Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Esta licencia es la más restrictiva de las seis licencias principales Creative Commons, permitiendo a otras solo descargar sus obras y compartirlas con otras siempre y cuando den crédito, pero no pueden cambiarlas de forma alguna ni usarlas de forma comercial.

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0

Recibo de pago N° 719567

Visto el Informe **Nº 168-2024-PIEO-UI-FIMEE-UNSLG**, emitido la operaria del sistema de antiplagio se emite la siguiente constancia:

Nº 153-2024

CONSTANCIA

El que suscribe, director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica y Electrónica, hace constar que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **Tesis** cuyo título es:

DISEÑO DE ATRAPANIEBLAS PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ASENTAMIENTO HUMANO TIERRA PROMETIDA – ICA-2023

Presentado por:

ANAYA PRADO ALDAHAIR ROLANDO

BACHILLER de la Facultad INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA – Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA. El resultado obtenido es un porcentaje de CERO POR CIENTO **(0%)**, por el cual se le otorga el calificativo de:

APROBADO

Se adjunta al presente, el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 07 de Agosto del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Dr. José Luis Donayre Pasache
DIRECTOR DE UNIDAD

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

VICERRECTORADO DE INVESTIGACION

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Diseño de atrapanieblas para mejorar el abastecimiento de agua potable en en asentamiento humano Tierra Prometida – Ica-2023

Linera de Investigación: Ciencias Naturales, Ingenieria y Tecnologías Sostenibles

TESIS DE INVESTIGACIÓN

Presentado por**:**

ANAYA PARDO ALDHAIR ROLANDO

Ica – Perú

2024

DEDICATORIA.

A Dios por permitirme culminar mi carrera
A mis padres porque ellos tuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mi una mejor persona.
A mi esposa y a mis hijos que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor Dr. Julio Cesar Tincopa Alfaro por apoyarme incondicionalmente para lograr ser un profesional de éxito.

A mi familia, gracias por su apoyo, cariño y pòr estar en los momentos más importantes d mi vida. Este logro es también de Ustedes.

A mis compañeros, amigos y todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos

INDICE DE CONTENIDOS

Portada. i

Dedicatoria. ii

Agradecimientos iii

Índice.

- Índice de contenidos. iv
- Índice de tablas. vi
- Índice de figuras. vii

Resumen viii

Abstract. ix

CUERPO DEL INFORME FINAL

I.- Introducción. 10

1.1 Marco teórico 10

1.1.1 Antecedentes de la Investigación 10

1.1.1.1 Antecedentes Internacionales 10

1.1.1.2 Antecedentes a nivel Nacional 11

1.1.1.3 Antecedentes a nivel Local 12

1.1.2 Bases Teóricas 13

1.1.2.1 Sistema de atrapanieblas en la Costa Peruana 11

1.1.2.2 Sistema de captación del atrapaniebla 12

1.1.2.3 Niebla 14

1.1.2.4 Captación de agua de la niebla 16

1.1.2.5 Estilos de malla atrapaniebla 20

1.1.2.6 Captadores planos 20

1.1.2.7 Captadores cilíndricos 20

1.1.2.8 Recolección del agua de niebla 21

1.1.3 Formulación del Problema 23

1.1.3.1 Planteamiento del problema 23

1.1.3.2 Problema General 24

1.1.3.3 Problemas Específicos 24

1.1.4 Justificación e Importancia 24

1.1.4.1 Justificación 24

1.1.4.2 Importancia 25

1.1.5. Objetivos 26

1.1.5.1 Objetivo General 26
1.1.5.2 Objetivos específicos 26
1.1.6 Hipótesis y variables de la Investigación 26
1.1.6.1 Hipotesis 26
1.1.6.1.1 Hipotesis General 26
1.6.1.2 Hipotesis especificas 26
1.1.6.3 Variables 27
1.1.6.4 Operacionalización de variables 27

II. Estrategia metodológica. 28
2.1 Tipo, Nivel y Diseño de Investigación 28
2.1.1 Tipo de investigación 28
2.1.2 Nivel de investigación 28
2.1.3 Diseño de investigación 28
2.2 Población y Muestra 29
2.2.1 Población 29
2.2.2 Muestra 29
2.3 Técnicas de Recolección de la Información 30
2.4 Instrumentos de Recolección de datos 30
2.5 Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos 30
III. Resultados 31
IV. Discusión 46
V. Conclusiones 50
VI. Recomendaciones 51
VII. Referencias bibliográficas 52
VIII. Anexos 54

Índice de tablas

Tabla I. Tipo de captadores

Tabla II Operacionalización de variables

Tabla III Datos históricos del tiempo Ica

Tabla IV Datos climáticos en el mes de julio-agosto del año 2023-Ica

Tabla V Agua total recolectada de niebla en ml

Índice de figuras.

Fig. 1 Atrapanieblas en "·Tierra Prometida"
Fig. 2 Sistema de captación de agua de niebla
Fig.3 Captador plano
Fig. 4 Captador cilíndrico
Fig. 5 Corte del bambú
Fig. 6 Cortes realizados al bambú
Fig. 7 Inserción de tornillos
Fig. 8 Armado de pirámide
Fig. 9 Fin de construcción
Fig. 10 Malla Raschel
Fig. 11 Captador cilíndrico de sistema de captación
Fig. 12 Termómetro Higrómetro Digital
Fig. 13 Anemómetro digital
Fig.14 Fabricación Pluviómetro
Fig. 15 Promedio de temperatura normal para ICA
Fig. 16 Humedad en Ica
Fig. 17 Humedad en el mes de julio en Ica
Fig. 18 Velocidad del viento en el mes de julio en Ica
Fig. 19 Temperatura de rocío vs Temperatura ambiente mínima
Fig. 20 Captación de agua y temperatura mínima

RESUMEN

La importancia se basa en los sistemas de captación de agua con base a la neblina pueden llegar a constituirse como una alternativa viable que suple en parte la demanda de agua, en zonas donde las fuentes hídricas no son suficientes. El objetivo de la investigación fue diseñar atrapanieblas para mejorar el abastecimiento de agua potable.

Bajo un enfoque cualitativo, se desarrolló una investigación etnográfica de tipo descriptiva-hermenéutica. La población estuvo constituida por recurso hídrico captado en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, para recolectar la información se utilizó la técnica de la observación participante y como instrumentos se emplearon la guía de preguntas a los actores claves y fuentes documentarias.

Se evidencia que parte de las fuentes de condensación de agua estaba la humedad en el aire como un recurso de alto potencial hídrico que puede ser explotado, utilizando tecnología innovadora con la cual se pueda extraer.

Se concluyó que la captación de agua de la neblina se ha convertido en una alternativa para la sobrevivencia de los pobladores. No obstante, la implementación de esta tecnología tiene acogida en el medio, aunque significa mayor responsabilidad por parte del Estado, para ejecutar proyecto de inversión y/o mantenimiento de los atrapanieblas.

Palabras clave: Atrapanieblas, agua potable, Tierra Prometida, Asentamiento humano.

ABSTRACT

The importance is based on water collection systems based on fog, which can become a viable alternative that partially supplies the demand for water, in areas where water sources are not sufficient. The objective of the research was to design fog catchers to improve the supply of drinking water.

Under a qualitative approach, ethnographic research of a descriptive-hermeneutic type was developed. The population was made up of water resources captured in the Tierra Prometida human settlement, Ica. To collect the information, the technique of participant observation was used and the guide of questions to key actors and documentary sources were used as instruments.

It is evident that part of the sources of water condensation was humidity in the air as a resource with high water potential that can be exploited, using innovative technology with which it can be extracted.

It was concluded that collecting water from fog has become an alternative for the survival of the residents. However, the implementation of this technology is welcomed in the environment, although it means greater responsibility on the part of the State to execute the investment project and/or maintenance of the fog catchers.

Keywords: Mistcatcher, drinking water, Promised Land, Human settlement.

I. INTRODUCCION

1.1 Marco teórico

1.1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1.1 Antecedentes Internacionales

En estudios realizados a nivel mundial se han hecho investigaciones como la de Tan et al. [1] donde se analiza la eficacia y sostenibilidad de la producción a través de la recolección de agua con atrapanieblas en la ciudad de Atok, Filipinas, en este tipo de ecosistema donde el agua de flujo por estaciones es bajo y la de tipo subterránea no es suficiente o es muy difícil de extraer. Por ello, se buscó establecer la eficacia de los atrapanieblas durante un mes. Se utilizaron dos tipos de malla Raschel y polipropileno para su capacidad de recolección hídrica y el soporte que presentaban frente a las inclemencias climáticas propias de la zona. La cantidad de agua recolectada en promedio al día fue de 0.3 litros en la malla Raschel y 0.2 en el polipropileno. Con estos resultados se puede crear mejores sistemas y determinar los materiales más adecuados y eficaces para este tipo de recolección de agua.

En la investigación de Algarni[2] realizada en el sudeste de Arabia Saudita, se buscó analizar la capacidad de recolección de agua a través de atrapanieblas en este ecosistema árido. Durante un año fueron recolectados datos en una estación meteorológica de Rayda, fueron instalados dos sistemas de recolección que captaron al día un promedio de 6.7 l al día, frente a los 5.5 l de agua captada con una malla de origen foráneo. La mayor cantidad de agua fue captada en el mes de marzo, con cerca de 22l al día, los resultados demuestran que estos sistemas son altamente eficacia y son una opción frente a los suministros de agua clásicos y que no llegan a zonas alejadas y desérticas.

De la misma manera Del Rio et al [3] en su estudio realizado en el desierto de Atacama (Chile) donde buscaron establecer la eficacia y capacidad de recolección hídrica con el atrapanieblas durante el periodo de El niño en Oscilación Sur. Luego de realizar las mediciones se encontró que la presencia de este fenómeno influenciaba la producción de agua anual a través de las mallas con picos de mayor cantidad de niebla hasta en un 79%. Sin embargo, la mayor cantidad de agua de niebla fue captada durante el invierno y al parecer este fenómeno no tenía influencia significativa. Estos resultados demuestran la sostenibilidad y eficacia de este sistema de recolección y su utilización para la captación de agua potable es viable en esta región.

1.1.1.2 Antecedentes Internacionales

A nivel nacional, **Cáceres** et al [4] buscaron determinar la eficacia de recolección hídrica con atrapanieblas, con dos sistemas: hexagonal y el clásico en un asentamiento humano al sur de Lima, los datos fueron recolectados durante tres meses. Los resultados determinaron que el sistema hexagonal tuvo una eficacia más alta en la recolección de agua, en los diferentes lugares que fueron utilizados. Con estos datos queda demostrado la eficacia, sostenibilidad y viabilidad de estos recursos para asegurar el suministro de agua potable.

El año 2019 **Apaza** et al [5] en su trabajo de investigación académica, se encuentra basado en un estudio explicativo, en la cual el objetivo principal fue determinar el uso de atrapanieblas para mejorar el abastecimiento de agua, a la comunidad del sector Pedregal de Jicamarca, 2019. Para lo cual, se realizó revisión de antecedentes relacionados al tema, mediante el cual sevalidad la investigación. La presente investigación utiliza como instrumento de medición las encuestas realizadas a los estudiantes del octavo y noveno siglo de UCV. Sede Lima este.

Estas encuestas se aplicaron a tres variables, siendo el primero diseño de Reservorio, conformado por 2 dimensiones y 25 preguntas, seguido de Atrapanieblas con 2 dimensiones y 25 pregunta, y finalmente Abastecimiento de agua con seis dimensiones y 24 preguntas, seguidamente se procesaron estos datos, en los programas Excel y el SPSS, tratando los factores mediante el análisis factorial exploratorio el cual se visualizara en los cuadros de resultado, en la cual se determinó que existe una correlación significativa positiva entre la variable dependiente de diseño de reservorio y atrapa niebla con la variable independiente

de Abastecimiento de agua, cuya constatación de la hipótesis evidencia el índice de

significancia por ubicarse por debajo de 0,05 por esta razón, decimos que existe una correlación significativa entre la variable independiente y la dependiente.

Cieza el año 2019 [6] realizó un estudio cuyo propósito fue determinar el volumen de agua aprovechable proveniente de nieblas y neblinas en el Centro Poblado La Palma, distrito de Conchan, provincia de Chota, departamento de Cajamarca; mediante tres tipos de mallas (raschel, mosquitero y metálica) con diseño bidimensional, las cuales fueron ubicadas linealmente y en contra a la dirección del viento más predominante. Se utilizó una estación meteorológica semi automática para la toma de datos in situ y el Software Excel para el procesamiento de los mismos. Los resultados evidenciaron que existía un volumen promedio

aprovechable de 45.44 L/d, 64.37 L/d y 60.07 L/d en los meses de noviembre y diciembre del 2018 y enero del 2019 para el caso de la malla metálica de 6.00x4.00m que resultó ser la más eficiente. Por lo tanto, se concluyó que un metro cuadrado de malla metálica capta 1.89 L/d en promedio en el mes más desfavorable, siendo necesario un total de 10.01 m2 de malla para una dotación per cápita in situ (observada) de 16 L/d y un total de 24.02 m2 de malla para una dotación teórica (calculada) per cápita de 38.40 L/d para el caso de la zona de estudio.

1.1.1.3 Antecedentes a nivel local

No existen trabajos comparables en el campo de estudio.

1.1.2 Bases Teóricas

1.1.2.1 Sistema de atrapanieblas en la Costa Peruana

Los atrapanieblas están diseñados con el fin de que la masa nubosa o neblina pase a través de ellos. La niebla es una nube ubicada al ras del suelo. Esta se compone de pequeñas gotas de agua las cuales no presentan el peso necesario para caer; por lo tanto, se encuentran suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento. Las pequeñas gotas de agua que componen la neblina queden atrapadas en la malla.

Importancia del uso de atrapanieblas

Un amplio porcentaje de la población presenta problemas con el abastecimiento de agua. Además, de acuerdo al INEI, en el 2016 la cantidad de deforestación que se llegó a alcanzar es de 600,000 anualmente, de las cuales la mayor parte ocurre en la región andina. Por este motivo, los sistemas de captación de agua con base a la neblina podrían llegar a ser una alternativa viable para suplir la demanda de agua.

Identificación del territorio apto para la instalación de atrapanieblas

Generalmente la niebla se presenta a altitudes superiores a partir de los 500 m; por ello, para conocer donde se pueden utilizar los atrapanieblas, se debe precisar cuánta agua es potencialmente colectable en la zona estudiada, de manera que se deben realizar estudios para determinar si es beneficioso la instalación de atrapanieblas en esa zona. Por este motivo, el uso de atrapanieblas como sistema de recolección de agua se ha convertido en una opción para los pobladores de comunidades sin acceso a agua.

Asimismo, en el Perú se construyeron cuatro sistemas de atrapanieblas: para abastecer de agua a las comunidades agrícolas, para la forestación, para un colegio y para la regeneración de ecosistemas desérticos.

1.1.2.2 Sistema de captación del atrapaniebla

Los atrapanieblas son estructuras compuestas por redes de mallas, cuya función consiste en interceptar las partículas de agua microscópicas de la neblina (1-40 μm); además que por su tamaño no pueden precipitarse y chocan contra los hilos hasta condensarse y convertirse en gotas, y por su peso y efectos de gravedad, se desplazan hacia un depósito o colector.

Tipos de atrapanieblas

Los atrapanieblas se clasifican según su forma en tres tipos, siendo el primero, el captador plano o bidimensional, el cual está compuesto por una pantalla de malla Raschel colocado en el sentido perpendicular a la dirección del viento predominante y sostenido por tensores y dos pilares verticales separadas con una distancia promedio de 12.0 m, unidos por una canaleta horizontal. El segundo tipo es el captador cilíndrico, que se compone por hilos verticales de polietileno y un bidón de metal colocado a una altura de 2.0 m. El tercer tipo es el captador macrodiamante, constituido por una estructura tridimensional poliédrico de tubos revestidos con malla Raschel a una altura igual o mayor a 10.0 m.

De estos tres tipos de captadores, se observa que el tipo bidimensional es de fácil instalación, bajo costo, no consume energía y es autogestionable; sin embargo, requiere de una ubicación adecuada, pues se reduce su rendimiento en función a la velocidad del viento y es vulnerable a fenómenos meteorológicos. Referente al tipo cilíndrico, al ser más pequeño, presenta mayor resistencia a los vientos, pero tiene una menor capacidad de recolección de agua, ello a diferencia del atrapanieblas macrodiamante, el cual posee una alta eficiencia de captación y autoresistencia frente a vientos fuertes, además de un alto costo de instalación.

Fig. 1 Atrapanieblas en "·Tierra Prometida"

Prevención de la escasez de agua

Las mallas atrapanieblas comúnmente son conectadas a un sistema de regadío, con ello se permite la conducción de las aguas captadas a través de mangueras de goteo auto compensantes y que han de tener dispuesto, al final, un tanque donde se recibirán y administrarán las aguas captadas. Generalmente, dicho tanque es llenado al conducir el agua por gravedad a través del sistema de mangueras de goteo. El volumen de agua se dispone, entre otras actividades, para regar las líneas de la plantación de interés. Luego del término de riego, es necesario una nueva administración del agua sobrante, siendo destinada a un nuevo colector que llenará un nuevo tanque. De esta manera, el tanque almacenará los excedentes de los atrapanieblas superiores, así como de los inferiores; permitiendo que, en las épocas de escasez de niebla, por medio de impulsión y recirculación de agua, las plantaciones puedan seguir siendo abastecidas.

Proyectos de atrapanieblas para consumo humano

En la actualidad, diversos proyectos de atrapanieblas se emplazan en zonas periféricas de la costa peruana, anexas a asentamientos humanos con falta del servicio básico de agua y desagüe, y en su mayoría dependientes de los "aguateros"; por lo que, uno de los propósitos principales del agua recolectada por cada captador

de niebla es su uso para consumo humano. Sin embargo, de acuerdo a Suiney [7], los parámetros monitoreados del agua recolectada arrojan niveles de 3.3 en pH, cifra por debajo de lo exigido según la norma técnica peruana sobre la calidad del agua, puesto que el rango adecuado que establecieron oscila entre 5.8 a 8.2 de pH.

En consecuencia, el agua de niebla termina siendo no apta para el consumo humano, ya que su valor inferior de acidez (pH) afecta los compuestos químicos del agua y aporta mayor corrosión a las tuberías que transportan y abastecen el líquido; por lo cual, es necesario un tratamiento costoso de purificación que incorpore compuestos alcalinos, además de integrar filtradores en las mallas que retengan elementos atmosféricos contaminantes. De tal forma, los proyectos de atrapanieblas en el Perú resultan estar orientados en actividades de limpieza doméstica, sector industrial, agropecuario, etc.

1.1.2.3 Niebla

Son gotas de agua minúsculas suspendidas en el aire que al entrar en contacto con superficies conforman pequeñas cantidades de agua que pueden ser utilizadas. Los diámetros de las gotas de niebla típicamente oscilan entre alrededor de 1 lm a unas decenas de lm. Hay varios procesos de formación de niebla. En el primer método, las nubes de estrato bajo pueden formarse sobre un clima bastante frío cuerpo de agua, por ejemplo, el Océano Pacífico SE subtropical, el espesor y la altura de estas nubosidades van a influenciar en la formación de la niebla. En caso la afecten vientos, esta niebla es trasladada hasta la zona montañosa. De igual manera, existe otro sistema de formación, con el crecimiento de masa de aire húmedo a nivel del mar, por ello es necesario resaltar la importancia del océano en este sistema y el aprovechamiento que se le puede dar a este recurso [8].

Esta se clasifica en:

Nieblas de Evaporación

Se producen cuando se evapora agua en el aire frío. Este cambio de estado del agua puede ocurrir de dos maneras: cuando una corriente de aire frío y relativamente seco fluye o permanece en reposo sobre una superficie de agua de mayor temperatura. Muy común en zonas polares y sobre los lagos y lagunas en invierno. Cuando llueve si el agua que cae tiene mayor temperatura que el aire del entorno las gotas de lluvia se evaporan y el aire tiende a saturarse [9].

Nieblas por Enfriamiento

Se generan mediante la disminución que experimenta la capacidad del aire para retener vapor de agua cuando disminuye la temperatura. Existe una relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un volumen de aire y la que contendría si estuviese saturado, esta relación se ha definido como humedad relativa. La humedad relativa será del 100 % cuando el aire se halla saturado, esto es, cuando para una temperatura dada no puede admitir más vapor de agua sin condensar [9].

Niebla Orográfica

Se generan mediante la disminución que experimenta la capacidad del aire para retener vapor de agua cuando disminuye la temperatura. Existe una relación entre la cantidad de vapor de agua que contiene un volumen de aire y la que contendría si estuviese saturado, esta relación se ha definido como humedad relativa. La humedad relativa será del 100 % cuando el aire se halla saturado, esto es, cuando para una temperatura dada no puede admitir más vapor de agua sin condensar[9].

Niebla de Advección

Se generan cuando una corriente de aire cálido y húmedo se desplaza sobre una superficie más fría. El aire se enfría desde abajo, su humedad relativa aumenta y el vapor de agua se condensa formando la niebla. Para que este tipo de niebla se forme es necesario que el viento sople con una intensidad entre 8 y 24 km/h para que se pueda mantener constante el flujo de aire cálido y húmedo. De exceder este valor es probable que la niebla se desprenda del suelo, generándose una nube baja llamada estrato turbulento. Si el aire, por el contrario, está calmo, el vapor de agua se depositará sobre el suelo formando rocío. Son frecuentes en las zonas costeras, especialmente en invierno, cuando el aire relativamente más cálido y húmedo procedente del mar fluye hacia la tierra más fría. En verano, se produce de forma inversa, es decir sobre el mar, cuando el aire más cálido de la tierra se desplaza sobre el agua relativamente más fría.

Niebla de Precipitación

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

Niebla de Ladera

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

Niebla de Valle

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

1.1.2.4 Captación de agua de la niebla

Los captadores de agua de la niebla o atrapanieblas, pueden ser definidos como estructuras que se instalan a determinadas alturas en la costa o las montañas con el objetivo de captar las partículas de agua que posee la niebla, y poder aprovechar este recurso hídrico [10]. Estos sistemas consisten en (Figura 2):

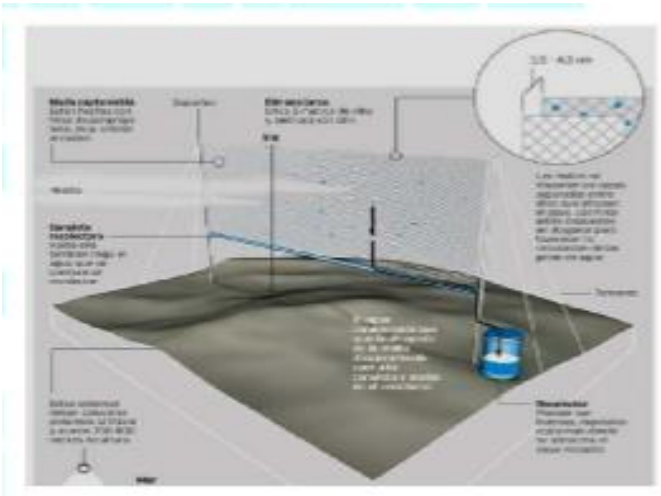

Fig. 2. Sistema de captacion de agua de niebla

- Una malla colectora con una luz determinada, que deja pasar la niebla y sobre la cual condensan el contenido en agua de la misma. Las mallas atrapanieblas están hechas con hilos de polipropileno, similares al nylon; pero pueden utilizarse otros materiales.

- Unos soportes que sirven de estructura para la malla colectora.

- Una canaleta recolectora sobre la cual, por gravedad, se recoge el agua condensada.

- Un depósito o recolector donde almacenar el agua acumulada y desde la cual se canaliza hasta el punto de consumo.

En el proceso de la captación de agua de niebla intervienen factores topográficos, meteorológicos y estacionales que condicionan el potencial y aplicabilidad de esta tecnología. Para la instalación de un sistema de captación de agua de nieblas se deben considerar dos fases: 1) prospección de nieblas con neblinómetros y 2) la construcción, operación y mantenimiento de los atrapanieblas.

Para la construcción de los captadores de agua de niebla se pueden emplear diversos materiales. Uno de ellos es la malla captadora, tiene una vida útil entre 3 y 10 años para la instalación completa. La malla más comúnmente empleada es la malla Raschel, de polipropileno o de nylon. Los últimos experimentos de los que se tiene constancia han ido encaminados a encontrar mallas y estructuras capaces de soportar tormentas. Para ello, los investigadores mencionados anteriormente, compararon distintos tipos de malla: la malla Raschel utilizada en Chile (con un coeficiente de cobertura del 35 % y es la propuesta por Schemenauer et al. [10], como la "malla estándar"), la malla de polipropileno de una empresa americana, Kimre Inc., USA y una malla plástica utilizada en invernaderos con un recubrimiento metalico denominada Aluminet. Habiendo constatado la malla Aluminet de 40 % de cobertura como la óptima, ya que es la más eficiente en cuanto a recolección de agua (recoge 10-50 % más de agua que la malla Raschel) y presenta una buena resistencia a las tormentas de arena.

En aquellos lugares donde no se tenga acceso a este tipo de malla, se puede seleccionar cualquier material que cumpla las siguientes características: a) Deje pasar la luz suficiente como para permitir la circulación de la niebla; b) sea de un material resistente; c) permita la condensación del agua sobre la malla; d) no altere las condiciones fisicoquímicas del agua captada.

Otros materiales que se pueden emplear para la condensación de agua son:

- Sacos de rafia (polipropileno laminado) acondicionados.

- Plástico de invernaderos (como el del Canal Abierto de Saneamiento), manipulado para establecer una forma de malla.

- Tiendas de campaña desechadas.
- Mosquiteras manipuladas.
- Telas o trapos (como opción menos eficiente) Los soportes del conjunto pueden ser de muy diversos tipos, siempre que proporcionen las necesidades estructurales adecuadas. En principio, una buena estructura con propiedades adecuadas estaría formada por soportes de acero inoxidable, dadas las condiciones húmedas de trabajo. La función de los soportes es:

a) permitir la ubicación en elevado, y la malla captadora en perpendicular a la dirección del viento predominante;

b) resistir el empuje de vientos de altas velocidades;

c) servir de soporte para las primeras fases del sistema de transporte del agua.

Los soportes pueden ser de bambú tratado, los propios arboles de la zona, postes de madera, postes de acero galvanizado o cualquier otro material resistente y estructural, y de fácil acceso en la zona de aplicación. Sumado a estos elementos están también otros que forman la estructura de los captadores de agua de niebla como son: los cables tensores horizontal y vertical de alambre galvanizado; barras de anclaje compuesta de tablillas de pino tratado y canaleta colectora y drenaje de PVC de 110 mm

Existen diferentes tipos de captadores de niebla (Tabla 1), que han permitido que esta tecnología se desarrolle como alternativa de abastecimiento en poblaciones de difícil acceso al agua potable. Los rendimientos en la cantidad de agua obtenida mediante estos captadores de niebla, oscilan entre los 4 l/m2/día (Cereceda et al. [14] para sistemas que se pueden considerar eficientes (rendimientos esperables varían de 2 a 10 l/m2/día), y 84 l/m2/día para sistemas muy eficientes.

Tabla I. Tipo de captadores

Tipo de captador	**Materiales**	**Redimiendo**	**Observaciones**
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). 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	Tubos revestidos con malla tipo Raschel. Hilos verticales de polietileno y un bidón de metal.	3.9 l/día/m² Obtuvo al primer día de aplicación 4.75 litros de agua de la nube.	Alta eficiencia de la captación y por otro lado presenta un alta autoresistencia de su estructura frente a los fuertes vientos. Alto coste por metro cuadrado de captación. Posee una alta eficiencia. Por su altura de 2 metros se ve poco afectado por los fuertes vientos.
Bidimensional (Fue realizado en El Tofo, Chile). Pueden ser paneles simples de 48m2, dobles 96 m2, triples 120 m2.	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/m²	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.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Aránguiz et al. (2009).

1.1.2.5 Estilos de malla atrapaniebla.

El estilo de malla se puede dividir en 2 tipos según su forma: mallas captadoras planas y mallas captadoras cilíndricas. Existen algunas subdivisiones las cuales no se tocarán en este proyecto, pero se dan a conocer: captadores en forma de escarabajo, en forma de cometa, en forma de tienda de campaña.

1.1.2.6 Captadores planos

Como su nombre lo indica, se trata de mallas planas similares a una pantalla de cine; son las más utilizadas en el mundo y se pueden usar de diferentes tamaños.

Fig.3: Captador plano

(Muerza, 2012)

1.1.2.7 Captadores cilíndricos

Los captadores cilíndricos poseen una desventaja respecto a los planos: debido a su tamaño, estos tienen menor capacidad de captación de agua y son ideales para proyectos a pequeña escala. Por otro lado, su principal ventaja es la facilidad para instalarlo, ya que por su forma de cilindro puede captar la niebla en la dirección en que esta se dirija, cosa que no tiene el captador plano [15].

Fig. 4 Captador cilíndrico

(Muerza, 2012)

1.1.2.8 Recolección del agua de niebla

Es una tecnología simple. Una malla está expuesta a la atmósfera, y la niebla es empujada a través la malla por el viento. Una fracción de las gotas de niebla es depositada sobre el material de la malla por impacto. cuando más y se depositan más gotas de niebla, se combinan para formar gotitas, corra el material de la malla hacia las canaletas y eventualmente a un tanque de almacenamiento [16]. Existe diferentes diseños de colectores de niebla en cuanto a su tamaño y forma, así como el material de malla utilizado. La niebla estándar Collector (SFC) se utiliza principalmente en estudios exploratorios para evaluar la cantidad de agua de niebla que se puede recoger en sitios dados. La construcción y el uso de este panel de malla plana se describe en detalle en. El SFC tiene una superficie de 1 x 1 m2, con una base de 2 m por encima del suelo y se instala perpendicularmente al viento dirección asociada con la aparición de niebla. Eso ahora se ha utilizado para medir los flujos de niebla en alrededor de 40 países. El Gran Colector de Niebla ha sido ampliamente utilizado para la recolección de niebla. El principio es idéntico al del SFC. es, sin embargo, mucho más grande. Principalmente, la malla tiene 4 m de altura y 10 m ancho. El borde inferior de la malla, con el canalón adjunto, debe estar lo más alto posible del suelo (típicamente 2 m) para aumentar la tasa de recaudación. En el diseño SFC, la malla se estira sobre un rígido marco. Para el LFC, la malla está sostenida por un marco hecho de cables, que se mantienen firmemente entre dos verticales [17].

La tasa de recolección de un colector de niebla está determinada por el contenido hídrico de niebla (LWC), la distribución del diámetro de gotas, el tamaño, disposición del material de la malla y la velocidad del viento.

Este sistema de atrapanieblas surgió debido al desabastecimiento de agua potable principalmente en los lugares de difícil acceso o poblaciones de riesgo y marginales. Se han realizado diversas investigaciones donde ha quedado en evidencia la eficacia de este sistema, sobre todo en aquellos donde se utilizan materiales de fácil acceso como la malla raschel debido a su alta capacidad de captar el recurso hídrico disponible [18].

Esta tecnología está en concordancia con la utilización de energía renovable y la reducción de la contaminación del medio ambiente, su funcionamiento permite la recolección de agua que es calculada a través de los litros por m2 de malla que puede ser recolectada. Existen diversas proporciones y tipos de filtro de malla que pueden utilizarse como de 35% a 95%, siendo los más utilizados de 80 y 85%[19].

Por otro lado, el sistema anticiclón del océano pacifico sur es una productora de neblina, este proceso se incrementa durante la época de verano, también producen precipitaciones en las zonas andinas. En la zona geográfica situada en las costas del país sureño de Chile tienen una gran influencia sobre América del Sur principalmente durante los meses de mayo a octubre, en tal sentido la recolección y utilización del agua procedente de la niebla es un recurso viable que puede ser aprovechado para consumo humano, la producción agrícola e incluso para la recuperación de las capas freáticas [20].

“El almacenamiento de agua es necesario, porque la niebla es intermitente y los períodos de niebla normalmente no coinciden con las necesidades de consumo. El almacenamiento puede ser de corto plazo, para suplir las diferencias entre captación de agua y consumo en ciclos de una semana o un mes, o de largo plazo, considerando el ciclo anual”. [21]

El agua recolectada será almacenada en un recipiente de 20 litros de capacidad, con un estudio diario para verificar la viabilidad del proyecto. En el mejor de los casos según (Cereceda e. a., 2014), se recogen de 1.4 a 12 l/m2/día, por lo cual el recipiente es suficiente para que no haya perdida del líquido por desbordamiento de este.

El líquido recogido por los prototipos bidimensionales, será llevado por una canal de PVC4, de un diámetro de 2 pulgadas. Esta canal estará conectada a una tubería de ½

pulgada, la cual llevara el líquido hasta el depósito final, se escoge de una dimensión menor, ya que, como se dijo anteriormente, el sistema no transportara liquido en gran magnitud.

Así mismo, para el sistema cilíndrico se usará como elemento transportador la tubería de ½ pulgada y como elemento colector, un plástico flexible al cual se le dará forma de canal, que cubrirá todo el cilindro; estará debidamente conectada a la tubería y a la malla para evitar desperdicio de líquido.

1.1.3 Formulación del problema

1.1.3.1 Planteamiento del problema

Durante las últimas décadas el aumento del número de personas a nivel mundial y la alta demanda de agua dulce se ha producido un déficit en el acceso a fuentes de agua potable. Existen estimaciones que casi 1/3 de la población mundial tiene que hacer frente a esta escasez, por este motivo con la finalidad de preservar este valioso recurso es necesario que se desarrollen tecnologías alternativas para su recolección y explorar otros métodos para el proceso de producción y distribución. Una de las fuentes de agua que no se toma en cuenta es la niebla, su recolección se realiza a través de un sistema pasivo, de costo accesible y bajo mantenimiento, siendo una opción sostenible con un potencial de desarrollo alto para suministra agua potable a comunidades donde no llegan los servicios de agua de manera óptima [22]. Este tipo de sistema también es utilizado para proyectos de reforestación en lugares con climas áridos, ha sido estudiado en diversos países y alrededor de los 5 continentes, su recolección es una alternativa a otras fuentes de agua escasas [23].

Para ello, se utilizan métodos relativamente sencillos, como el uso de mallas, quedando la humedad atrapada en la misma. Las gotas se acumulan y poco a poco corren hacia abajo por acción de la gravedad, acumulándose en un depósito. Para predecir la cantidad de agua recogida a través de la niebla es algo complejo debido a la falta de estándares, algunos estudios toman en cuenta valores máximos o tasas de recolección anuales. Una estandarización en los procesos, en la recolección de información permitirá mejorar los procedimientos y la eficacia en estos sistemas [24].

El presente estudio busca, generar conciencia, establecer la eficacia de un sistema de atrapanieblas con un propósito de implementar la producción de agua potable, beneficiar para la creación de ecosistemas, reforestar zonas áridas y brindar estabilidad al desarrollo social sostenible.

1.1.3.2 Problema general

¿Como se realiza el diseño de atrapanieblas para mejorar el abastecimiento de agua potable en asentamiento humano Tierra Prometida – Ica-2023?

1.1.3.3 Problemas específicos

a.- ¿Cuál es el potencial de captura de agua para mejorar el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida – Ica-2023?

b.- ¿Cuál es el rendimiento de dos diseños de atrapanieblas utilizando un nivel de porosidad de malla de 65 y 80%, para evaluar la eficiencia en el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida -Ica-2023?

1.1.4 Justificación e importancia

1.1.4.1 Justificación

El presente estudio se justifica porque se busca establecer la eficacia del uso de atrapanieblas como opción en el abastecimiento de los recursos hídricos en las zonas donde este recurso es escaso y las fuentes clásicas de distribución no cubren la necesidad de la población. El desarrollo de esta investigación tiene una importancia crucial debido a la alta demanda de agua que sufre la población en esta zona geográfica, no cuenta con el recurso suficiente para cocinar, lavar y realizar sus necesidades mínimas, esta situación conlleva al desarrollo de enfermedades como la Iras (enfermedad diarreica aguda) que afecta principalmente a los niños. Es por ello, con el diseño de estos sistemas y evaluar su eficacia se pueden plantear estrategias para su implementación y abastecer a una gran cantidad de esta población, previniendo la aparición de enfermedades y mejorar sustancialmente su calidad de vida.

1.1.4.2 Importancia

Con el actual estudio se quiere dar una alternativa a los problemas que afrontan muchas comunidades, como el limitado acceso a fuentes hídricas, la inestabilidad, la baja calidad y los altos costos del servicio de suministro de agua.

Se desea determinar la viabilidad de la implementación del sistema mallas atrapanieblas, para conocer su funcionamiento en un punto específico de la provincia de Ica; de manera puntual en el asentamiento humano “Tierra prometida”, con el fin de contribuir a los estudios que en un futuro permitan plantear un proyecto a gran escala en este sector. Esta comunidad se ubica en una zona geográfica desértica, el cual permite la presencia permanente de neblina en las horas de la noche y la madrugada.

Por otro lado, al igual que la mayoría de los municipios, se tiene problemas de escasez de agua potable, ya que la misma se obtiene de tanques y no está potabilizada, lo que implica que requiere de ser hervida en casa para ser apta para el consumo humano y por el otro, debido a la falta de infraestructura es difícil que llegue a la zona de estudio.

Asimismo, el problema no es sólo la calidad del agua; también es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima del líquido al día. En promedio una persona debe consumir entre 1,5 y 2 litros al día dependiendo del peso (Sanoja, 2016), de lo contrario se pueden presentar algunos problemas de salud. “Por esto es importante que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo.” (UNICEF, 2016).

En el presente estudio se busca verificar si es viable la instalación de las mallas como una fuente de agua secundaria al acueducto municipal para que dicho líquido no escasee, sino que, por el contrario, sea de allí donde surja la afluente de respaldo al acueducto existente.

1.1.5 Objetivos

1.1.5.1 Objetivo general

Determinar el diseño de un atrapanieblas para mejorar el abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023.

1.1.5.2 Objetivos específicos

a.- Determinar el potencial de captura de agua para mejorar el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023.

b.- Identificar el rendimiento de dos diseños de atrapanieblas utilizando un nivel de porosidad de malla de 65 y 80%, para evaluar la eficiencia en el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023.

1.1.6 Hipotesis y variables

1.1.6.1 Hipotesis general

El diseño del atrapanieblas mejora el abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023.

1.1.6.2 Hipotesis específicas

a.- Si se determina el potencial de captura de agua entonces se mejora el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023.

b.- Si se identifica el rendimiento de dos diseños de atrapanieblas utilizando un nivel de porosidad de malla de 65 y 80%, entonces se evalua la eficiencia en el abastecimiento hídrico en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2023

1.1.6.3 Variables

a) Variable independiente

diseño del atrapanieblas.

b) Variable dependiente

abastecimiento de agua potable.

1.1.6.3 Operacionalización de variables

Tabla II Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	valoración	Instrumento
diseño del atrapanieblas.	Potencial de captura de agua	-	Muy Buena Buena Regular Mala Muy mala	Observación Encuesta
abastecimiento de agua potable	Abastecimiento hídrico	-	Muy Buena Buena Regular Mala Muy mala	Observación Encuesta

II.- ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Tipo, nivel y diseño de estudio

2.1.1 Tipo de investigación:

El estudio fue aplicativo, con la información recolectada se buscó establecer un fin y este se realizó de manera metódica y organizada.

De enfoque cuantitativo, se evaluó los fenómenos o variables que fueron analizados a través de procesos estadísticos.

2.1.2 Nivel de investigación:

Según De la Torre (2011), quien escribió el libro "Métodos estadísticos para la investigación", el nivel de estudio es el descriptivo,

2.1.3 Diseño de investigación:

Cuasi experimental, de corte transversal

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población

Es el recurso hídrico captado en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2024.

2.2.2 Muestra:

Es el recurso hídrico captado en asentamiento humano Tierra Prometida, Ica, 2024.

2.3 Técnicas de recolección de información

Los principales métodos de recopilación de información se basarán principalmente en la recopilación de documentos: una opción preventiva importante para llevar a cabo un método cualitativo apropiado de análisis de contenido, también conocido como estudio de caso en la investigación jurídica; Además, se utilizó otro método de recogida de información como es el cuestionario. La información sobre las conexiones entre las variables del estudio se recopiló mediante dos métodos diferentes.

1.- Como método de prueba.

2.- Utilizo la observación para recoger datos.

2.4. Instrumentos de recolección de datos

La recopilación de documentos sirvió como base para la estrategia de recopilación de información primaria. Pudimos confirmar la coherencia de las hipótesis propuestas gracias a la herramienta de recolección de información, la cual está compuesta por tablas técnicas que documentan metódicamente las variables y los indicadores que les corresponden

El estudio ha utilizado los siguientes instrumentos:

Guía de entrevistas a profundidad, fuentes documentarias, diario de campo, guía de observación y lista de cotejo.

El enfoque cualitativo opta por la construcción de datos descriptivos para atender un abanico de posibilidades en el camino de la exploración, dando mayor énfasis a la indagación en profundidad para, no solo captar los hechos reales, sino también el avance en la comprensión de los diversos elementos que se relacionan con la problemática de interés (Flick, 2004, p. 76).

La guía de entrevistas, es un guion elaborado por el investigador, del cual se basa para recopilar la información requerida. En efecto, la entrevista es una conversación dirigida a un sujeto que participa en el estudio y está en base a las necesidades de información del investigador.

Fuentes documentarias: son los materiales físicos y/o virtuales que el investigador tiene a disposición, en las cuales se basa su experticia de interpretación. Se clasifican en dos tipos: Fuentes primarias y fuentes secundarias, las primeras son aquellos documentos que ofrecen información escrita de primera mano, estos pueden ser testimonios, manuscritos incunables, mientras que los segundos son escritos que tratan de los primeros.

2.5 Técnicas de análisis e interpretación de datos

Luego de recoger los datos, fueron ordenados, clasificados y se les asigno un código para su posterior tabulación en el software estadístico SPSS, donde se realizó los procedimientos estadísticos y su interpretación subsiguiente.

La estadística descriptiva fue presentada en tablas de frecuencia y gráficos de distribución, su formación estuvo basada en los objetivos específicos y general. En caso de estadística inferencial previamente se estimó si existe distribución normal o no.

III.- RESULTADOS

3.1 ¿Cómo hacer un atrapanieblas?

¿Qué es un atrapanieblas?

Es un sistema usado para la captación de agua por medio de la niebla en el cual se realiza un proceso de condensación para extraerla.

Materiales

- Palos de bambú
- Tornillos
- Cabuya para sostener la base del atrapanieblas
- Maya plástica para retener el líquido
- Recipiente para recoger el agua

Paso 1:

Cortar los palos de bambú con un serrucho con medidas de 1 metro de largo y 3 centímetros de ancho, los cuales requieren 15 palos de bambú.

Fig. 5. Corte del bambú

Fig.6. Cortes realizados al bambú

Paso 2:

Amarrar los palos con cabuyas, o si prefieres un mejor agarre usar tornillos, taladramos los orificios, para insertar los tornillos.

Fig. 7. Inserción de tornillos

Paso 3:

Lo primero que hacemos para La pirámide es un cuadrado, 4 cortes de bambú y vamos armando otros 4 cortes con forma de triángulo.

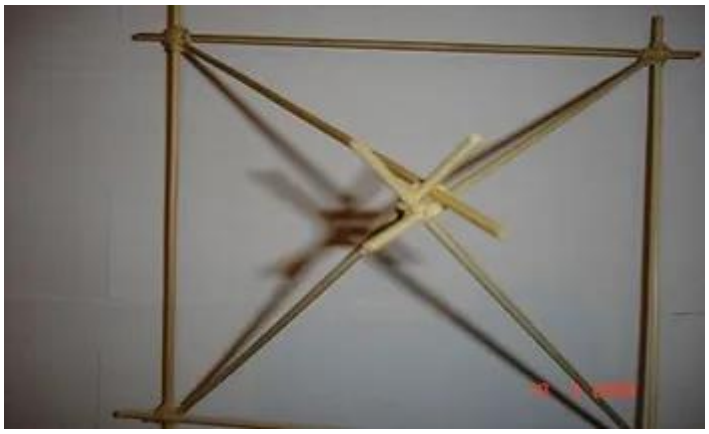

Fig. 8. Armado de pirámide

Paso 4:

Ya cuando tengamos las bases (figura 4), vamos poniendo los palos en forma de escaleras, cada corte debe ir de mayor a menor como observamos en la imagen.

Fig.9. Fin de construcción

Paso 5:

Como podemos ver en la figura 5 la pirámide ya tiene la malla raschel, esta malla capta mejor el agua, esta malla va por dentro de la pirámide.

Fig. 10. Malla Raschel

Paso 6:

En este último paso ponemos un recipiente en el fondo de la pirámide por la parte exterior para poder recoger el agua captada.

Fig. 11 captador cilíndrico de sistema de captación

3.2 Características de las pruebas

Se realizarán prototipos usando mallas con porcentajes de sombra de un 50% y de 35% a doble paño, las formas en las que se presentarán serán, una como neblinómetro estándar y el otro se presentara el m2 del neblinómetro estándar en forma cilíndrica.

Se dispuso de postes de guadua para levantar la malla, por su firmeza y resistencia a la humedad, con una altura de 3 metros y un diámetro aproximado de unos 40 cm en su base. Los postes se empotraron en el suelo a una profundidad media de 80 cm, para evitar que la estructura cayera debido a los vientos.

Para el neblinómetro estándar, se disponen de las mallas de 1 m2, la malla es atada a los postes mediante alambre y posee un sistema de recolección mediante una canal, el cual baja por un tubo, hasta un depósito con tapa.

El neblinómetro cilíndrico, se dispondrá de 1 m2 de las mallas para darle su forma cilíndrica, de igual manera se sujetará a los postes por medio de alambre y su sistema de recolección se dará, por medio de plástico que funcionará como canal y que cubrirá el cilindro. Para dar su forma cilíndrica, se realizarán círculos en alambre, por los cuales se sujetará la malla.

En días previos a la prueba se observa la tendencia del viento de viajar en la dirección noreste, por lo cual se decidió orientar las mallas bidimensionales en esta dirección.

Para la caracterización de las condiciones ambientales se tomaron lecturas de temperatura y humedad con un termómetro higrómetro digital, el cual para la temperatura tiene un rango de 0° C a 50° C y una precisión de ±1°C; y para la humedad relativa posee un rango de 25% a 98% de humedad relativa, con una exactitud de ±5%.

También se tomaron medidas de la velocidad del viento por medio de un anemómetro digital Uni-t Ut363, con un rango en su velocidad del 0 a 30 m/s y una precisión de ± 0.5 m/s.

Fig. 12 Termómetro Higrómetro Digital

Fuente: Propia

Fig. 13 Anemómetro digital

Fuente: Propia

Para considerar el impacto de la lluvia en los volúmenes de recolección, se instaló un pluviómetro básico muy cerca al sitio donde estaban los neblinómetros.

EL pluviómetro utilizado se construyó a partir de una botella de plástico a la cual se le realizó un corte a 2/3 de su altura y la parte cortada se introdujo de cabeza entre la parte más grande, tal como se muestra en la figura 8.

continuación, se realizó una escala graduada en la botella marcando lateralmente en fracciones de 5ml.

Fig.14 Fabricación Pluviómetro

Fuente: Propia

En los pluviómetros de este tipo, la precipitación se calcula a partir de la siguiente relación:

$$Precipitacion: \frac{agua\ recogida\ en\ pluviómetro}{área\ del\ pluviómetro}$$

En un pluviómetro estándar cada ml de la escala graduada corresponde a 1 L/m2. En este caso se utilizó un pluviómetro de 8.9 cm de diámetro por lo cual se deberá encontrar la relación correspondiente.
Primero se determina el área del pluviómetro de la siguiente manera:

$$A=\pi r2=\pi*4.25^2=56.74\ cm^2$$

Con esta área se obtiene la cantidad de precipitación en mm por cada ml medido en el pluviómetro:

$$1\ ml\ /\ 56.74\ cm^2\ \ =\ \ 0.0160 ml/cm^2$$

$$0.160 ml/cm^2 * 1L/1000 ml * 10000 cm^2/1 m^2 = 0.17 L/m^2$$

En resumen, para el pluviómetro utilizado en las pruebas, cada ml medido corresponde a 0.16 mm (L/m2) de lluvia.

TABLAS DE DATOS

Promedio de temperatura normal para ICA

Para ICA, el mes con temperatura más alta es marzo (32.9°C); la temperatura más baja se da en el mes de julio (10.1°C); y llueve con mayor intensidad en el mes de febrero (2.98 mm/mes)

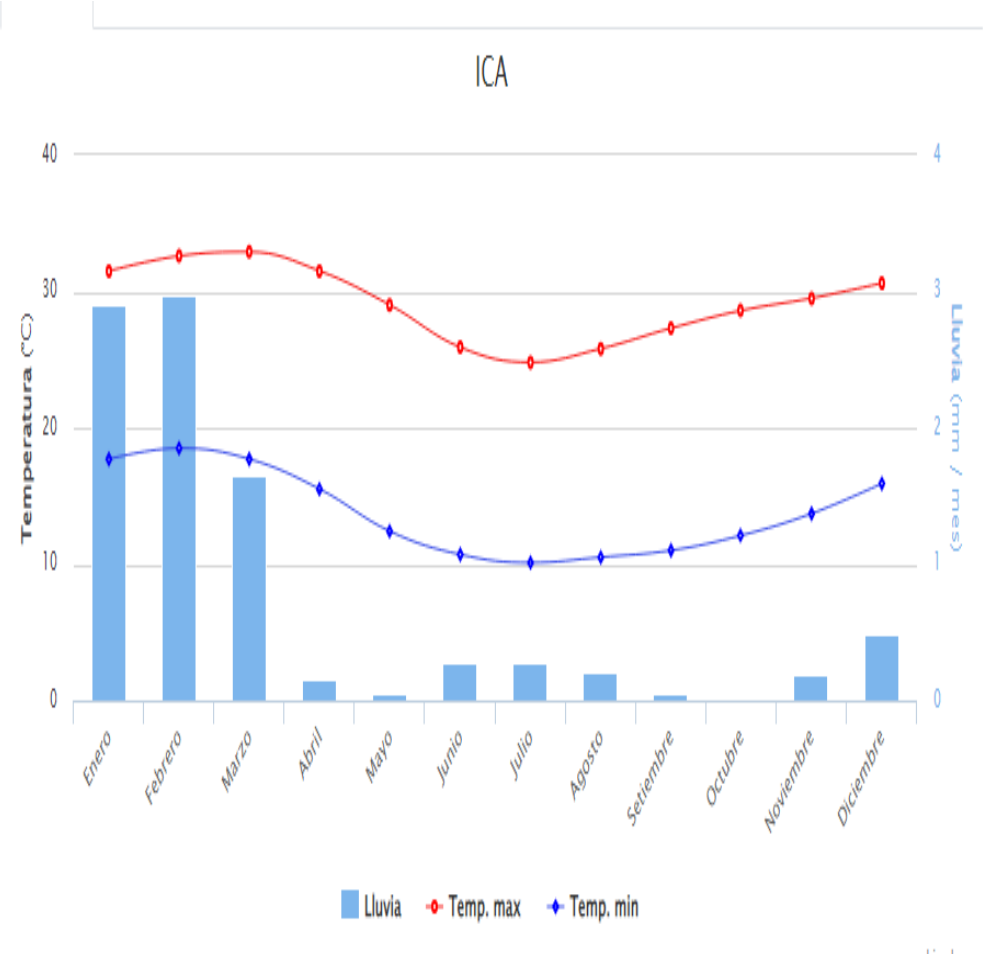

Fig. 15 Promedio de temperatura normal para ICA

Tabla III. Datos históricos del tiempo Ica

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	23.3	23.8	24	22.9	21	19.3	18.8	19.1	19.8	20.5	21.2	22.3
Temperatura min. (°C)	19.7	20.6	20.6	19.3	17.4	15.7	15.1	15.1	15.5	16.2	17	18.4
Temperatura máx. (°C)	28.7	28.7	29	28.3	26.5	24.7	24.4	25	26.1	26.9	27.4	28.2
Precipitación (mm)	26	37	27	5	0	0	0	0	0	1	1	7
Humedad(%)	67%	69%	68%	66%	62%	61%	58%	57%	56%	57%	59%	63%
Días lluviosos (días)	5	8	6	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Horas de sol (horas)	7.8	6.9	7.8	8.8	9.7	9.5	9.5	9.8	10.3	10.8	11.0	10.0

Humedad en Ica

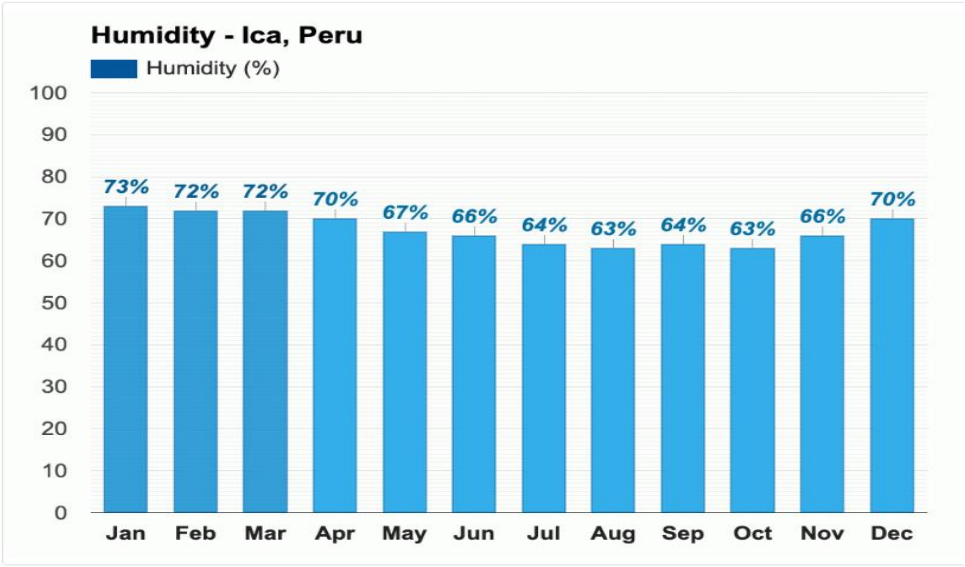

Fig. 16 Humedad en Ica

Fuente: propia

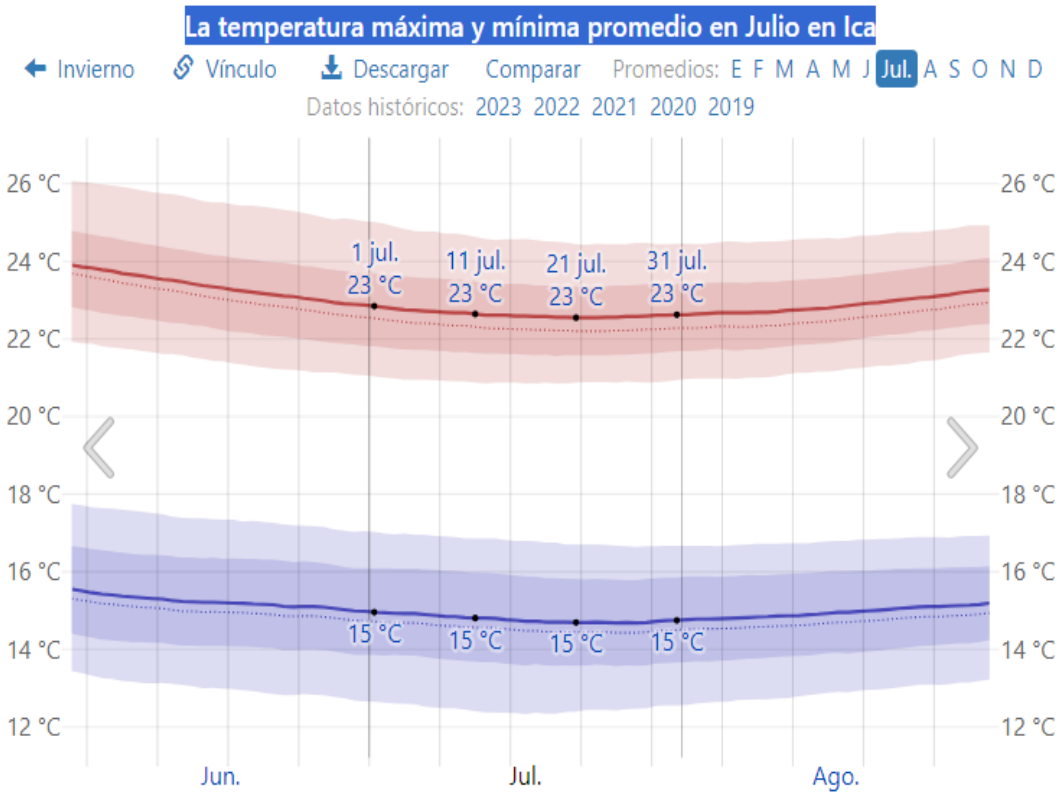

Fig. 17: La temperatura máxima y mínima promedio en Julio en Ica

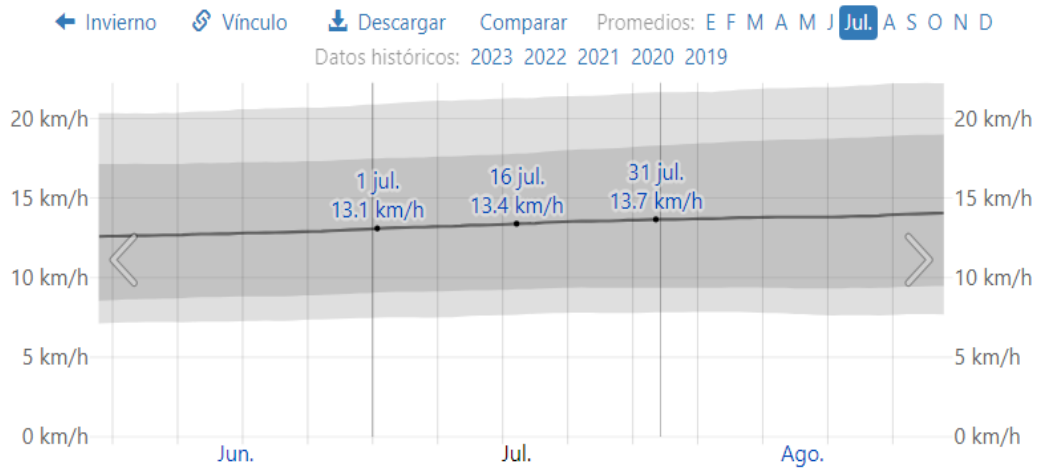

Fig. 17 Velocidad promedio del viento en Julio en Ica

El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

Los prototipos fueron puestos a prueba entre el 10 de julio al 6 de agosto de 2023, contabilizando 30 días calendario, obteniendo los siguientes resultados, donde hubo

algunos datos en ciertos horarios que no se tomaron, por falta de disponibilidad de tiempo para realizar la toma, entonces estos no fueron tenidos en cuenta, ya que, se quería ver la diferencia en los datos tomados y los proporcionados por internet.

Tabla IV. Datos climáticos en el mes de julio-agosto del año 2023-Ica

Dia	**Hora**	**Velocidad Km/hr**	**Temperatura**	**Humedad %**	**Temperatura de rocío**
10/07/23	7:26	10.4	14.6	58.2	15
10/07/23	10:20	10.8	14.9	58.6	15
11/07/23	8:00	10.1	14.8	58.2	16
11/07/23	17:30	11.2	21.2	57.6	16
12/07/23	6:45	9.8	14.7	58.4	16
12/07/23	9:45	10.1	18.1	58.9	16
13/07/23	6:52	9.8	14.1	58.6	15
13/07/23	18:06	12.4	20.2	58.2	16
14/07/23	8:28	9.8	14.8	57.4	15
14/07/23	16:20	13.1	25.2	58.4	15
15/07/23	7:45	10.4	13.9	58.2	15
15/07/23	18:00	13.2	21.9	57.6	15
16/07/23	7:24	10.5	14.6	58.2	14
16/07/23	18:20	13.1	23.3	57.6	14
17/07/23	8:12	10.2	14.1	58.6	17
17/07/23	19:30	13.1	22.8	58.2	16
18/07/23	6:55	9.4	13.8	58.6	15
19/07/23	11:45	10.5	16.9	58.4	13
20/07/23	7:32	10.4	10.8	57.6	14
21/07/23	8:06	9.8	12.9	58.4	12
22/07/23	18:28	13.2	21.4	58.6	14
23/07/23	6:20	9.7	12.8	58.6	15
24/07/23	17:45	12.8	22.3	58.8	15
25/07/23	8:02	9.4	12.8	58.6	16
26/07/23	6:24	10.4	11.9	58.4	16
27/07/23	19:20	13.6	24.6	58.4	14
28/07/23	8:10	9.4	13.1	57.6	14

29/07/23	16:30	12.6	20.8	58.2	16
30/07/23	6:35	9.4	14.4	57.6	16
1/07/23	7:45	9.6	14.8	58.4	16
2/07/23	17:32	13.2	22.6	57.2	15
3/07/23	18:06	13.1	20.8	57.6	15
4/07/23	8:38	9.7	14.4	57.2	14
5/07/23	6:20	9.2	13.9	56.6	15
6/07/23	18:45	13.3	21.6	58.4	16

Fuente: Propia

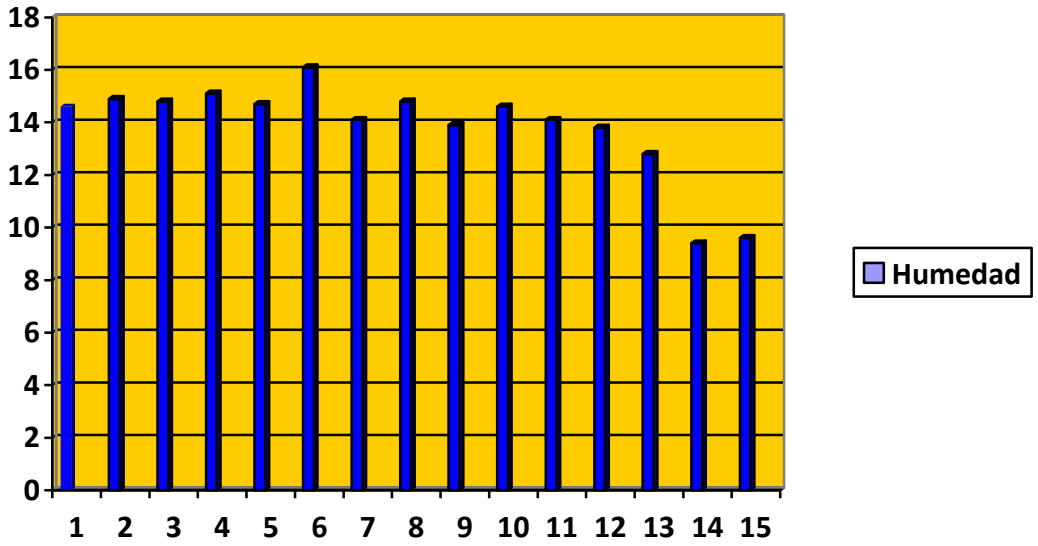

Fig. 17 Humedad en el mes de julio en Ica

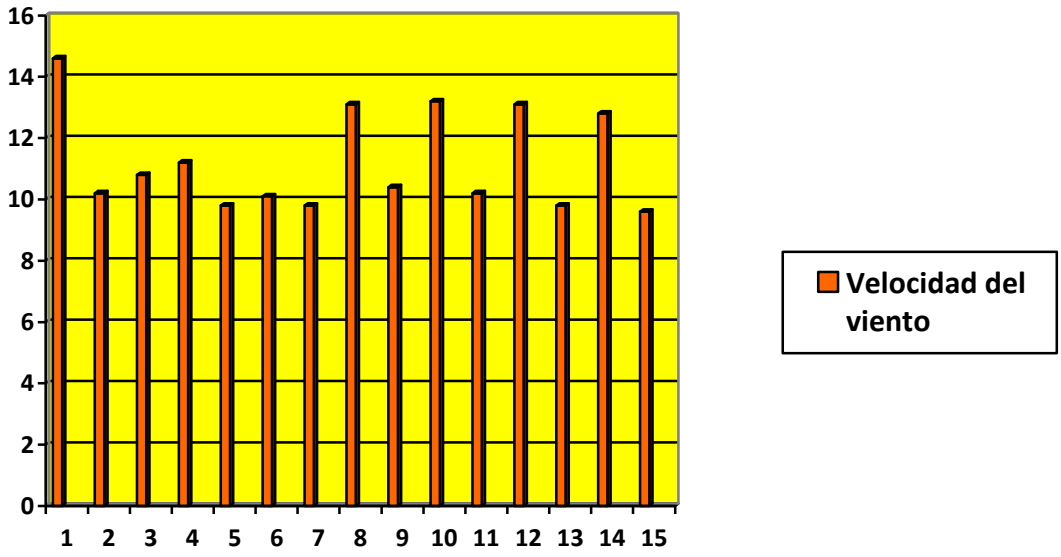

Fig. 18 Velocidad del viento en el mes de julio en Ica

Tabla V: Agua total recolectada de niebla en ml

N° DÍAS	MALLA PLANA 50%	MALLA CILÍNDRICA 50%	MALLA PLANA 35% DOBLE	FECHA	PRECIPITACIONES MM
1	0	0	0	10 julio	
2	620	630	630	11 julio	
3	310	300	320	12 julio	
4	180	175	190	13 julio	
5	180	160	195	14 julio	
6	0	0	0	15 julio	
7	1500	1200	1550	16 julio	
8	60	55	65	17 julio	
9	250	200	260	18 julio	
10	60	55	65	19 julio	
11	290	280	300	20 julio	
12	3015	3010	3045	21 julio	
13	1450	1250	1550	10 julio	
14	120	110	130	22 julio	
15	1210	1100	2450	23 julio	

16	2400	2100	2460	24 julio	
17	0	0	0	25 julio	
18	0	0	0	26 julio	
19	60	55	65	27julio	
20	110	100	120	28 julio	
21	0	0	0	29 julio	
22	900	850	950	10 julio	
23	0	0	0	30 julio	
24	0	0	0	1 agosto	
25	65	60	70	2 agosto	
26	100	80	150	3 agosto	
27	0	0	0	4 agosto	
28	15	15	20	5 agosto	
29	50	45	55	6 agosto	
30	0	0	0	7 agosto	
Total	12945	11830	14640		
Promedio total del mes	431.5	394.33	488		
Promedio total del mes	616.42	563.33	697.14		

Fuente: propia

IV DISCUSIÓN

A continuación, se presenta el análisis de estos resultados mediante gráficas que permiten comparar el comportamiento de los diferentes prototipos y la relación con las variables ambientales más relevantes.

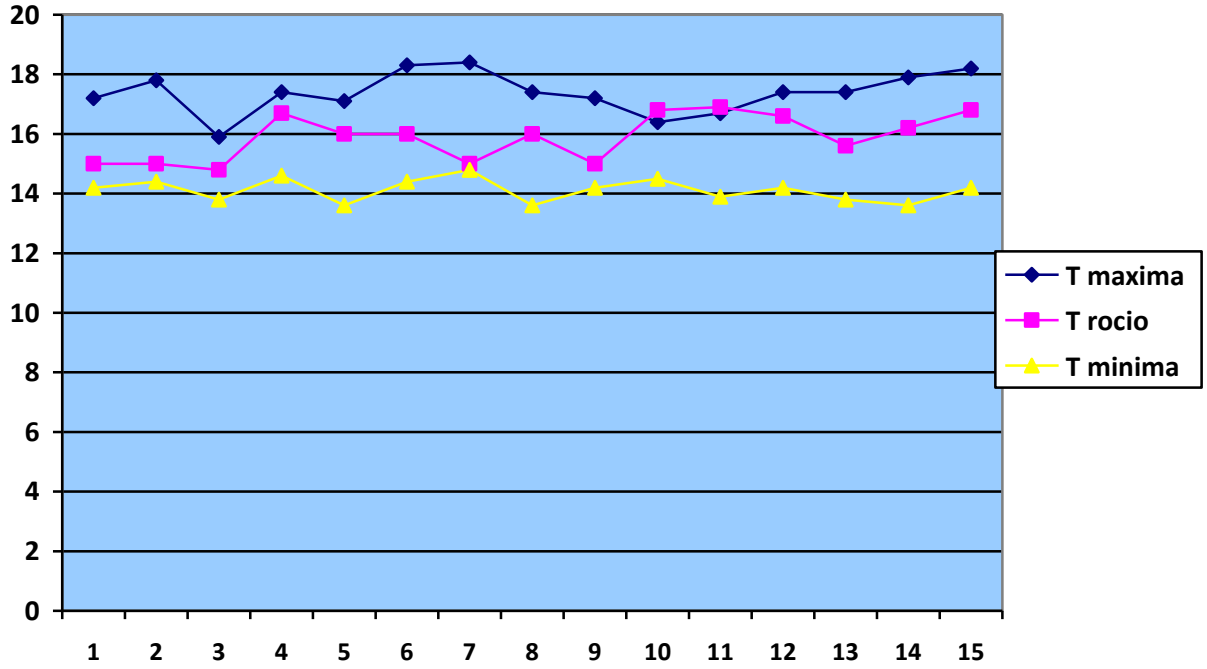

Fig. 19: Temperatura de rocío vs Temperatura ambiente mínima

Fuente: Propia

En la gráfica se observa que la temperatura del ambiente siempre estuvo por encima de la temperatura de rocío, lo cual influye en que la humedad presente en la niebla tuviera dificultades de condensarse.
En los días 10/08/23 y 11/08/23 en la toma de datos de las 6:00 a.m. la temperatura del sitio estuvo por debajo de la temperatura de rocío dada por climate.org. y lo cual, al remitirnos a la Tabla 11, notamos que la recolección para esos días no tuvo mayor incremento, pues se esperaba una diferencia notoria en comparación con el resto de días de estudio.

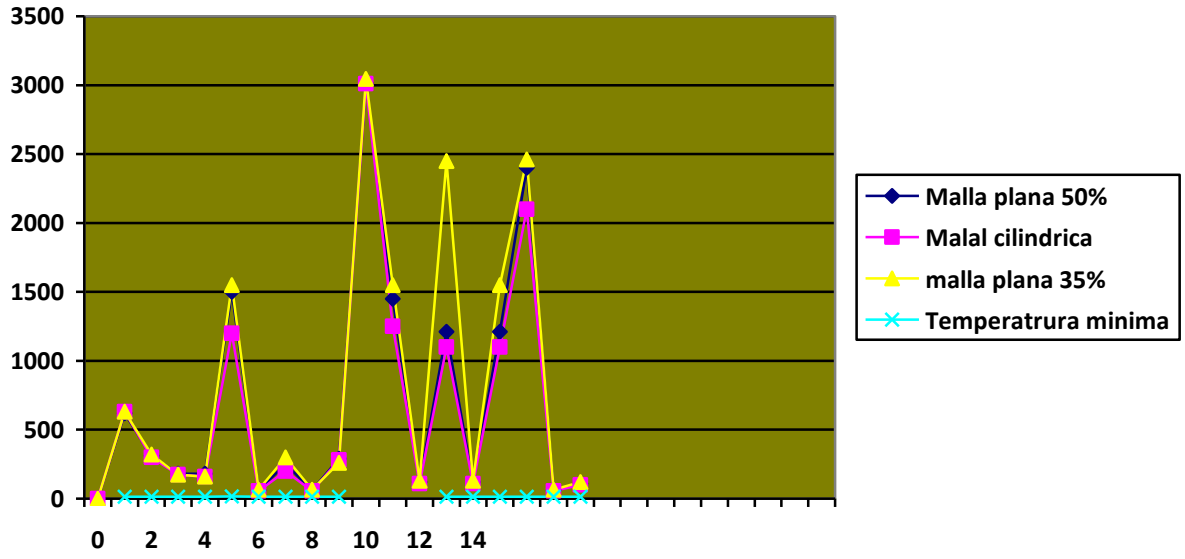

Fig. 20. Captación de agua y temperatura mínima

Fuente: propia

Fig. 21: Volumen recolectado vs humedad

Fig. 22: Volumen recolectado vs velocidad el viento (Km/h)

Así mismo, se obtuvo una humedad superior al 80%; indicador de una apropiada cantidad de agua en el ambiente, y por ello, beneficioso para este proyecto. Ya que como se observa en la fig. 21 vemos que los puntos más altos de recolección se dieron arriba de 85% de humedad

En la figura 22 observamos que los días donde hubo lluvia, se presentaron los picos más altos de recolección, "esta captación de agua se refieren a "agua atmosférica", ya que los sistemas de captación fueron capaces de recoger no solamente agua de niebla sino también, en determinados momentos, agua de precipitaciones en forma de lluvia o llovizna" (NER GROUP, 2014) o también se puede atribuir está mejor recolección a la niebla frontal que "se forma por la saturación del aire con lluvias continuas" (El tiempo, s.f.)

Para el grafico 9, en los picos más altos de la velocidad se ve una mejoría en la recolección, pero cabe aclarar que velocidades demasiado altas pueden afectar los prototipos y sacar las gotas recolectadas fuera de la malla

Al observar los resultados obtenidos y comparando estos entre sí, se observa una pequeña diferencia entre las dos mallas, se observa como la pantalla plana fue más eficiente al momento de recolectar el líquido que la malla cilíndrica, teniendo alrededor de un 2.38% de efectividad más.

En el caso expuesto en este proyecto, resulto beneficioso las mallas bidimensionales, ya que, se tuvo una homogeneidad en la dirección del viento como se presenta en la Tabla 13, en ambos casos vemos como fue superior la malla bidimensional al momento de recolectar agua, ya sea de 50% de porosidad o 35% a doble paño.

V CONCLUSIONES

1.- A través de este trabajo inferimos que el atrapanieblas es muy efectivo, entre más fría la ciudad, pueblo, municipio etc., en donde se instale tendremos mejores resultados de captación de agua, este es un que es muy viable para la personas, ya que no se requiere de muchos recursos económicos y su elaboración es fácil, en los países, pueblos, veredas o barrios donde no cuentan con un adecuado acueducto, el atrapanieblas es una excelente y viable solución a las necesidades básicas de las personas, con respecto a la obtención del recurso hídrico.

VI RECOMENDACIONES

1.-

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] A Canto, W., López, J., & Meneses, R. Construcción de Atrapanieblas. (C. N. Forestal, Ed.), Santiago de Chile, Chile. Obtenido de:

http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR08655.pdf .1999

[2] F. Castañeda, B. Mendoza. Criterios Metodológicos para la Definición de Sistemas de Captación de Aguas con Base en Lluvia Horizontal.2014, Bogotá, Colombia. Obtenido de:

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1748/1/Atrapanieblas

[3] P. Cereceda. Los Atrapanieblas, Tecnología Alternativa para el Desarrollo Rural Sustentable. Santiago de Chile, 2000. Obtenido de:

http://aprchile.cl/pdfs/Atrapanieblas%204_Cereceda.pdf

[7] A. Cáceres, L. Cairampoma. Evaluación de la Eficiencia de Colecta de agua del Sistema de Atrapanieblas Hexagonal y Estándar en Asentamiento Humano Ida Lossio Villa el Salvador Y Asentamiento Humano Villa Pachacútec (Ventanilla), Perú [tesis pregrado]. Lima. Universidad Peruana Union, 2020. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/3202

[9] M. Estrella, J. Valiente, D. Corell, M. Millan. Fog collection in the western Mediterranean basin (Valencia region, Spain). Atmospheric Research, 2008, 87: 324–337.

[10] J. Olivier, C. Rautenbach. The implementation of fog water collection systems in South Africa, Atmospheric Research; 2002 Mar; 64: 227-238.

[11] I. Lekouch, M. Muselli, B. Kabbachi, J. Ouazzani, Melnytchouk-Milimouk I,Beysens D, Dew, fog, and rain as supplementary sources of water in south-western Morocco, Energy. 2010 Mar; 36: 2257-2265.

[12] O. Klemm, R. Schemenauer, A. Lummerich, P. Cereceda, V. Marzol, D. Corell, et. al., Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives. Ambio. 2012 Feb; 41: 221-234

[13] S. Prada, M. Menezes, C. Figueira, M. Oliviera. Fog precipitation and rainfall interception in the natural forests of Madeira Island (Portugal), Agricultural and Forest Meteorology. 2009 Feb; 149: 1179-1187.

[14] P. Cereceda, P. Hernández, J. Leiva, & Rivera, Agua de niebla. La Niebla una fuente alternativa de recursos hídricos en zonas semiáridas, con sistemas de captación altamente eficiente y ususno tradicionales". Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica .2014

[15] R. Salgado, Atrapanieblas. Saber Mas, 2016

https://www.sabermas.umich.mx/secciones/tecnologia/486-atrapanieblas.html.

[16] M. Estrella, J. Valiente, D. Corell, M. Millan. Fog collection in the western Mediterranean basin (Valencia region, Spain). Atmospheric Research, 2008, 87: 324–337.

[17] J. Olivier, C. Rautenbach. The implementation of fog water collection systems in South Africa, Atmospheric Research; 2002 Mar; 64: 227-238.

[18] I. Lekouch, M. Muselli, B. Kabbachi, J. Ouazzani, Melnytchouk-Milimouk I,Beysens D, Dew, fog, and rain as supplementary sources of water in south-western Morocco, Energy. 2010 Mar; 36: 2257-2265.

[19] O. Klemm, R. Schemenauer, A. Lummerich, P. Cereceda, V. Marzol, D. Corell, et. al., Fog as a Fresh-Water Resource: Overview and Perspectives. Ambio. 2012 Feb; 41: 221-234

[20] W, 3. Dr. Pere Marqués Graells, (4/09/2007), Impacto de las TIC en Educación: Funciones y Limitaciones, diciembre 10, 2007. http://dewey.uab.es/pmarques/siyedu.htm

[21] P. Cereceda P y M. Schemenauer An alternative wáter supply for Chilean coastal desert villages. International journal J. Water Resources Development 8: 53-59. 1992

[22] A Canto, W., López, J., & Meneses, R. Construcción de Atrapanieblas. (C. N. Forestal, Ed.), Santiago de Chile, Chile. Obtenido de:

http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR08655.pdf .1999

[23] F. Castañeda, B. Mendoza. Criterios Metodológicos para la Definición de Sistemas de Captación de Aguas con Base en Lluvia Horizontal.2014, Bogotá, Colombia. Obtenido de:

https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1748/1/Atrapanieblas

[24] P. Cereceda. Los Atrapanieblas, Tecnología Alternativa para el Desarrollo Rural Sustentable. Santiago de Chile, 2000. Obtenido de:

http://aprchile.cl/pdfs/Atrapanieblas%204_Cereceda.pdf

[25] De la Torre. Métodos estadísticos para la investigación.2011

https://www.academia.edu/16965455/M%C3%A9todos_Estad%C3%ADsticos_para_la_Investigaci%C3%B3n

VII ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
Problema general ¿De qué manera los programas computarizados mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022? **Problemas específicos** a.- ¿De qué manera las estrategias metodológicas computarizados mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022? b.- ¿De qué manera los programas computarizados según el modelo de Van Hiele mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica? 2021- 2022.?	**Objetivo general** Determinar de qué manera los programas computarizados mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022 **Objetivos específicos** a.- Determinar de qué manera las estrategias metodológicas computarizados mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022. . b.- Determinar de qué manera los programas computarizados según el modelo de Van Hiele mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022.	**Hipótesis general o principal** Si se determina de qué manera los programas computarizados mejora la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022 **Hipótesis específicas** a.- Si se determina de qué manera las estrategias metodológicas computarizados mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022 b.- Si se determina de qué manera los programas computarizados según el modelo de Van Hiele mejoran la enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico, en las instituciones educativas del nivel secundario del cercado de Ica 2021- 2022	**a) Variable independiente** programas computarizados **b) Variable dependiente** enseñanza aprendizaje del razonamiento geométrico	**Tipo de investigación:** Aplicada **Nivel de investigación:** Descriptivo **Diseño de investigación:** Pre test-Pos test **Muestra:** Es un subconjunto de la población de los sujetos, elegidos dentro de una categoría (Institución Educativa con dos cursos paralelos del 4º y 5° año de 170 alumnos.