en obtener la autosostenibilidad a mediano plazo, por ello al haber seleccionado la Tara como la especie forestal, se espera contar con la opción más óptima y eficiente, debido a su disposición de adaptarse en cualquier tipo de suelo, baja demanda de agua y fruto altamente comercial. El presente proyecto, se encuentra ubicado en la zona de Nueva Esperanza calificada como Zona de Protección y Tratamiento Paisajístico, cuya clasificación de tipo de suelo presenta un mixto de betas de suelo GP y GM (Ver Figura 47), es decir gravoso pobremente graduado y gravoso con presencia de limos, de manera que es un suelo con mayor filtración a comparación de un suelo limoso arenoso.

Figura 47: Tipo de Suelo y Zona Protegida Según Ubicación del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

De la visita in situ, se pudo reconocer que la composición del terreno presenta niveles de salinidad elevados a causa de los vientos alisios que han venido desplazando residuos y sales disueltas ascendidas por capilaridad. Teniendo en cuenta las características climáticas y la alta concentración de salinidad, se ha optado por seguir las características de las plantaciones de Tara desarrolladas y evaluadas en “Pampas del Huevo” de la tabla 11, debido a la semejanza en el tipo de riego y niveles de salinidad al del presente Proyecto de estudio. Manteniendo la distribución mencionada previamente (Ver Figura 48). Por consiguiente, es que se propone el riego de 3 litros de agua diarios para la etapa inicial de las plantaciones.

Figura 48: Selección de Modelo a Seguir de Acuerdo a Características Similares

| Propietario | Edad | Estado de las plantaciones | Distanciamiento | m ² /planta | Plantas/ha | Producción (kg/ha/año) | Kg/planta | Salinidad | Tipo de riego | m ³ /ha/año | m ³ /año/planta |
|------------------------------|------|----------------------------|-----------------|------------------------|------------|------------------------|-----------|-----------|---------------|------------------------|----------------------------|
| Sarah Frank | 7.0 | Bueno | 3x4 | 12.00 | 833.33 | 5,500.00 | 6.60 | Alta | Goteo | 7,000.00 | 8.40 |
| Agrícola Santo Espiritu Palo | 7.0 | Regular | 4x4, 4x3 | 18.92 | 528.54 | 6,500.00 | 12.30 | Alta | Goteo | 8,000.00 | 15.14 |
| Familia Muñante | 5.0 | Regular | 5x3 | 15.00 | 666.67 | 3,000.00 | 4.50 | Media | Gravedad | 15,000.00 | 22.50 |
| AGROCONSA | 6.0 | Abandonada | 4x3 | 12.00 | 833.33 | - | - | alta | Goteo | - | - |
| Agrícola Villa Maria | 4.0 | Regular | 6x3 | 18.00 | 555.56 | 3,000.00 | 5.40 | Baja | Gravedad | 20,000.00 | 36.00 |
| Agrícola Silva Team | 9.0 | Muy buena | 4.5x2.5 | 11.25 | 888.89 | 14,500.00 | 16.31 | Muy alta | Goteo | 11,000.00 | 12.38 |
| Propietario Nazca | 6.5 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 2,500.00 | 4.00 | Media | Gravedad | 10,000.00 | 16.00 |
| Agrícola Majoro | 7.0 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 5,500.00 | 8.80 | Baja | Goteo | 7,000.00 | 11.20 |
| Alberto Suclla | 9.0 | Regular | 2x3 | 6.00 | 1,666.67 | 6,400.00 | 3.84 | Muy alta | Goteo | 7,000.00 | 4.20 |
| Agroinka | 7.0 | Buena | 5x2.5 | 12.50 | 800.00 | 14,000.00 | 17.50 | Muy alta | Goteo | 10,000.00 | 12.50 |
| Fundo Incahuasi | 20.0 | Regular | 4x2 | 8.00 | 1,250.00 | 4,000.00 | 3.20 | Baja | Gravedad | 15,000.00 | 12.00 |
| Pampas al huevo | 7.0 | Mala | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 600.00 | 0.96 | Muy alta | Goteo | 1,000.00 | 1.60 |
| Simon Areca | 15.0 | Regular | 4x4 | 16.00 | 625.00 | 6,500.00 | 10.40 | Media | Gravedad | 15,000.00 | 24.00 |
| Ing. Wenseslao | 15.0 | Buena | 3.5x4.5 | 15.75 | 634.92 | 9,500.00 | 14.96 | Alta | Gravedad | 20,000.00 | 31.50 |
| Ing Mostacero | 15.0 | Buena | 3.5x3.5 | 12.25 | 816.33 | 10,500.00 | 12.86 | Alta | Gravedad | 20,000.00 | 24.50 |

Fuente: (Asociación Pro Desarrollo Agroindustrial, 2013)

La plantación referenciada de Tara en la zona llamada Pampa del Huevo, del distrito de Mariscal Cáceres en la provincia de Camaná, fue establecida en el año 2009, cuyo suelo cuenta con alto contenido de sales. Se utilizó un sistema de riego por goteo, probando, de esta manera, la capacidad que tiene la Tara de adaptarse y lograr sobrevivir en cualquier tipo de suelo, y así, ser utilizada incluso en proyectos de reforestación. Asimismo, se sabe que el suelo de la zona presenta compuestos de materiales sueltos de arena, cenizas, conglomerados, materiales sin consolidar, rodados, suelo areno-arcilloso, gravas, finos, teniendo presente que esta descripción es considerando todos sus horizontes.

6.3.2 Sistema de Captación y Regadío

Captación de la Oferta

Según lo planteado en la Descripción del Esquema; en la zona de estudio se puede recolectar en los paneles hasta 12.50 litros/m².día y se proyecta que cada Módulo tenga un panel en línea de 12.00m de largo total por 5.00m de altura.

Por lo que la oferta de agua total del Atrapanieblas sería la siguiente;

Dimensión de paneles en línea por Módulo de Atrapanieblas: 12.00m x 5.00m = 60.00m².

Temporada de presencia de niebla en días (julio-noviembre): 150 días.

Oferta de agua de Atrapanieblas en zona del proyecto en VMT: 12.50 litros/m².día.

Oferta de agua anual por Módulo del Atrapanieblas: 112500 litros.

Oferta de agua mensual por Esquema de Atrapaniebla: 37500 litros.

Oferta de agua anual por Esquema de Cuatro Módulos del Atrapanieblas: 450000 litros.

Demanda de agua

La demanda de agua anual de las 25 plantaciones del cultivo de Tara distribuidas en 5 filas por Módulo;

Demanda de agua por unidad de Tara: 3.00 litros/día.

Demanda de agua total por fila de cinco Taras: 15.00 litros/día.

Demanda de agua total en cinco filas: 75.00 litros/día.

Demanda de agua anual por módulo: 27375 litros.

En consecuencia, con las dimensiones propuestas, la captación de agua de niebla será mayor a la demanda de la plantación forestal del cultivo de Tara. A razón de que el proyecto plantea 4 módulos por Esquema de forestación se tendría la siguiente razón matemática:

Conclusión de la Oferta y Demanda de Agua

Oferta de agua anual del Atrapanieblas por Esquema: 450000 litros.

Demanda de agua anual de Tara por Esquema: 109500 litros.

Excedente anual de agua: 340500 litros.

De esta manera, se estima tener alrededor de 340.00m³ de excedentes de agua. Por lo que si es factible colocar cultivos asociados de hortalizas entre filas de Taras como medida opcional de autosostenibilidad a mediano plazo.

Asimismo, es de conocimiento que actualmente las poblaciones cercanas a la zona de implementación del presente proyecto presentan escasez de agua para consumo habitacional. Por ello, el excedente anual de 340.00m³ de agua, debería considerarse en la atención de dicha escasez, almacenándola en reservorios acondicionados debidamente para su posible distribución a la población.

A razón de poder diseñar los reservorios de almacenaje de excedentes de agua y brindar a la población la facilidad de obtener agua es que se debe conocer la demanda de agua potable en la relación litro/habitante/día sin dejar de considerar que el agua colectada por los Atrapanieblas no es apta para consumo bebible. Al respecto, en diciembre de 2016 SEDAPAL publicó el consumo promedio de agua por habitante por distrito. (Ver Figura 49)

Figura 49: Consumo Promedio de Agua Potable por Distrito



Fuente: (SEDAPAL, 2016)

La Figura 49 muestra que el distrito de Villa María del Triunfo tiene un consumo promedio de 74 litros/habitante.día, distribuido en actividades de cocina, limpieza, higiene personal y otras. A ello sumamos que la Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que sólo entre el 3.5 y 4.0% la utilizan para beber. Tomando en consideración la información brindada por SEDAPAL y la OMS, en el distrito de Villa María del Triunfo solo se utilizan 2.96 litros de agua para consumo bebible, dejando más de 70 litros de agua destinada en distintas actividades.

Aplicando conceptos matemáticos, al presentarse un excedente de 340.00m³ de agua al año, se estima poder dotar a la población, mensualmente, alrededor de 28.00m³ de agua, beneficiando a más de 400 habitantes de la zona.

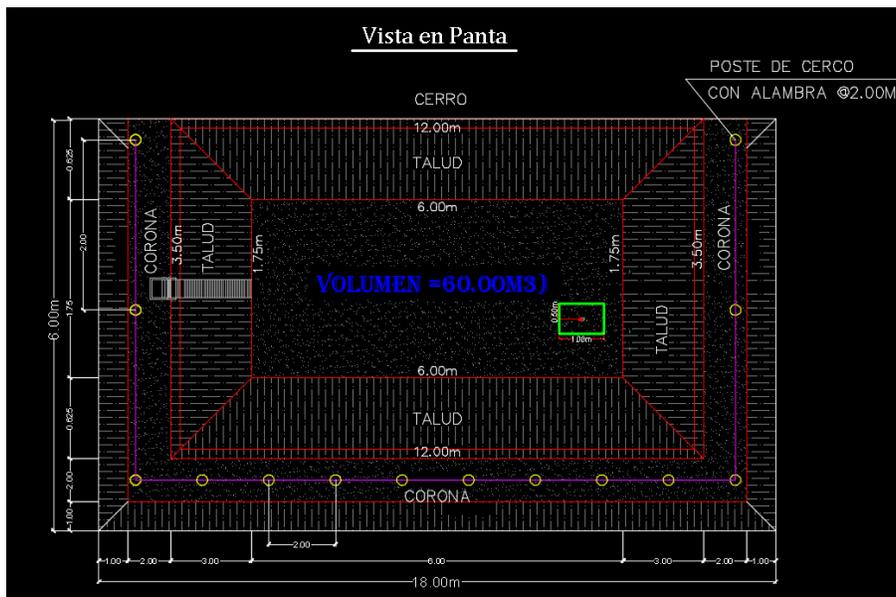
A todo lo anteriormente mencionado, resulta producente que los excedentes de agua sean destinados a beneficio de la población, permitiendo el acceso al agua a un costo mucho menor del que vienen pagando los pobladores actualmente, creando un beneficio mutuo sin dejar de lado uno de los objetivos del proyecto, la autosostenibilidad a mediano plazo.

Componentes del Sistema de Regadío

Se ha optado por instalar un sistema de regadío de mangueras por goteo autocompensante, para proporcionar la cantidad homogénea de agua a cada plantación, ya que este sistema es ideal para ser instalado de manera superficial o subterránea en terrenos con pendientes y garantiza la entrega precisa de agua para los cultivos.

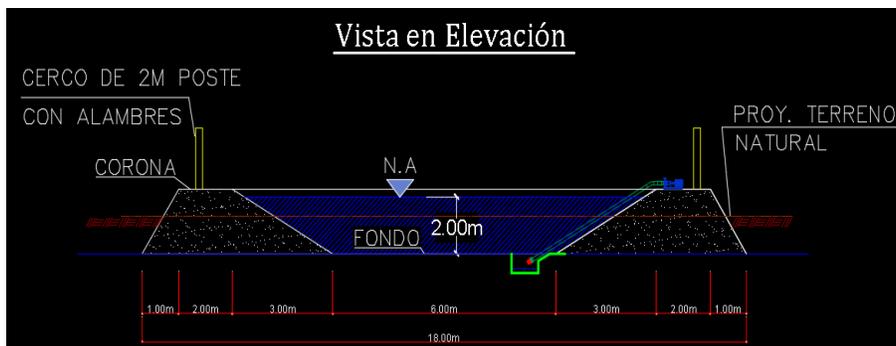
Diseñando además, la distribución e implementación de un reservorio a tajo abierto de sección trapezoidal por cada dos Módulos a 12.50 metros de distancia con respecto a la última fila de plantación en la parte más baja, que resulten capaces de almacenar la oferta de agua y beneficiar a la población mensualmente. Por ello, se ha decidido que tenga una capacidad máxima de almacenaje de 60.00m³ (Ver Figuras 50 y 51); así como dos tanques de agua Rotoplas de 2500 litros cada uno distribuidos conforme se detalla en Esquema (Ver p.70).

Figura 50: Vista en Planta de Reservorio Típico



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 51: Vista en Elevación de Reservorio Típico



Fuente: Elaboración Propia.

El sistema de Reservorios dispuestos en el proyecto, ofrecerá la sostenibilidad del Proyecto de Siembra y Cosecha de Agua con Atrapanieblas, cuyos excedentes de agua ofertará agua periódicamente a la población más cercana, bajo la supervisión de un operador. A continuación se muestra la tabla 12 de Presupuesto de Inversión Inicial de Instalación y Operación por Esquema (Primeros 6 meses) y la tabla 13 de Presupuesto de Obra de Reservoirio de 60.00m3:

Tabla 12: Presupuesto de Inversión Inicial de Instalación y Operación por Esquema

| INVERSIÓN INICIAL DE INSTALACIÓN Y OPERACIÓN POR ESQUEMA (PRIMEROS SEIS MESES) | | | | | |
|--|--|--------|----------|--------------|----------------------|
| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | P. Unitario | Total |
| 1.00 | Instalación | | | | S/. 12,307.91 |
| 1.01 | Atrapanieblas (12.00m x 5.00m) | Und. | 4.00 | S/. 1,305.50 | S/. 5,222.00 |
| 1.02 | Tanque de Agua 2500L | Und. | 4.00 | S/. 850.00 | S/. 3,400.00 |
| 1.03 | Planta de Tara | Und. | 100.00 | S/. 4.00 | S/. 400.00 |
| 1.04 | Sistema de Riego Presurizado (Esquema) | Ha | 0.21 | S/. 3,266.24 | S/. 685.91 |
| 1.05 | Compra de Agua | L | 10000.00 | S/. 0.20 | S/. 2,000.00 |
| 1.06 | Traslado de Materiales | Glb | 1.00 | S/. 600.00 | S/. 600.00 |
| 2.00 | Operación y Mantenimiento | | | | S/. 2,400.00 |
| 2.01 | Costo | Glb | 6.00 | S/. 400.00 | S/. 2,400.00 |
| | | | | | S/. 14,707.91 |

Fuente: Elaboración Propia en base a costos de PREDES.

Tabla 13: Presupuesto de Obra de Reservoirio de 60.00m3

| Item | Descripción | Und. | Metrado | P. Unitario | Parcial | Total |
|----------|--|------|---------|--------------|--------------|---------------------|
| 1 | OBRAS PROVISIONALES | | | | | S/. 4,300.00 |
| 01.01 | LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y DISEÑO EN GAVINETE | GLB | 1.00 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 | |
| 01.02 | MOVILIZACION DE EQUIPO | GLB | 1.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | |
| 01.03 | CASETA ADICIONAL P/GUARDIANA Y/O DEPOSITO | m2 | 40.00 | S/. 20.00 | S/. 800.00 | |
| 01.04 | TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS | GLB | 1.00 | S/. 800.00 | S/. 800.00 | |
| 2 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | S/. 1,662.00 |
| 02.01 | LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL | m2 | 108.00 | S/. 0.75 | S/. 81.00 | |
| 02.02 | TRAZO Y REPLANTEO | m2 | 108.00 | S/. 0.75 | S/. 81.00 | |
| 02.03 | NIVELES TOPOGRAFICOS EN EJECUCION DE OBRA | GLB | 1.00 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 | |
| 3 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | S/. 1,340.70 |
| 03.01 | EXCAVACION MASIVA DE MAT. CONGLOMERADO CON MAQUINARIA | m3 | 216.00 | S/. 5.00 | S/. 1,080.00 | |
| 03.02 | NIVELADO Y COMPACTADO EN TERRAPLEN Y FONDO CON MAQ. | m2 | 118.50 | S/. 2.20 | S/. 260.70 | |
| 4 | PERFILADO DE TALUD Y FONDO | | | | | S/. 676.80 |
| 04.01 | REFINE DE NIVELACION DE PISO CON MAQ. | m2 | 108.00 | S/. 2.20 | S/. 237.60 | |
| 04.02 | PERFILADO COMPACTADO MANUAL DE TALUD | m2 | 52.00 | S/. 2.80 | S/. 145.60 | |
| 04.03 | PEINADO DE TALUD INTERIOR Y EXTERIOR | m2 | 40.00 | S/. 1.40 | S/. 56.00 | |
| 04.04 | NIVELADO PARTE SUPERIOR DE TERRAPLEN | m2 | 108.00 | S/. 2.20 | S/. 237.60 | |
| 5 | GEOMEMBRANA | | | | | S/. 288.00 |
| 05.01 | SUMINISTRO E INSTALACION (MATERIAL VIRGEN ESPESOR 1 MM) | m2 | 18.00 | 16.00 | 288.00 | |
| | TOTA COSTO DIRECTO | | | | | S/. 8,267.50 |

Fuente: (COPROSAC, 2020)

De esta manera, la inversión inicial para la puesta en marcha del proyecto tiene un costo directo total de S/. 22,975.41 (Veintidós Mil Novecientos Setenta y Cinco con 41/100 Soles).

Funcionamiento del Sistema de Regadío

El Sistema de Regadío conduce las aguas captadas por los Atrapanieblas, a través de mangueras de goteo autocompensantes y tendrá dispuesto por Modulo un taque de 2500 litros, donde se recibirán y suministrarán las aguas captadas.

Las Mallas de Atrapanieblas de la Fila 1 del primer Módulo, vierte sus aguas en el Tanque Superior 1 a través de un colector. Dicho tanque superior una vez que llega al nivel de conducción deriva sus aguas por gravedad a través del sistema de mangueras de goteo autocompensantes para regar las líneas de plantación de Tara para luego terminar en el Tanque Superior 2, quien a su vez recibe las aguas del colector de la Fila 2 del segundo Módulo de atrapanieblas, esto será posible debido a la propiedad de vasos comunicantes.

De esta manera, los tanques de la Fila 2 almacenarán los excedentes de los atrapanieblas superiores así como de los inferiores, llevando a cabo el mismo procedimiento de regadío previamente mencionado. Finalmente, los excedentes de agua de ambas Filas de Módulos, llegaran hasta los reservorios a tajo abierto situados en la parte baja de cada bloque, los cuales almacenarán los excedentes de todo el Esquema (Ver p.70), permitiendo que en las épocas de escases de niebla, mediante impulsión recirculante de agua, las plantaciones puedan seguir siendo abastecidas.

Respecto al sistema de impulsión requerido durante la época de escases de niebla, la bomba deberá impulsar casi 50.00m desde el reservorio hasta los tanques de agua Rotoplas de las Fila 1 de cada módulo requerido durante la época. Por lo que es necesario elegir de manera correcta una bomba que sea capaz de abastecer sin problema el sistema.

Para ello, se ha decidido implementar una electrobomba Pedrollo, modelo trifásica PK 70 (Ver Figura 52 y 53), que asegurará que durante la temporada de escases de niebla el sistema cumpla la función recirculante, abasteciendo la demanda de agua de plantaciones de Tara.

CONCLUSIONES

Por las características climáticas que definen al Distrito, al situarse en una zona de lomas, donde la presencia de humedad relativa puede alcanzar el 100% en el ambiente, y la altitud de los sites proyectados, que parten desde los 650 hasta 750 m.s.n.m., el SCAN definido para el proyecto es de estructura rectangular, tipo bidimensional, cuyo diseño tiene las dimensiones de 12 metros de longitud por 5 metros de alto, con pilares a cada 4 metros y cables tensores en los mismos para mantener la estructura en condición estática.

De acuerdo a la topografía y características climáticas en la zona de implementación y siguiendo el diseño del ingeniero Cruz, los materiales a usarse para el SCAN será de una malla tipo Raschel de 30 a 40% de densidad para la óptima Siembra y Cosecha de Agua de niebla de advección provenientes de la costa que por gravedad caerán a la canaleta de PVC de 110mm, la misma que tendrá declive con dirección a la manguera que conectará con el depósito de agua, mientras que los pilares serán de madera soterrados y en ellos cables tensores de material inoxidable para lograr la condición de equilibrio a razón de la fuerza generada por el viento.

La plantación elegida para la forestación es la Tara, ya que su baja demanda de agua y adaptabilidad para las condiciones topográficas y meteorológicas de la zona, resulta la opción más viable.

Como opción se dejó la posibilidad de aprovechar con el agua excedente la siembra de cultivos asociados de hortalizas, como ayuda a la autosostenibilidad a mediano plazo de cada Esquema Hidráulico. Sin embargo también se ha ofrecido ofrecer el agua excedente a la población cercana ante la escasez del suministro en la zona.

El SCAN trabajará por gravedad y el agua captada por el Atrapaniebla caerá hacia la canaleta PVC la cual cumplirá la función de colector de agua, situada en la parte inferior de la malla. Esta tendrá una pendiente cuyo declive conecta con una manguera, que vierte dicha agua al Tanque Superior instalado, el cual una vez obtenga el nivel de agua de un metro de altura, iniciará el riego a través del sistema de riego por goteo con manguera autocompensante por gravedad, proporcionando a las plantaciones la cantidad de agua necesaria de 3L por planta. Los excedentes de agua se depositarán en los reservorios distribuidos según Esquema.

Debido a las condiciones topográficas de las lomas de los 3 Sites es que se ha decidido implementar dos Esquemas para el Site 1, tres Esquemas para el Site 2 y un Esquema Hidráulico para el Site 3.

Cada Esquema Hidráulico estará compuesto por cuatro SCANs de acuerdo a los parámetros de diseño ya establecidos y al “Sistema de Distribución, Captación y de Regadío”, del cual se ha propuesto que por cada dos SCANs, los excedentes de agua sean almacenados en un reservorio a tajo abierto para la impulsión recirculante de agua, que abastecerá la oferta de agua de ambos SCANs a nivel anual.

Los excedentes de agua almacenados en los reservorios a tajo abierto, contarán con un sistema de impulsión recirculante que abastecerán los Tanques Superiores de agua del sistema para abastecer la demanda de agua de las plantaciones durante la época de escases de niebla de advección.

La separación entre plantación de Tara será de 3:00 metros entre planta y de 5:00 metros entre líneas. La plantación de la Tara será en época de mayor condensación de agua captada por los Atrapaniebla, recomendando entre julio y agosto con un llenado y abastecimiento artificial en el inicio.

El sistema de impulsión por bomba, el mantenimiento y operación de los atrapanieblas, serán autosostenibles a mediano plazo, en base a la producción de fruto y otros aprovechamientos de la Biomasa de la Tara, así como a los usos de los excedentes de las aguas captadas.

RECOMENDACIONES

Para llevar a cabo la implementación de un SCAN en cualquier parte del país, se debe de tener en cuenta las condiciones climáticas o experiencias similares de la zona. Es importante conocer la humedad relativa, presencia de niebla, sea de advección u orográfica; así como efectos de la vulnerabilidad y riesgos ambientales.

El sistema es de utilidad para implementar modelos de mitigación de riesgos de desastres ante condiciones de vulnerabilidad causadas por invasiones y fenómenos naturales como lluvias excesivas, huaycos y otros.

Este sistema de captación no es apto para implementarse como solución para agua de tipo bebible en humanos, pero si para otros usos de tipo habitacionales; ya que es niebla captada circulando en el medio ambiente expuesta a contaminación.

Si se desea implementar módulos similares, se deberá conocer en primera instancia la demanda de agua que requiere la especie de plantación para luego diseñar el Atrapanieblas de manera que pueda abastecer con eficiencia.

No es recomendable instalar un SCAN a niveles menores de los 500 m.s.n.m. en zonas de la costa, toda vez que la presencia de niebla de advección es menor.

Para la autosostenibilidad de los sistemas de Atrapanieblas, se debe tener en cuenta los criterios de Distribución, Captación y de Regadío, así como de elección de la plantación a forestar. Aplicando para este caso, un Esquema Hidráulico de regadío por goteo mixto: Por Gravedad y Por Impulsión Recirculante. Con plantaciones o usos de los excedentes de agua que brinden opciones de sostenibilidad al Proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Apedjinou, K. (2019). *Impacto del Crecimiento Urbano en la Alteración y Degradación del Ecosistema*. Lima, Perú. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/URP/2863/ECOL_T030_000605975_M%20%20%20APEDJINO%20KOMLAVI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Asociación Pro Desarrollo Agroindustrial. (2013). *Lineamientos para el Manejo Forestal de las Plantaciones de Tara para la Recuperación de Tierras Áridas en la Costa Sur del Perú*. Lima, Perú. Obtenido de https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3097/Technical/PD724-13-TechRepOutput3-LINEAMIENTOS%20PARA%20EL%20MANEJO%20FORESTAL%20%20DE%20LAS%20PLANTACIONES%20DE%20TARA%20PARA%20LA%20RECUPERACION%20DE%20TIERRAS%20ARIDAS%20EN%20LA%20COSTA.pdf
- Canto, W., López, J., & Meneses, R. (1989). *Construcción de Atrapanieblas*. (C. N. Forestal, Ed.) Santiago de Chile, Chile. Obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR08655.pdf>
- Castañeda Álvarez, F. R., & Mendoza Palacios, B. C. (2014). *Criterios Metodológicos para la Definición de Sistemas de Captación de Aguas con Base en Lluvia Horizontal*. Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1748/1/Atrapanieblas%20B.%20Mendoza%20F.%20Casta%20C3%B1eda.pdf>
- Cereceda, P. (2000). *Los Atrapanieblas, Tecnología Alternativa para el Desarrollo Rural Sustentable*. Santiago de Chile, Chile. Obtenido de http://aprchile.cl/pdfs/Atrapanieblas%204_Cereceda.pdf
- Cereceda, P., Hernández, P., Leiva, J., & Rivera, J. (2014). *Agua de Niebla: Nuevas Tecnologías para el Desarrollo Sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas*. (U. C. Chile, Ed.) Coquimbo, Chile. Obtenido de <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>

- Chipana, J. (2009). *Portal Lima Sur*. Obtenido de <http://limasur-peru.blogspot.com/2009/01/historia-de-villa-maria-del-triunfo.html>
- Climate-Data. (2014). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/lima/lima-1014/>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Monterrey, México. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=Db2SQbBHVPQC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Cuéllar Mayta, J. (2018). *Impacto Económico de la Implementación de Mecanismos Capturadores de Agua Atmosférica para Uso Agrícola* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Lima, Perú: Repositorio Institucional.
- DePerú. (s.f.). Creación del Distrito de Villa María del Triunfo. *Portal DePerú*. Obtenido de <https://www.deperu.com/calendario/2357/creacion-del-distrito-de-villa-maria-del-triunfo>
- Diario el Comercio. (2015). Invasores Fueron Desalojados de Cerro La Chira. *Diario El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/chorrillos-invasores-desalojados-cerro-chira-187031>
- Díaz, C. (2014). En 19 Distritos de Lima hay Invasión de Terrenos. *Diario Uno*, pág. 1. Obtenido de <http://diariouno.pe/en-19-distritos-de-lima-hay-invasion-de-terrenos/>
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
- Favre, C. (2018). *Riego para Huerto de Tomates*. Córdoba, Argentina. Obtenido de <https://www.riegoporgoteo.online/para-huerto/de-tomates/>
- FOVIDA. (2017). *Levantamiento de Información sobre Vulnerabilidades de Hombres y Mujeres del Distrito de San Juan de Miraflores Frente al Cambio Climático*. Fomento de la Vida, Madrid. Obtenido de <https://fovida.org.pe/wp-content/uploads/2019/02/ESTUDIO-VULNERABILIDAD-VMT-COMPLETO.pdf>

- Gara. (2018). Recogiendo Niebla se Captura Vida. *Medium*. Obtenido de <https://medium.com/@GaraPerumh/en-1948-la-isla-del-hierro-sufri%C3%B3-una-terrible-sequ%C3%Ada-que-oblig%C3%B3-a-los-bimbaches-no-solo-a-traer-9db201094513>
- García, R., Miyashiro, J., Orejón, C., & Pizarro, F. (2014). *Crecimiento Urbano, Cambio Climático y Ecosistemas Frágiles: El Caso de las Lomas de Villa María del Triunfo en Lima Sur*. Lima, Perú. Obtenido de <http://urbano.org.pe/descargas/investigaciones/PERU-HOY/PH-2014.pdf>
- González, P. (2015). Plantean Cubrir con Tela Atrapanieblas el Tramo Negro de la Transcantábrica. *La Voz de Galicia*. Obtenido de https://www.lavozdegalicia.es/noticia/galicia/2015/12/15/plantean-cubrir-tela-atrapanieblas-tramo-negro-transcantabrica/0003_201512G15P15991.htm
- INSPEED. (2019). *Veleta y Anemómetro*. Obtenido de <http://www.inspeed.com>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2008). *Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda*. Lima. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0838/libro15/cap01.pdf>
- Isan, A. (2017). La Importancia de los Árboles para el Medio Ambiente. *Ecología Verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/la-importancia-de-los-arboles-para-el-medio-ambiente-509.html>
- LeBoeuf, R. (2014). *Competitividad de Atrapanieblas a Gran Escala*. (U. d. Andes, Ed.) Santiago de Chile, Chile. Obtenido de <http://www.uandes.cl/noticias/profesor-richard-leboeuf-publica-estudio-sobre-competitividad-economica-de-atrapanieblas-a-gran-escala.html>
- METEOBLUE. (2020). *Clima Villa María del Triunfo*. Basilea. Obtenido de https://www.meteoblue.com/es/tiempo/archive/export/villa-mar%C3%Ada-del-triunfo_per%C3%ba_3926123

- Miyashiro López, M. G., & Ortíz Huamaní, M. (2016). *Estimación Mediante la Teledetección de la Variación de la Cobertura Vegetal en las Lomas del Distrito de Villa María del Triunfo por la Expansión Urbana y Minera (1986-2014)* [Tesis de Pregado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Lima, Perú. Obtenido de <https://www.slideshare.net/MaraMiyasiro/tesis-variacion-de-las-lomas-del-distrito-de-villa-mara-del-triunfo-por-la-expansin-urbana-y-minera>
- Municipalidad de Villa María del Triunfo. (2017). *Plan de Desarrollo Local Concertado*. Lima. Obtenido de http://munivmt.gob.pe/PDLC_2017-2021.pdf
- Municipalidad de Villa María del Triunfo. (s.f.). *Villa María del Triunfo: Un Mejor Futuro*. Obtenido de Portal MUNIVMT: http://munivmt.gob.pe/portal/el_distrito.php#
- Olmo, T. H. (2008). La Revolución en Captación de Agua de las Nieblas. *Agua de Niebla de Canarias S.L*. Obtenido de <https://aguadeniebla.com/captadores-nrp-3-0>
- Orejón, C. (s.f.). *Mapa Urbano de VMT*. Obtenido de Observatorio Urbano: <http://observatoriourbano.org.pe/project/mapa-urbano-de-vmt/>
- Paniagua Guzmán, L. J. (s.f.). *Condiciones Microclimáticas en las Lomas Costeras y Riesgos a la Salud de los Pobladores en Lima Metropolitana*. Lima. Obtenido de <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egall6/Procesosambientales/Climatologia/14.pdf>
- Peña Jumpa, A. (2017). *Huaycos, Desastres y Derecho de Vivienda*. Obtenido de SERVINDI: <https://www.servindi.org/actualidad-noticias/01/02/2017/huaycos-desastres-y-derecho-de-vivienda>
- Portal Frutícola. (2017). *Cómo Hacer Atrapanieblas para Mejorar la Humedad de las Plantas*. *Portal Frutícola*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2017/10/11/construccion-operacion-y-mantenimiento-de-pantallas-de-captacion-de-aguas-nieblas-tipos-de-Atrapanieblas/>
- Potor, M. (2011). Nebelforschung. *GEO*. Obtenido de <https://www.geo.de/natur/oekologie/4096-rtkl-nebelforschung-die-nebelsammler-von-iquique>

- Poveda Lancheros, J., & Sanabria Infante, J. C. (2017). *Evaluación de la Eficiencia de Cinco Materiales de Malla para el Sistema de Atrapanieblas en el Municipio de Siachoque*. Boyacá, Colombia. Obtenido de <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13661/1/74339247.pdf>
- PREDES. (2016). *Recuperación de Laderas Lima Norte*. Lima. Obtenido de <http://goo.gl/G7zIzi>
- Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Cooperación Técnica Alemana. (2006). *Manual: El Cultivo de Tara en Cajamarca*. Cajamarca, Perú. Obtenido de http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_El_cultivo_de_tara_en_Cajamarca.pdf
- PRONAMIC. (2019). Pluviómetro Data Logger. *PRONAMIC*. Obtenido de <https://pronamic.com/>
- Redacción E.C. (2015). Desalojo en VMT: Detenidos y PNP Heridos en Enfrentamientos. *El Comercio*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/desalojo-vmt-detenidos-pnp-heridos-enfrentamientos-364533>
- Robles, J. (2017). Villa María del Triunfo: Denuncian Invasión en Zona Ecológica. *La República*. Obtenido de <https://larepublica.pe/sociedad/1105535-villa-maria-del-triunfo-denuncian-invasion-en-zona-ecologica-video/>
- SENAMHI. (2018). *SENAMHI Monitorea la Temperatura con Estación Portátil en Ticlio Chico*. Lima. Obtenido de <https://www.gob.pe/institucion/senamhi/noticias/126414-senamhi-monitorea-la-temperatura-con-estacion-portatil-en-ticlio-chico>
- Tuesta, S. (2014). Aprendiendo a Volar (Tablada de Lurín). *Costumbres*. Obtenido de <http://www.costumbresperu.pe/portfolio-view/aprendiendo-a-volar/#.X0wBBXIKhPY>
- Zabalketa. (2013). *Captación de Agua de Niebla para Reforestación en Perú y Bolivia*. Lima, Perú. Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C13077C6FAE2FD7B05257CBC004FBDC0/\\$FILE/31_INFORME_TECNICO_FINAL.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/C13077C6FAE2FD7B05257CBC004FBDC0/$FILE/31_INFORME_TECNICO_FINAL.pdf)

ANEXOS

Anexo A. Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|------------------------------|--|--------------------------|
| 1. Olor | -- | Aceptable |
| 2. Sabor | -- | Aceptable |
| 3. Color | UCV escala Pt/Co | 15 |
| 4. Turbiedad | UNT | 5 |
| 5. pH | Valor de pH | 6,5 a 8,5 |
| 6. Conductividad (25°C) | µmho/cm | 1 500 |
| 7. Sólidos totales disueltos | mgL ⁻¹ | 1 000 |
| 8. Cloruros | mg Cl ⁻ L ⁻¹ | 250 |
| 9. Sulfatos | mg SO ₄ ²⁻ L ⁻¹ | 250 |
| 10. Dureza total | mg CaCO ₃ L ⁻¹ | 500 |
| 11. Amoníaco | mg N L ⁻¹ | 1,5 |
| 12. Hierro | mg Fe L ⁻¹ | 0,3 |
| 13. Manganeso | mg Mn L ⁻¹ | 0,4 |
| 14. Aluminio | mg Al L ⁻¹ | 0,2 |
| 15. Cobre | mg Cu L ⁻¹ | 2,0 |
| 16. Zinc | mg Zn L ⁻¹ | 3,0 |
| 17. Sodio | mg Na L ⁻¹ | 200 |

UCV = Unidad de color verdadero
UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo B: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|-------------------------|---------------------------------|
| 1. Bacterias Coliformes Totales. | UFC/100 mL a 35°C | 0 (*) |
| 2. E. Coli | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 4. Bacterias Heterotróficas | UFC/mL a 35°C | 500 |
| 5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oquistes de protozoarios patógenos. | Nº org/L | 0 |
| 6. Virus | UFC / mL | 0 |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | Nº org/L | 0 |

UFC = Unidad formadora de colonias
 (*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo C. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos. (Continúa)

| Parámetros Inorgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|--|------------------------------------|--|
| 1. Antimonio | mg Sb L ⁻¹ | 0,020 |
| 2. Arsénico (nota 1) | mg As L ⁻¹ | 0,010 |
| 3. Bario | mg Ba L ⁻¹ | 0,700 |
| 4. Boro | mg B L ⁻¹ | 1,500 |
| 5. Cadmio | mg Cd L ⁻¹ | 0,003 |
| 6. Cianuro | mg CN ⁻ L ⁻¹ | 0,070 |
| 7. Cloro (nota 2) | mg L ⁻¹ | 5 |
| 8. Clorito | mg L ⁻¹ | 0,7 |
| 9. Clorato | mg L ⁻¹ | 0,7 |
| 10. Cromo total | mg Cr L ⁻¹ | 0,050 |
| 11. Flúor | mg F L ⁻¹ | 1,000 |
| 12. Mercurio | mg Hg L ⁻¹ | 0,001 |
| 13. Níquel | mg Ni L ⁻¹ | 0,020 |
| 14. Nitratos | mg NO ₃ L ⁻¹ | 50,00 |
| 15. Nitritos | mg NO ₂ L ⁻¹ | 3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga |
| 16. Plomo | mg Pb L ⁻¹ | 0,010 |
| 17. Selenio | mg Se L ⁻¹ | 0,010 |
| 18. Molibdeno | mg Mo L ⁻¹ | 0,07 |
| 19. Uranio | mg U L ⁻¹ | 0,015 |
| Parámetros Orgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
| 1. Trihalometanos totales (nota 3) | | 1,00 |
| 2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 3. Aceites y grasas | mgL ⁻¹ | 0,5 |
| 4. Alacloro | mgL ⁻¹ | 0,020 |
| 5. Aldicarb | mgL ⁻¹ | 0,010 |
| 6. Aldrín y dieldrín | mgL ⁻¹ | 0,00003 |
| 7. Benceno | mgL ⁻¹ | 0,010 |
| 8. Clordano (total de isómeros) | mgL ⁻¹ | 0,0002 |
| 9. DDT (total de isómeros) | mgL ⁻¹ | 0,001 |
| 10. Endrín | mgL ⁻¹ | 0,0006 |
| 11. Gamma HCH (lindano) | mgL ⁻¹ | 0,002 |
| 12. Hexaclorobenceno | mgL ⁻¹ | 0,001 |
| 13. Heptacloro y heptacloroepóxido | mgL ⁻¹ | 0,00003 |
| 14. Metaxicloro | mgL ⁻¹ | 0,020 |
| 15. Pentaclorofenol | mgL ⁻¹ | 0,009 |
| 16. 2,4-D | mgL ⁻¹ | 0,030 |
| 17. Acrilamida | mgL ⁻¹ | 0,0005 |
| 18. Epiclorhidrina | mgL ⁻¹ | 0,0004 |
| 19. Cloruro de vinilo | mgL ⁻¹ | 0,0003 |
| 20. Benzopireno | mgL ⁻¹ | 0,0007 |
| 21. 1,2-dicloroetano | mgL ⁻¹ | 0,03 |
| 22. Tetracloroetano | mgL ⁻¹ | 0,04 |

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo C. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos. (Continúa)

| Parámetros Orgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|------------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| 23. Monocloramina | mgL ⁻¹ | 3 |
| 24. Tricloroeteno | mgL ⁻¹ | 0,07 |
| 25. Tetracloruro de carbono | mgL ⁻¹ | 0,004 |
| 26. Ftalato de di (2-etilhexilo) | mgL ⁻¹ | 0,008 |
| 27. 1,2- Diclorobenceno | mgL ⁻¹ | 1 |
| 28. 1,4- Diclorobenceno | mgL ⁻¹ | 0,3 |
| 29. 1,1- Dicloroeteno | mgL ⁻¹ | 0,03 |
| 30. 1,2- Dicloroeteno | mgL ⁻¹ | 0,05 |
| 31. Diclorometano | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 32. Ácido edético (EDTA) | mgL ⁻¹ | 0,6 |
| 33. Etilbenceno | mgL ⁻¹ | 0,3 |
| 34. Hexaclorobutadieno | mgL ⁻¹ | 0,0006 |
| 35. Acido Nitrilotriacético | mgL ⁻¹ | 0,2 |
| 36. Estireno | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 37. Tolueno | mgL ⁻¹ | 0,7 |
| 38. Xileno | mgL ⁻¹ | 0,5 |
| 39. Atrazina | mgL ⁻¹ | 0,002 |
| 40. Carbofurano | mgL ⁻¹ | 0,007 |
| 41. Clorotaluron | mgL ⁻¹ | 0,03 |
| 42. Cianazina | mgL ⁻¹ | 0,0006 |
| 43. 2,4- DB | mgL ⁻¹ | 0,09 |
| 44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano | mgL ⁻¹ | 0,001 |
| 45. 1,2- Dibromoetano | mgL ⁻¹ | 0,0004 |
| 46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP) | mgL ⁻¹ | 0,04 |
| 47. 1,3- Dicloropropeno | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 48. Dicloroprop | mgL ⁻¹ | 0,1 |
| 49. Dimetato | mgL ⁻¹ | 0,006 |
| 50. Fenoprop | mgL ⁻¹ | 0,009 |
| 51. Isoproturon | mgL ⁻¹ | 0,009 |
| 52. MCPA | mgL ⁻¹ | 0,002 |
| 53. Mecoprop | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 54. Metolaclo | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 55. Molinato | mgL ⁻¹ | 0,006 |
| 56. Pendimetalina | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 57. Simazina | mgL ⁻¹ | 0,002 |
| 58. 2,4,5- T | mgL ⁻¹ | 0,009 |
| 59. Terbutilazina | mgL ⁻¹ | 0,007 |
| 60. Trifluralina | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 61. Cloropirifos | mgL ⁻¹ | 0,03 |
| 62. Pirproxifeno | mgL ⁻¹ | 0,3 |
| 63. Microcistin-LR | mgL ⁻¹ | 0,001 |

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo C. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Químicos Inorgánicos y Orgánicos. (Continúa)

| Parámetros Orgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|-------------------|--------------------------|
| 64. Bromato | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 65. Bromodiclorometano | mgL ⁻¹ | 0,06 |
| 66. Bromoformo | mgL ⁻¹ | 0,1 |
| 67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído) | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 68. Cloroformo | mgL ⁻¹ | 0,2 |
| 69. Cloruro de cianógeno (como CN) | mgL ⁻¹ | 0,07 |
| 70. Dibromoacetoniitrilo | mgL ⁻¹ | 0,1 |
| 71. Dibromoclorometano | mgL ⁻¹ | 0,05 |
| 72. Dicloroacetato | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 73. Dicloroacetoniitrilo | mgL ⁻¹ | 0,9 |
| 74. Formaldehído | mgL ⁻¹ | 0,02 |
| 75. Monocloroacetato | mgL ⁻¹ | 0,2 |
| 76. Tricloroacetato | mgL ⁻¹ | 0,2 |
| 77. 2,4,6- Triclorofenol | | |

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroformo}}}{LMP_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoformo}}}{LMP_{\text{bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo D. Límites Máximos Permisibles de Parámetros Radioactivos.

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|--|------------------|--------------------------|
| 1. Dosis de referencia total (nota 1) | mSv/año | 0,1 |
| 2. Actividad global α | Bq/L | 0,5 |
| 3. Actividad global β | Bq/L | 1,0 |

Nota 1: Si la actividad global α de una muestra es mayor a 0,5 Bq/L o la actividad global β es mayor a 1 Bq/L, se deberán determinar las concentraciones de los distintos radionúclidos y calcular la dosis de referencia total; si ésta es mayor a 0,1 mSv/año se deberán examinar medidas correctivas; si es menor a 0,1 mSv/año el agua se puede seguir utilizando para el consumo.

Fuente: (MINSA, 2011)

Anexo E. Autorización Sanitaria, Registro de los Sistema de Abastecimiento

| Componente del Sistema de Abastecimiento | Registro | | Autorización Sanitaria | | Aprobaciones | |
|--|------------|---------------------------|------------------------|---------------------------|--------------|---------------------------|
| | ¿Requiere? | Entidad que registra | ¿Requiere? | Entidad que autoriza | ¿Requiere? | Entidad que autoriza |
| Fuente de abastecimiento de agua | Si | DIRESA, GRS, DISA | | | | |
| Sistemas de abastecimiento de agua | Si | DIRESA, GRS, DISA | | | | |
| Plantas de tratamiento de agua potable | | | Si | DIGESA (1) DIRESA, GRS | | |
| Plan de control de calidad (PCC) | | | | | Si | DIGESA (1) DIRESA, GRS |
| Planes de Adecuación sanitaria (PAS) | | | | | Si | DIGESA (1) DIRESA, GRS |
| Surtidores de agua | | | Si | DIRESA, GRS, DISA | | |
| Camiones cisterna | | | Si | DIRESA, GRS | | |
| Desinfectantes de agua | Si | DIGESA (1) DIRESA, GRS | | | | |

(1) Nota: De acuerdo a la décima disposición transitoria, complementaria y final.

Fuente: (MINSA, 2011)