

Efficiency of water collection for three types of mesh trappers in rural highlands of the northern highlands of Peru

Luis Vásquez-Ramírez ^{*,a} , Luis Cieza-León ^b , Dante Cieza-León ^c 

^aDepartamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú

^bIngeniero Hidráulico de la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú

^cFacultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional Autónoma de Chota. Cajamarca, Perú

Abstract.- The present investigation was carried out with the purpose of estimating the efficiency of water collection contained in the fog and mist in an area of the heights of the northern highlands of Peru, for this purpose, two-dimensional design of 24 m² of three-meter trappers were used. of meshes: raschel mesh, mosquito net and metal mesh, which were located linearly transverse to the most predominant wind direction, a semi-automatic meteorological station was used for on-site data collection, which after processing allowed Confirm adequate conditions for the collection of water from fog and mist. La Palma, a high Andean town in the northern highlands of Peru located in the Cajamarca region with an altitude above 2800 m.a.s.l. It was the scenario for the application of the research for 92 days in the months of November, December of the year 2018 and January of the year 2019, finding that in all the days of analysis the conditions for water collection were given, concluding that the efficiencies of collection with the three meshes used are very similar, with said average efficiencies being 1,89 L/m²/d, 1,84 L/m²/d and 1,77 L/m²/d, for the metallic, mosquito net and raschel meshes respectively, the results found support the implementation of this type of unconventional water collection in high Andean rural areas with water deficit for population use.

Keywords: trappermists; fog; mists; raschel mesh; mosquito mesh; metal mesh.

Eficiencia de captación de agua con tres tipos de malla atrapanieblas en zonas rurales altoandinas de la sierra norte del Perú

Resumen.- La presente investigación se realizó con la finalidad de estimar la eficiencia de captación de agua contenida en la niebla y neblina en una zona de las alturas de la sierra norte del Perú, para ello se utilizaron atrapanieblas con diseño bidimensional de 24 m² construidas con tres tipos de mallas: malla raschel, malla mosquitero y malla metálica, las cuales fueron ubicadas linealmente en forma transversal a la dirección del viento más predominante, se utilizó una estación meteorológica semi automática para la toma de datos in situ, los cuales luego de su procesamiento permitieron confirmar condiciones adecuadas para la captación de agua de la niebla y neblina. La Palma, una localidad altoandina de la sierra norte del Perú ubicada en la región Cajamarca con una altitud sobre los 2800 ms.n.m. fue el escenario para la aplicación de la investigación durante 92 días en los meses de noviembre, diciembre del año 2018 y enero del año 2019, encontrándose que en la totalidad de días de análisis se dieron las condiciones para captación de agua, concluyéndose que las eficiencias de captación con las tres mallas utilizadas son muy similares, siendo dichas eficiencias promedio 1,89 L/m²/d, 1,84 L/m²/d y 1,77 L/m²/d, para las mallas metálica, mosquitero y raschel respectivamente, los resultados encontrados fundamentan la implementación de este tipo de captación de agua no convencional en la zonas rurales altoandinas con déficit de agua para uso múltiple.

Palabras clave: atrapanieblas; nieblas; neblinas; malla raschel; malla mosquitero; malla metálica.

Recibido: 28 de octubre, 2020.

Aceptado: 27 de noviembre, 2020.

1. Introducción

La necesidad de obtener nuevas fuentes de agua va en aumento, por ello se busca nuevas alternativas para solventar las necesidades de abastecimiento de agua, los que requieren de especial atención por ser un bien de primera necesidad para los seres vivos, [1]. Por otro lado Sánchez [2], indica que los efectos

* Autor para correspondencia:

Correo-e: lvasquez@unc.edu.pe (L. Vásquez-Ramírez)

del cambio climáticos y calentamiento global están haciéndose notar cada vez más, consecuencia de esto es la sequía, que actualmente está afectando al mundo y en específico al continente sudamericano, donde este cambio se demuestra en zonas que antes no estaban clasificadas como desérticas y ahora sí están, conjuntamente la accesibilidad al recurso en muchas zonas rurales afecta directamente. Pues Fessehaye [3], indica que recientemente se han estudiado diferentes alternativas tales como captación de fuentes superficiales y subterráneas y el agua de niebla para la solución de la problemática de escasez y calidad de agua a nivel global con la finalidad de ofrecer agua de fuentes seguras.

Es por ello ante la necesidad de agua para cubrir el desabastecimiento actual y futuro, esta investigación se centra en la niebla y neblina como fuente alternativa de abastecimiento de agua, pues Cereceda [4] indica que la niebla es una nube a ras de suelo se compone de gotas de agua que por ser tan pequeñas no tienen peso suficiente para caer y, por lo tanto, quedan suspendidas en el aire y son desplazadas por el viento. Por supuesto dependiendo del tipo de uso es transversalmente importante investigar la calidad de este tipo de agua, por ello investigadores como Ali [5] en su trabajo encontró que las aguas captadas de niebla y neblinas fueros alcalinas, teniendo en consideración que dichas aguas son fácilmente contaminable por la polución en Delhi, Norte de India, mientras que Baquero, Delvasto, & Mejía [6] en su investigación “Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia” demuestran que la calidad de agua de niebla colectada por medio de un atrapaniebla piloto cumple con la normatividad de Calidad de Agua Colombiana.

Para investigadores como [7] la importancia de los sistemas de captación de agua con base a la neblina puede llegar a constituirse como una alternativa viable que suple en parte la demanda de agua, en zonas donde las fuentes hídricas no son suficientes. Además, es importante tener en cuenta las condiciones meteorológicas donde se ubiquen los atrapanieblas como bien lo resalta Salem [8].

La mayoría de centros poblados rurales de la sierra del Perú ubicados en las alturas de los

andes tienen mucha necesidad de agua, debido a que no existen fuentes superficiales o las que existen se encuentran en puntos muy bajos que hace inaccesible económicamente su explotación. El Centro Poblado La Palma, está ubicado en el distrito de Conchán, de la provincia de Chota, departamento de Cajamarca; esta zona cuenta con un déficit de abastecimiento de agua a razón de que está ubicada en la parte alta de la montaña (2842 ms.n.m); los pobladores realizan esfuerzos físicos o usando acémilas diariamente para llevar agua a sus viviendas desde montaña abajo. Pero, la zona en estudio, presenta una posible ventaja hídrica, que son sus nieblas y neblinas que pueden ser aprovechadas mediante malla atrapanieblas que es una tecnología apta para este tipo de condiciones. Es por ello que se genera la siguiente pregunta como una idea para solventar la problemática del lugar: ¿Cuánto volumen de agua se puede aprovechar usando malla atrapanieblas en el Centro Poblado La Palma-Chota? “Los atrapanieblas son un sistema para atrapar las gotas de agua microscópicas que contiene la neblina y nieblas, mediante una malla a manera de letrero que se opone al curso normal de las nieblas y neblinas que son llevadas por el viento”, [1].

En los últimos años en el mundo se han tenido resultados alentadores sobre la captación de agua a partir de atrapanieblas a diferentes altitudes, pero muy pocas sobre los 2000 ms.n.m., es así que Cereceda [4], luego de un monitoreo durante tres años consecutivos de la colección de agua de niebla en la cima del acantilado de Punta Patache a 52 ms.n.m., mediante 91 neblinómetros de 48 m²; donde obtuvo un caudal promedio de 8,0 L/m²/d. Por otro lado, el investigador Antón [9], en la población de El Tofo (780 ms.n.m.) en Arica-Chile utilizó atrapanieblas de grandes dimensiones hechos de una capa doble de malla de nilón de fabricación local, teniendo como resultado un promedio de cinco litros diarios por metro cuadrado, para 14 días de prueba.

Hidalgo [10], realizó un estudio de uso de atrapanieblas en comunidades campesinas de la provincia de Chimborazo-Ecuador a una altitud de 3200 ms.n.m. para una demanda de agua para sembradíos de maíz logrando obtener con sus

prototipos un volumen de 5,45 L/m²/d. En el Perú el proyecto Acceso al agua por sistemas de atrapanieblas de la Asociación “Peruanos sin Agua” con aguas no convencionales, lluvias y neblina, realizado por Cruz Gutiérrez [11], estimó que, en el distrito de Villa María del Triunfo en el asentamiento humano Villa Lourdes Ecológico II, un sistema de atrapanieblas de 24 m² lograron captar de 8,33 L/m²/d hasta 14,58 L/m²/d., agua que es utilizada por las familias para distintos usos: lavar utensilios/ropa, bañarse, agricultura orgánica, reforestar. Madariaga [12], realizó un estudio del potencial de neblina durante el evento El Niño a través de tres neblinómetros a una altitud de 500 ms.n.m. en las lomas de Ancón muestreando un volumen anómalo de agua de niebla para una temporada seca en verano, lo demuestra con el promedio de 0,94 L/m²/d obtenido del volumen de agua capturado por los neblinómetros. Además Cuellar [13] en su proyecto de investigación realizado en Villa María del Triunfo encontró que la captación del agua de niebla en los meses de mayo hasta diciembre, un atrapanieblas de malla raschel de 12 m² capta en promedio 0,98 L/m²/d.

La importancia de la presente investigación es cuantificar la oferta hídrica de la niebla y neblina en las alturas de la sierra peruana donde la escasez de agua es un problema latente que influyen en el desarrollo personal de los pobladores que se plasma en bajas condiciones de vida, la que se observa claramente en el Centro Poblado La Palma–Chota.

2. Materiales y métodos

2.1. Localización

El estudio se realizó en la región Cajamarca - Perú, de acuerdo con la Figura 1 con coordenadas UTM 9281714,00 m sur y 762884,00 m este y a una cota de 2842 ms.n.m.

2.2. Materiales

Se utilizaron tres tipos de mallas de fácil adquisición en los mercados locales de la ciudad de Chota para el diseño de los atrapanieblas, las cuales tuvieron las siguientes características:

1. Malla Raschel cuyo material es polietileno con abertura de 2,0 × 2,0 mm. con una resistencia

a la ruptura de 8,8 kg/cm², conductividad al calor de $\lambda = 0,45 - 0,52$ W/m·K.

2. Malla mosquitero de Fibra de vidrio con una abertura de 1,5 × 1,5 mm, con una conductividad de calor de $\lambda = 0,03 - 0,07$ W/m·K.
3. Malla metálica de metal galvanizado con abertura de 1,0 × 2,2 mm, con una conductividad de calor de $\lambda = 12 - 45$ W/m·K.

Dichas mallas fueron fijadas en parantes de tubos de acero de 2” y estabilizadas mediante cuerdas atadas a estacas ancladas al terreno natural.

Se necesitó una canaleta metálica con desemboque en la parte inferior para la recepción del agua captada y luego su traslado mediante una manguera de 1” hacia el tanque de almacenamiento de 600 L.

2.3. Metodología

En la investigación se utilizó el método empírico a través de la medición directa, cuantitativa de campo. Además, se aplicaron medidas de tendencia central para la tipificación de los datos obtenidos y posterior cálculo de las eficiencias de cada una de las mallas, utilizadas en el estudio.

La eficiencia considerada en la investigación, relaciona la tasa de acumulación de agua, por el colector en volumen, por área de atrapanieblas, por tiempo (generalmente en litros por metro cuadrado por día) según la ecuación (1) y depende de las condiciones ambientales, el diseño de los atrapanieblas y la orientación en relación al viento.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Volumen de agua captada}}{\text{Área de malla} \cdot \text{tiempo}} \quad (1)$$

La investigación requirió la toma de datos de campo y su posterior procesamiento, de acuerdo a la secuencia siguiente:

Identificación de la zona de estudio. La localidad de La Palma, es conocido por sus nieblas y neblinas constantes en gran parte del año; para ello fue necesario identificar zonas con presencia de vientos constantes y más predominantes en presencia de nieblas y neblinas. Para el presente estudio la dirección del viento oscilaba entre vientos noroeste

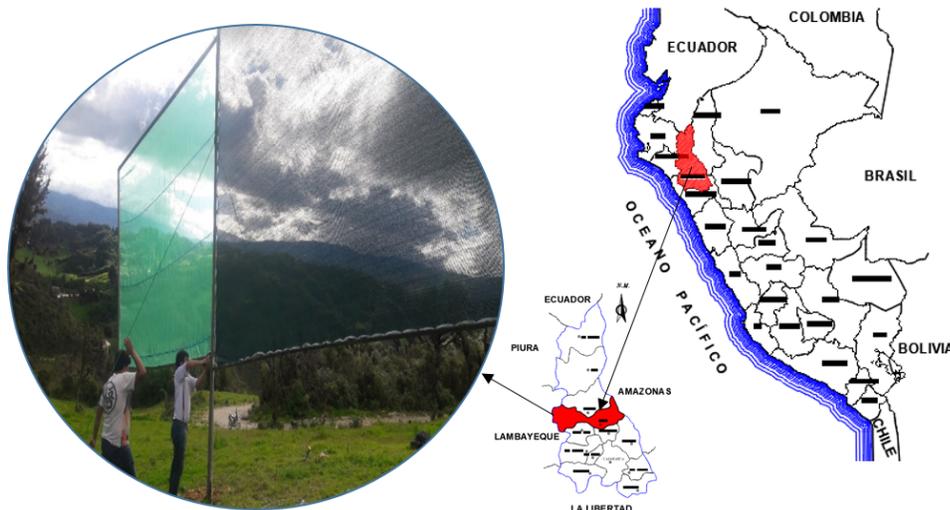


Figura 1: Zona de estudio, ubicación de atrapanieblas

y noreste o viceversa; tomando al norte como la ubicación promedio para colocar las mallas en contra del viento.

Instalación de una estación meteorológica. Una vez identificada la zona de estudio, fue necesario contar con un área despejada para la instalación de la estación meteorológica semiautomática Davis PRO2 según la Figura 2 para la toma de datos climatológicos en campo.

La zona debía estar cerca al área donde se instalaron los atrapanieblas. La estación meteorológica debe estar alejada de cualquier ente que pueda alterar los datos registrados y en un área despejada para que no haya fluctuación de datos.

En cuanto a las veletas de viento y anemómetros se ubicaron entre 1,00 m y 5,50 m (alturas en las que oscila el funcionamiento del atrapanieblas) para identificar la dirección del viento y velocidad del viento a la cual estarán expuestas los atrapanieblas.

Diseño e instalación de los atrapanieblas. Para el caso de la malla raschel se tuvo que cortar acorde a la medida deseada ya que viene en presentaciones de 4 metros de ancho y longitud libre. El borde de la malla se tuvo que bordear con tela lona o similar para evitar su desgarre. Para el caso de la malla mosquitero y metálica se tuvieron que unir las mallas de manera longitudinal, ya que vienen en presentaciones de 0,90 metros de ancho y longitud libre. El borde de la malla se tuvo que bordear con tela lona o similar para evitar desgarre de la malla.



Figura 2: Estación meteorológica semiautomática Davis PRO2. Instalada en la zona de estudio

Las mallas raschel, mosquitero y metálica se fijaron en los marcos metálicos mediante alambre galvanizado n°18 en todo el contorno (incluyendo la canaleta de recolección).

Se excavaron en el terreno dos agujeros con profundidad de 50 cm a una distancia de 6,15 m, para estacionar los atrapanieblas en contra de la dirección del viento predominante (viento norte).

Se fijaron los atrapanieblas desde los codos de unión mediante cuerdas a estacas ancladas al terreno para que no haya caída del sistema debido al viento. La canaleta de recolección debía tener una pendiente mínima de 3 % en dirección al borde de conexión de la manguera que va dirigida al tanque de recolección de agua captada.

2.4. De la toma de datos

En el atrapanieblas. Teniendo en cuenta el diámetro del tanque colector (600 L), se tomó nota de las alturas de agua acumuladas día a día en un horario establecido (para el caso del proyecto fue a las 6:00 horas) durante tres meses. En caso que el tanque se esté por llenar se debía vaciar el agua del tanque e iniciar nuevamente con los registros de altura.

En la estación meteorológica. Los datos que brindaba la estación meteorológica eran temperatura máxima y mínima, temperatura de bulbo seco y húmedo, velocidad y dirección del viento y humedad relativa. Dichos datos eran necesarios para caracterizar al clima del C.P La Palma.

3. Resultados y discusiones

En primera instancia para fundamentar el proceso de condensación y por ende la captación de agua de las nieblas y neblinas en la zona de estudio se estimaron los rangos de las temperaturas de formación del punto de rocío para compararlos con los valores máximo y mínimo de la temperatura ambiente para los 92 días de estudio.

En la Figura 4 se muestra la temperatura máxima (T_{mx} °C) y mínima (T_{min} °C) en relación a la temperatura de punto de rocío (T_{pr} °C - 6:00) y (T_{pr} °C - 18:00) para las 6:00 horas y 18:00 horas respectivamente. Se puede observar que los puntos de temperaturas de rocío de los meses de noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019, se encuentran dentro de los rangos de temperatura mínima y máxima, lo que llevó a afirmar que hubo saturación en el ambiente, por ende, la precipitación de la humedad ambiental en superficies como es el caso de las mallas raschel, mosquitero y metálica.

Los volúmenes de agua captados por los atrapanieblas con mallas metálica, mosquitero y raschel en algunos días fueron afectados por la presencia de precipitaciones. En la Figura 5, se muestra que el volumen captado más alto se dio el día 9 de noviembre con valores de 512, 514 y 516 L, con una precipitación de 32 mm. mientras que el volumen captado más bajo se dio el día 29 de noviembre con ausencia de precipitación se captaron volúmenes de 35, 36 y 33 L en las mallas metálica, mosquitero y raschel respectivamente.

Como se puede observar en la Tabla 1, el rango de la captación más desfavorable de agua con atrapanieblas de 24 m² de área, construidas con malla tipo raschel, mosquitero y metálica para los meses de noviembre y diciembre del año 2018 y enero de 2019 oscilan entre los rangos de 35,81 a 46,35 L/m²/d; 38,04 a 47,66 L/m²/d y 38,37 a 49,42 L/m²/d respectivamente.

También se nota que en los 92 días que duró la investigación los valores promedio de la eficiencia en los meses de noviembre 2018, diciembre 2018 y enero de 2019 tienen valores superiores en la malla metálica seguida de la malla mosquitero y al final la malla raschel.

Se identificó que, la presencia de vientos en la zona de estudio del Centro Poblado La Palma llegó hasta 8 m/s, que, según la escala de Beaufort, corresponde al rango de fresquito (brisa fuerte), dichos vientos, según registros realizados, ocasionaron que se genere un mayor volumen de agua, siendo los rangos de viento entre noroeste a noreste y en menor incidencia los vientos suroeste a sureste. Por lo que la posición adoptada para la ubicación de los atrapanieblas fue de manera transversal al promedio de la dirección de los vientos, en este caso viento norte o en caso de viceversa viento sur.

Se registró también que, el promedio de humedades absolutas en los meses de noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019 fueron 226,89 g/m³, 236,09 g/m³ y 244,94 g/m³ respectivamente, no han ido acorde a los volúmenes de agua obtenidos en cada mes, esto nos puede ayudar a corroborar que la presencia de vientos ha sido factor determinante para obtener el mayor volumen de agua aprovechable de nieblas y neblinas en el



(a) preparación de malla



(b) proceso de izado

Figura 3: Instalación de atrapanieblas con tres tipos de malla en zona de estudio

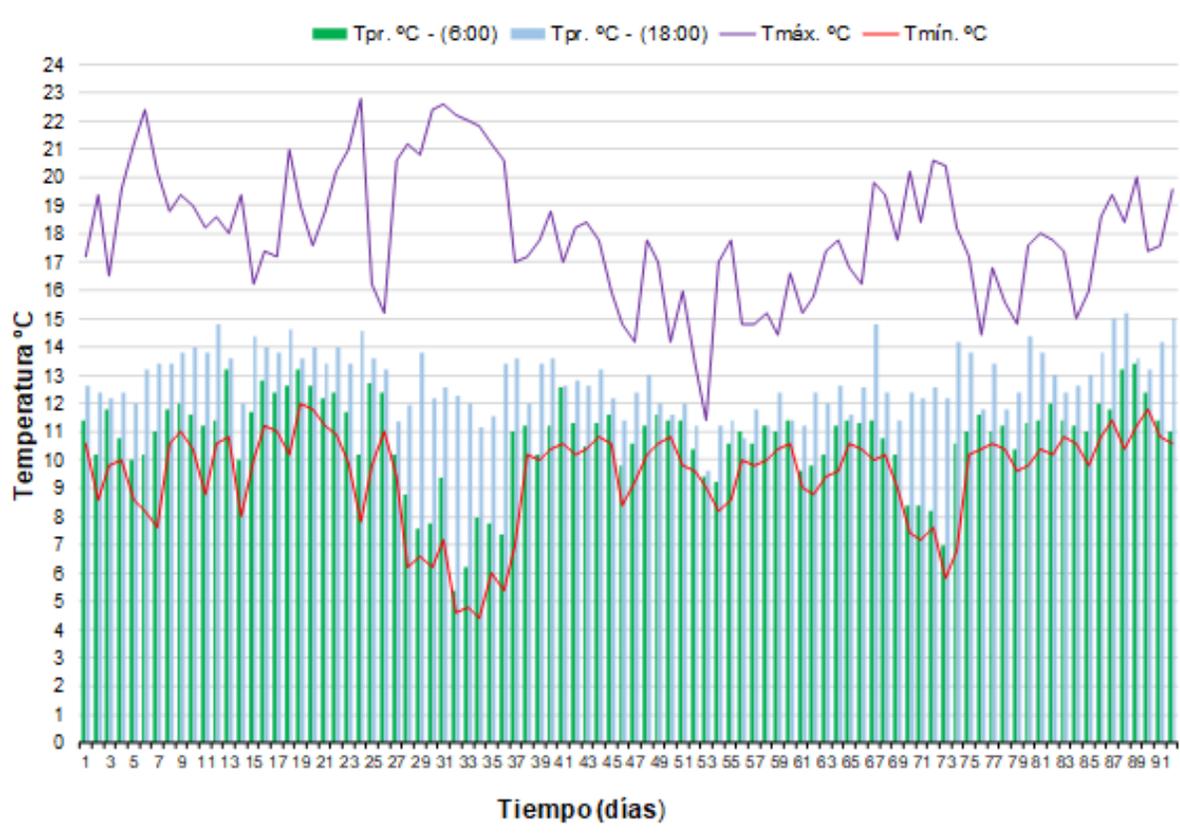


Figura 4: Relación de las temperaturas máximas y mínimas con las temperaturas de punto de rocío en los meses de estudio

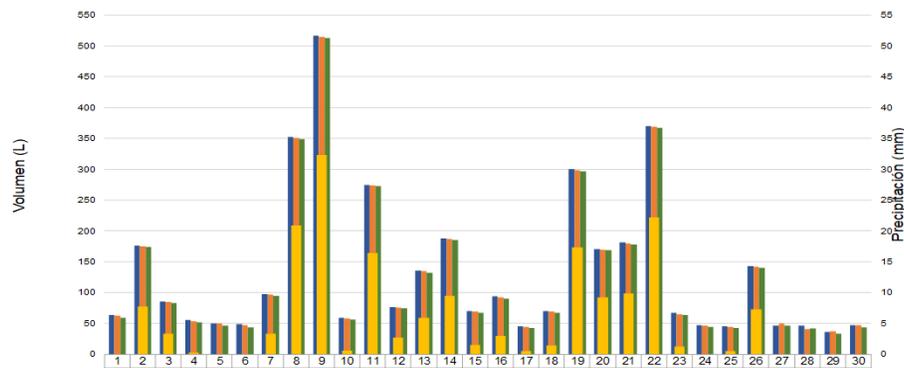
Centro Poblado La Palma.

Se observó que, la malla metálica es más eficiente en la precipitación de gotas de las nieblas y neblinas al entrar en contacto con el material, esto se debería a la mayor conductividad térmica que presenta la malla metálica ($\lambda = 12 - 45 \text{ W/m}$

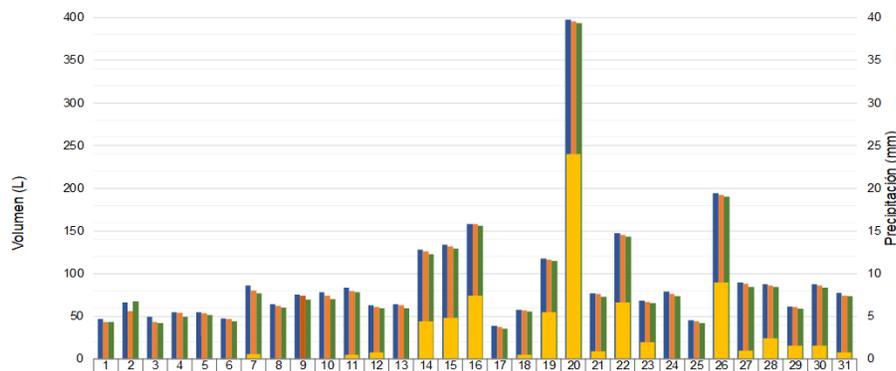
$\cdot \text{K}$) a comparación de la malla mosquitera que es de fibra de vidrio ($\lambda = 0,03 - 0,07 \text{ W/m} \cdot \text{K}$) y malla raschel que es de polietileno de alta densidad ($\lambda = 0,45 - 0,52 \text{ W/m} \cdot \text{K}$).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observó que, con la malla metálica es la más

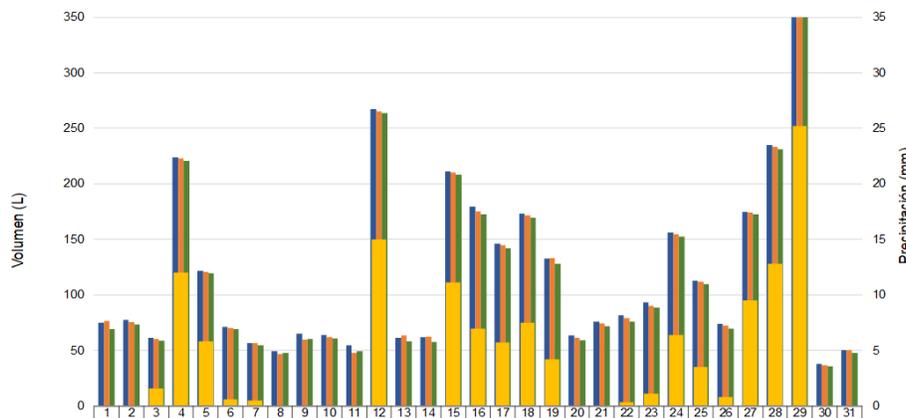
■ V. M. metálica (L); ■ V. M. mosquitera (L); ■ V. M. Raschell (L); ■ Precipitación (mm)



(a) noviembre 2018



(b) diciembre 2018



(c) enero 2019

Figura 5: Volumen de agua captado en litros (*L*) para tres tipos de malla y precipitación en milímetros (*mm*)

eficiente en la captación de agua aprovechable proveniente de nieblas y neblinas, como se muestra en la Tabla 2.

Los valores de las eficiencias en promedio de los atrapanieblas con los tres tipos de malla para los meses de noviembre de 2018, diciembre de 2018 y

enero de 2019 fueron encontrados con la ecuación 1 y están entre los valores de 1,49 a 2,06 L/m²/d, valores bajos con respecto a los obtenidos en zonas de costa con altitudes inferiores a los 800 ms.n.m. según reporte de Cereceda [4], quién encontró a una altitud de 52 ms.n.m. una eficiencia de

Tabla 1: Eficiencia de atrapanieblas para los meses de estudio

Mes	Malla	Media (\bar{x})	Desviación estándar (S)	Volumen más desfavorable (L)	Eficiencia de malla ($L/m^2/d$)
nov-2018	Raschel	42,45 L	6,64 L	35,81	1,49
	Mosquitero	44,81 L	6,77 L	38,04	1,59
	Metálica	45,44 L	7,07 L	38,37	1,60
dic-2018	Raschel	60,52 L	14,17 L	46,35	1,93
	Mosquitero	62,31 L	14,65 L	47,66	1,99
	Metálica	64,37 L	14,95 L	49,42	2,06
ene-2019	Raschel	56,52 L	10,82 L	45,70	1,90
	Mosquitero	58,60 L	11,90 L	46,70	1,95
	Metálica	60,07 L	11,60 L	48,47	2,02

Área de malla (m^2): 24,00

Tabla 2: Eficiencia promedio de captación de agua aprovechable de nieblas y neblinas

mes	Eficiencia promedio por malla ($L/m^2/d$)		
	Metálica	Mosquitero	Raschel
nov-18	1,60	1,59	1,49
dic-18	2,06	1,99	1,93
ene-19	2,02	1,95	1,90
Promedio	1,89	1,84	1,77

8,0 $L/m^2/d$, Antón [9] a 780 ms.n.m. encontró un valor de 5,0 $L/m^2/d$ y Cruz Gutiérrez [11] en Villa María del Triunfo encontró valores de 8,33 $L/m^2/d$ hasta 14,58 $L/m^2/d$, a excepción de Madariaga [12] que a una altitud de 500 ms.n.m. en las Lomas de Ancón encontró un valor de 0,94 $L/m^2/d$, y Cuellar [13] los meses de mayo hasta diciembre en año con la influencia del fenómeno del Niño, encontró en Villa María del Triunfo un valor de 0,98 $L/m^2/d$. Es necesario resaltar que si bien es cierto Hidalgo [10] investiga a una altitud de 3200 ms.n.m. obteniendo un valor de 5,45 $L/m^2/d$ en el Ecuador, hay que entender que el comportamiento climático es distinto a nuestra zona de estudio por las diferentes latitudes.

4. Conclusiones

El Centro Poblado La Palma, presenta características favorables para el uso de mallas atrapanieblas en los meses de noviembre y diciembre de 2018 y enero de 2019, ya que, en el total de los

días analizados, se observó que existió punto de rocío o se podría indicar que la humedad relativa llegó al 100%, lo que ocasionó un aporte en la precipitación de agua proveniente de nieblas y neblinas en la superficie de las mallas.

A través del uso de mallas atrapanieblas con dimensiones de 4,00 × 6,00 m del tipo raschel, mosquitera y metálica, se puede obtener un volumen promedio aprovechable de agua proveniente de nieblas y neblinas de 42,45 L/d, 44,81 L/d y 45,44 L/d en el primer mes, 60,52 L/d, 62,31 L/d y 64,37 L/d en el segundo mes y 56,52 L/d, 58,60 L/d y 60,07 L/d en el tercer mes respectivamente.

Al relacionar la eficiencia de cada malla con la demanda per cápita para una población rural con consumos entre 40 y 50 $L/m^2/d$, para las condiciones climatológicas de la zona será necesario por poblador una malla atrapanieblas de 24 m^2 de área.

5. Referencias

- [1] P. Cereceda, P. Hernández, J. Leiva, and J. d. D. Rivera, Eds., *Agua de Niebla*. Coquimbo, Chile: Dirección General de Aguas, 2014.
- [2] J. Sanchez, "Atrapanieblas tecnología para el atrapamiento de agua, una experiencia exitosa para las políticas públicas en el distrito de Villa María del Triunfo, Lima 2018," Tesis para optar al grado académico de Maestro en Gestión Pública, Universidad César Vallejo. Escuela de Posgrado, 2018.
- [3] M. Fessehay, S. A. Abdul-Wahab, M. J. Savage, T. Kohler, T. Gherezghiher, and H. Hurni, "Assessment of fog-water collection on the eastern escarpment of

- Eritrea,” *Water International*, vol. 42, no. 8, pp. 1022–1036, 2017.
- [4] P. Cereceda, “Los atrapanieblas, tecnología alternativa para el desarrollo rural sustentable,” *Ambiente y Desarrollo*, vol. 16, no. 4, pp. 51–56, 2005.
- [5] K. Ali, G. A. Momin, S. Tiwari, P. D. Safai, D. M. Chate, and P. S. P. Rao, “Fog and precipitation chemistry at Delhi, North India,” *Atmospheric Environment*, vol. 38, no. 25, pp. 4215–4222, 2004.
- [6] S. Baquero, A. Delvasto, and S. Mejía, “Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia,” *Inventum*, vol. 13, no. 25, pp. 53–60, 2018.
- [7] P. Osses, R. S. Schemenauer, P. Cereceda, H. Larrain, and C. Correa, “Los atrapanieblas del Santuario Padre Hurtado y sus proyecciones en el combate a la desertificación 1,” *Revista de Geografía Norte Grande*, vol. 27, pp. 61–67, 2000.
- [8] T. A. Salem, M. E. D. M. Omar, and H. A. A. El Gammal, “Evaluation of fog and rain water collected at Delta Barrage, Egypt as a new resource for irrigated agriculture,” *Journal of African Earth Sciences*, vol. 135, pp. 34–40, 2017.
- [9] D. Antón, “Cosechando las nubes,” *CIID Informa*, vol. 17, no. 4, pp. 16–17, 1988.
- [10] D. L. Hidalgo Quinga, “Captación de agua por medio de la técnica de atrapanieblas en las comunidades campesinas de Galte, Cantón Guamote, Provincia de Chimborazo, Ecuador,” Tesis para optar al título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente, Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí, Ecuador, 2016.
- [11] A. Cruz Gutiérrez, “Agua y emprendimiento social = Atrapanieblas y huertos urbanos,” in *Universidad de Málaga. Campus de Excelencia Internacional Andalucía Tech. Agua de lluvia*, 2016.
- [12] I. P. Madariaga Olivares, “Evaluación del potencial de neblina mediante el sistema de atrapanieblas en las Lomas de Ancón durante el evento del niño, en el distrito de Ancón, provincia de Lima periodo 2015-2016,” Tesis presentada para optar a título profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua, Perú, 2017.
- [13] J. G. Cuéllar Mayta, “Impacto económico de la implementación de mecanismos capturadores de agua atmosférica para uso agrícola. Villa María del Triunfo, Lima - Perú,” Tesis para optar al título de Economista, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2018.