

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

**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**

Por:

Andres Caceres Hualla  
Luz Roxana Cairampoma Trañez

Asesor:

Mg. Iliana del Carmen Gutierrez Rodriguez

**Lima, julio de 2020**

## ANEXO 07 DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

Mg. *Iliana del Carmen Gutierrez Rodriguez* de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“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”*** constituye la memoria que presentan los estudiantes ***Andres Caceres Hualla y Luz Roxana Cairampoma Trañez*** para aspirar al grado académico de Bachiller de Ingeniero Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *lima*, a los *20 días de agosto* del año 2020



---

Mg. Iliana del Carmen  
Gutiérrez  
Rodríguez

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a.....30..... día(s) del mes de.....julio.....del año ..2020.. siendo las....12:10....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a):

..... Lic. Gina Marita Tito Tolentino....., el(la) secretario(a):

.....Ing. Samuel Tito De La Cruz Napan..... y los demás miembros:

..... Mg. Luis Alberto Palacios Choque, Mg. Santiago Ramirez Lopez.....

.....y el(la) asesor(a) Mg. Iliana Del Carmen Gutierrez Rodríguez.....

.....con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de investigación titulado: .....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.....

.....de los (las) egresados (as): a) Andres Caceres Hualla.....

.....b) Luz Roxana Cairampoma Trañez.....

.....conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

.....Ingeniería Ambiental.....

*(Denominación del Grado Académico de Bachiller)*

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando.....a los..... candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por.....los..... candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Andres Caceres Hualla.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	17	B+	Muy Bueno	Sobresaliente

Candidato/a (b): Luz Roxana Cairampoma Trañez.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	16	B	Bueno	Muy Bueno

*(\*) Ver parte posterior*

Finalmente, el Presidente del jurado invitó.....a los..... candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a



\_\_\_\_\_  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a



\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro



\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)

# **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.**

**EVALUATION OF THE WATER COLLECTION EFFICIENCY OF THE HEXAGONAL AND STANDARD FOG TRAP SYSTEM IN ASENTAMIENTO HUMANO IDA LOSSIO VILLA EL SALVADOR AND ASENTAMIENTO HUMANO VILLA PACHACÚTEC (VENTANILLA), PERU.**

Andres Caceres Hualla\*, Luz Roxana Cairampoma Trañez\*\*

*Universidad Peruana Unión (UPeU) Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Carretera Central Km.19.5 Ñaña-Chosica*

## **Resumen**

La escases de agua en las zonas altas de Lima es un problema grave, al no contar con alcantarillado el agua es abastecida mediante cisternas y no todo esto es destinado al consumo humano si no que se gasta en regadío de jardines, etc. frente a esto existen alternativas de colecta de agua de la niebla. El objetivo de esta investigación es Evaluar la eficiencia de colecta de agua del sistema de Atrapanieblas Hexagonal y Atrapanieblas Estándar en Asentamiento Humano Ida Lossio-Villa el Salvador (Cono Sur) y Asentamiento Humano Villa Pachacútec- Ventanilla (Cono Norte) y su Uso para el riego de plantas a nivel familiar. La metodología usada fue la instalación de Atrapanieblas en ambos lugares, recolectando los datos de la cantidad de agua fue diaria durante 3 meses (abril, mayo, junio) en el caso de los datos meteorológicos se obtuvieron de las estaciones de SENAMHI más cercanas, de Villa María del Triunfo y la estación EMA de Antonio Raymondi-Ancon. El diseño se basó en usar el mismo área de malla raschell para los cuatro Atrapanieblas (4.2 m<sup>2</sup>), dos modelos de Atrapanieblas Hexagonal y Estándar se instalaron en cada zona. Según el lugar de estudio el AA HH Ida Lossio tuvo mayor cantidad de colecta una media de 4.1 l/d en el modelo hexagonal y Estándar 3.2 l/d, en Ventanilla la media en el modelo hexagonal fue de 3.7l/d y estándar de 2,8 l/d. En cuanto a los modelos de Atrapanieblas el más efectivo fue el Hexagonal en ambos lugares.

Palabras clave: Atrapanieblas; Nieblas; eficiencia; variables climatológicas

## **Abstract**

Water scarcity in the upper areas of Lima is a serious problem, since the sewage is not available, water is obtained by buying cisterns, and not all of this is intended for human consumption, but is spent on irrigating gardens, etc. Faced with this, there are alternatives for collecting mist water. The objective of this research is to evaluate the water collection efficiency of the Hexagonal Fog Trap and Standard Fog Trap system in the Ida Lossio-Villa el Salvador Human Settlement (Southern Cone) and Villa Pachacútec- Ventanilla Human Settlement (Northern Cone) and its Use for the Irrigation of plants at the family level. The methodology used was the installation of Fog Catchers in both places, collecting data on the amount of water was daily for 3 months (April, May, June) in the case of meteorological data were obtained from the Nearest SENAMHI stations, Villa María del Triunfo and EMA station Antonio Raymondi-Ancon. The design was based on using the same raschell mesh area for the four Fog Catchers (4.2 m<sup>2</sup>), two models of Hexagonal and Standard Fog Catchers were installed in each zone. According to the place of study, the AA HH Ida Lossio had a greater amount of collection an average of 4.1 l / d in the hexagonal model and Standard 3.2 l / d, in Ventanilla the average in the hexagonal model was 3.7l / d and a standard of 2, 8 l / d. As for the Fog Catcher models, the most effective was the Hexagonal in both places.

Keywords: Fog catcher; fog, efficiency; climatological variables.

## 1. Introducción

La presencia de agua es esencial para la existencia y para el desarrollo de nuestra sociedad. (ONU, 2019) muchos pueblos y civilizaciones enteras se desarrollaron a la rivera de los ríos, al borde de un oasis o pozo (Fernández Pardo, 2004). Desde la década de los años ochenta el uso del agua estuvo aumentando a nivel mundial en un porcentaje aproximado de 1% cada año, esto se debió principalmente a una creciente demanda de agua por parte de los países en vías de desarrollo, la cual es impulsado por el desarrollo económico, crecimiento poblacional y patrones de consumo evolutivo (ONU, 2019).

La escasez de agua es un grave problema en especial en climas áridos y semiáridos, alrededor del mundo, existen pequeñas poblaciones que tienen que realizar grandes esfuerzos para poder obtener una mínima cantidad de agua de pozo para sus actividades diarias, debido a que en estos lugares hay escasa precipitación o en otros casos inexistentes (Harb et al., 2016). Las fuentes de agua abundantes y de fácil acceso se están agotando o contaminando como resultado del actividad humana y el cambio climático por lo cual, se tiene la necesidad de una eficiente técnicas para la recolección de agua (Cruzat & Jerez-Hanckes, 2018). Qadir et al., (2018), mencionan que dentro los recursos hídricos no convencionales, el potencial para recoger agua del aire, como la recolección de niebla es la menos explorada. Esta tecnología es de bajo costo y mantenimiento y una opción sostenible que puede suministrar agua a las comunidades donde hay eventos de niebla común. Debido al diseño relativamente simple de los sistemas de recolección de niebla, los costos de operación y el mantenimiento son mínimo a los modelos de Atrapanieblas para la captación de agua Bautista et al., (2013). Gottlieb et al., (2019) mencionaban que la niebla es común en varios ecosistemas costeros y ha sido reconocido como un determinante importante de la distribución de la vegetación a nivel global. Hasta el momento hay pocos trabajos realizados en el país acerca del aprovechamiento de la niebla como una fuente de abastecimiento de agua en las zonas desérticas es por ello que en este trabajo se pretende evaluar la cantidad de agua que puede ser colectada por cada tipo de Atrapanieblas, ver las diferencias según el lugar de estudio y estimar si es factible su instalación a escalas de mayor dimensión como para abastecer de agua a todo un asentamiento Humano, para ello se espera obtener la suficiente cantidad de agua, que pueda abastecer para el riego de plantas a nivel familiar y generar ahorro a la economía familiar.

Nørgaard & Dacke, (2010) según su artículo denominado “*Comportamiento de niebla y recolección de agua. Eficiencia en los escarabajos del desierto de Namib Darling*” mencionan que los Atrapanieblas fueron desarrollados en Chile, basándose en el comportamiento de un tipo de escarabajo llamado “*Onymacris unguicularis*” o escarabajo negro, en el desierto este artrópodo capta la niebla, después de subir a la cima de una duna, coloca su cuerpo en dirección al viento, colocando su cabeza en la parte baja. La niebla al impactar en las protuberancias del escarabajo forma gotas las cuales al acumularse y con la ayuda de la gravedad caen por la espalda hasta su boca.

Estrela et al., (2019) mencionan que las ubicaciones costeras presentan direcciones óptimas de viento más dispersas, que van desde el norte hasta la dirección de la mayoría costa inmediata, en estas condiciones se hicieron proyectos alrededor del mundo.

Dodson & Bargach, (2015) realizaron el proyecto de recolección de agua de niebla en el norte de África que sirvió como un estudio de caso para enfoques innovadores e integral para abordar los complejos desafíos de la insuficiencia de agua. Esta zona es muy similar a Lima, debido a que también es uno de los lugares más poblados en un desierto, es por ello que también se le considera, en este proyecto de recolección de agua de niebla, en lo cual se emplearon Atrapanieblas estándar con tela de tipo Raschel (Qadir et al., 2018).

Osses et al., (2017) realizaron estudios en el desierto de Atacama-Chile, teniendo como sustento el problema de la necesidad de energía y agua en áreas desérticas, se evaluó la presencia de los estratocúmulos costeros como un potencial recurso hídrico que con la ayuda de la radiación solar como fuente de energía se pueda aprovechar para la obtención de agua de niebla. En este estudio exploratorio buscaron conocer las relaciones entre atenuación de la irradiación según características de niebla (advectiva u orográfica) y la producción de agua a partir de la niebla asociada. En Chile fue estudiada el potencial del agua de niebla como una fuente alternativa para los escases de agua en el desierto, al igual que en diversos países, los climas y zonas áridas cercanos a la costa sufren de déficit de agua, en todo el mundo (Osses et al., 2017). La obtención exitosa de agua a partir de niebla y su permanencia en el tiempo depende de las condiciones y tipo de niebla (velocidad de viento, humedad, contenido de agua, frecuencia, etc.) y una gran parte de la participación e interés de las poblaciones que lo habitan.

En el plano local Según DIDP, (2014) en el Informe de investigación N° 057 /2013-2014 Denominada “*Tecnología para la captación de recursos hídricos: la niebla como fuente de agua*” corrobora que en el Perú se realizaron proyectos con atrapa nieblas con el objetivo de desarrollar mecanismos de captación de niebla que ayude en la reforestación y recuperación ambiental en áreas degradadas y al mismo tiempo aprovechando el potencial de los suelos en la costa del Perú. Este proyecto piloto recientemente fue realizado por Zabalketa y NER Group, la cual es una asociación española dedicada al estudio, investigación y cooperación de proyectos de desarrollo social y económico sostenible en zonas rurales de diversas partes del mundo.

Zabalketa y NER Group, (2013) eligieron tres zonas de estudio con características climáticas y geográficas distintas: uno en zona central (Chanchamayo en Junín) y uno en la costa sur, en Chincha. Y dos en la costa norte (Canchaque y Morropón en Piura

(Perez Cateriano, 2018) realizó una estimación acerca de la cantidad de agua recolectada a partir de la niebla empleando un sistema denominado “neblinómetro”, además de ello empleó un análisis de agua para determinar si su calidad podría ser apto para el consumo humano. Este estudio fue realizado en el Asentamiento Humano Leandra Ortega Espinoza, en Pachacútec, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional del Callao, departamento de Lima. Con esta experiencia local se pudo observar que es posible el aprovechamiento de agua de niebla, además nos corroboró lo propuesto por otros autores que mientras más cerca a la costa (Perez Cateriano, 2018).

Según (INEI, 2017) en el último censo del 2017 la estimación fue de 31237385 habitantes y comparando con el censo del 2007 la población era de 28 220 764, esto nos demuestra que hubo un crecimiento en 1% en los últimos 10 años, este incremento de la población generó la necesidad de más espacio para habitarlo, lo cual fue la causa de que estas poblaciones se posicionen en las zonas altas de Lima, lugares en los cuales no es fácil el acceso de los servicios de saneamiento, las condiciones de vida no son necesariamente óptimas para un buen desarrollo económico y social, debido a las condiciones geográficas, las situaciones de ilegales, entre otros aspectos que afectan a las poblaciones, no es posible contar con un sistema de suministro de agua por alcantarillado, es por ello que el abastecimiento de agua es realizado por camiones cisterna (CEPAL, 2014). Por lo cual es importante mencionar que el costo de adquirir agua de los camiones cisternas es hasta 10 veces superior al costo del suministro regular del servicio que brinda SEDAPAL, Las familias sin acceso al agua tienen que comprar a los camiones cisterna que se la venden a S/.15, 00 el m<sup>3</sup>, generando un gasto mensual de S/. 72 en promedio pues su consumo mensual por vivienda es de 4.8 m<sup>3</sup> (SUNASS, 2016).

El precio que se cobra por parte de los proveedores no está regulado (MVCS, 2007). Frente a este contexto, resulta de suma importancia la necesidad de buscar otra alternativa que permita una forma de ahorrar el agua, Capturar el agua de niebla ayudaría en la economía familiar, pues al aprovechar esta tecnología no convencional la compra de agua sería enviada exclusivamente para consumo humano, ya no se daría un mal uso, con lo cual se reduciría el consumo de agua de las cisternas, generando ahorros en la economía familiar, siendo una opción el aprovechamiento de la presencia de agua en medio ambiente en forma de neblina. Durante las noches las condiciones climáticas concentran gran cantidad de humedad en el ambiente, por estar cerca al mar las zonas altas, son un lugar óptimo para colocar los Atrapanieblas y así poder aprovecharlos, las necesidades de agua en los asentamientos humanos como son Asentamiento Humano Ida Lossio- Villa el Salvador (Cono Sur) y Asentamiento Humano de Villa Pachacútec-Ventanilla (Cono Norte) son muy diversos, la naturaleza está a nuestra disposición, solamente está en nosotros aprovecharlo, pero siempre con responsabilidad para que tengamos un desarrollo sostenible. El objetivo de esta investigación es Evaluar la eficiencia de colecta de agua del sistema de Atrapanieblas Hexagonal y Atrapanieblas Estándar en Asentamiento Humano Ida Lossio-Villa el Salvador (Cono Sur) y Asentamiento Humano Villa Pachacútec- Ventanilla (Cono Norte) y su Uso para el riego de plantas a nivel familiar

## **2. Materiales y método**

### **2.1. Área de Estudio**

El desarrollo del experimento se realizó en dos distritos de Lima, la zona de estudio N° 1 está ubicada en el asentamiento humano Ida Lossio, km 23 panamericana sur, Villa el Salvador (cono Sur), en las coordenadas geográficas Norte 8645473.53 m, Este 290170.53 m en la zona 18 UTM (universal translador Mercator) a una altitud de 107 msnm durante y la zona de estudio N° 2 está ubicada en el asentamiento humano Villa Pachacútec-Ventanilla (Cono Norte), en las coordenadas geográficas Norte 8691076.48 m S, 265422.47 m E en la zona 18 UTM (universal translador Mercator) a una altitud de 277 msnm. El estudio se realizó durante el periodo de 01/04/2020 a 30/06/2020. Para los trabajos en campo se construyeron 4 Atrapanieblas, de dos modelos diferentes, el Atrapanieblas modelo Hexagonal y Atrapanieblas Estándar, se instalaron dos tipos de Atrapanieblas, de diferentes modelos en Villa el Salvador y en Villa Pachacútec-ventanilla, para esta investigación se consideró en todos los modelos de Atrapanieblas la misma área de malla raschell (4.2 m<sup>2</sup>). Para el modelo Hexagonal las medidas fueron de 1m x 0.7m cada lado (0.7m<sup>2</sup>) x 6 lados = 4.2 m<sup>2</sup>, y el modelo Estándar tiene una medida de 2.1m x 2m = 4.2 m<sup>2</sup>.

### **2.2. Construcción del Atrapanieblas Estándar**

El Atrapanieblas Estándar Cereceda et al., (2014), se construyó colocando dos postes a 0.1 m bajo el suelo, desde el piso hasta las mallas son 1.50 m, luego 2 m hasta el final y se empleó mallas raschell de (2m x 2.10m) ancho y largo respectivamente, ocupando un área de 4.2m<sup>2</sup> alrededor de las mallas se colocó un tubo dividido por la mitad cuya función es recolectar el agua que cae con la gravedad y conducir mediante una manguera hasta un recipiente de 10 L, los postes tienen una inclinación de 30° con respecto al suelo, para poder aprovechar al máximo la nieblas que pasan por el medio (Quintanilla, Felipe Morales Estruch, Manuel Nieto Aravena, & Villarroel, 2009).

### 2.2.1. Construcción del Atrapanieblas de Huella Hexagonal

Este prototipo está elevado a 2,40 m de altura. Su estructura hexagonal permite una mayor resistencia a los vientos y mayor permanencia de la niebla. Cada cara del hexágono tiene una medida de (1m x 0.7m) por lo cual en las 6 caras se utilizará 4.2 m de largo x 1 m de altura teniendo un área de 4.2 m<sup>2</sup>, con lo cual ambos Atrapanieblas tienen la misma área de malla raschell. Cada cara se sujeta a una multisombra de color verde al 35% (Baquero, Delvasto, & Mejia, 2018). El agua es transportada mediante las canaletas construidas a partir de tubo PVC de 4. En la parte inferior de cada panel se colocan adecuadamente las canaletas para que su ubicación favorezca al deslizamiento del agua captada hasta el recipiente de almacenamiento de 10L de contenido (Baquero et al., 2018). Los Atrapanieblas se instalaron los días (29 y 30 de marzo del 2020), el muestreo se realizó a partir del 1 de abril hasta el 30 de junio del 2020, en ambas zonas de estudio.

La medición de la cantidad de agua se realizó a diario a las 6:00 am, durante los meses de abril, mayo, junio (90 días) para obtener muestras significativas, no se consideró el día 31 de mayo, debido a que los meses de abril y junio tienen 30 días. La recolección y medición del agua se realizó en una probeta graduada de 1000ml.



fig. 3 Atrapanieblas hexagonal en villa Pachacútec (fuente propia)



fig. 4 Atrapanieblas en Villa el Salvador (fuente: propia)



fig. 2 agua acumulada en el Atrapanieblas hexagonal (fuente propia)



g. 1 instalación de Atrapanieblas estándar en ventanilla (fuente: propia)

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Diagrama de cajas y Bigotes para la comparación de medias de Atrapanieblas

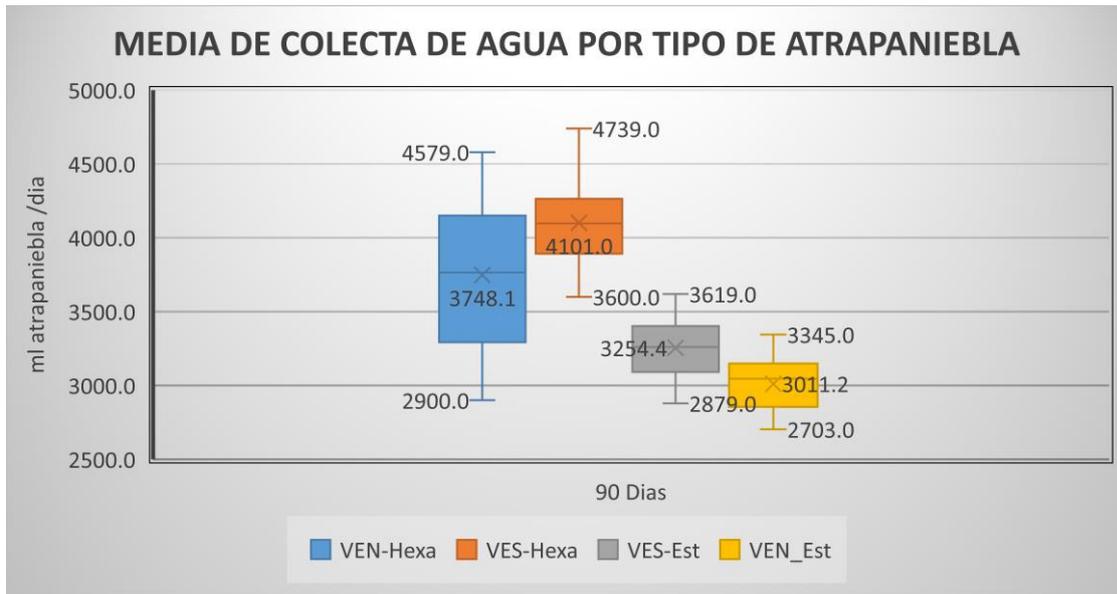


fig. 5 media de colecta de agua durante los 3 meses

- En la fig. 5 denominado diagrama de cajas y bigotes se observa la media de la colecta de agua realizada durante los tres meses (abril ,mayo ,junio) en las dos zonas de estudio, los códigos VEN-Hexa y VES-Hexa pertenecen a los modelos de Atrapanieblas de huella Hexagonal , en los cuales se puede observar que las medias obtenidas son superiores a los modelos de Atrapanieblas Estándar con códigos VES-Est y VEN-Est que de ambas zonas respectivamente. En cuanto a la zona de estudio el lugar con las medias más altas es villa el salvador.
- La media con la mayor cantidad de agua recolectada fue realizado por el Atrapanieblas Hexagonal de Villa el Salvador (VES-Hexa) con 4101.0 ml/día teniendo una diferencia significativa con el Atrapanieblas estándar de Ventanilla con código(VEN-Est) que obtuvo una media de (3011.2 ml/día por Atrapanieblas).

#### 3.2. Prueba de t student para comparar medias de Ambas zonas de Estudio

H0= las medias de la cantidad de agua recolectada entre los Atrapanieblas de la zona de estudio N° 1 y las medias de la cantidad de agua recolectada de la zona de estudio N° 2 son iguales.

HA= las medias de la cantidad de agua recolectada entre los Atrapanieblas de la zona de estudio N° 1 y las medias de la cantidad de agua recolectada de la zona de estudio N° 2 son diferentes.

Tabla 1 comparación de medias (fuente: elaboración propia)

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales		
	zona 1	zona 2
Media	3677.72778	3379.63333
Varianza	232121.048	263109.183
Observaciones	180	180
Varianza agrupada	247615.116	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	358	
Estadístico t	5.68311652	
P(T<=t) una cola	1.3723E-08	
Valor crítico de t (una cola)	1.64912107	
P(T<=t) dos colas	2.7446E-08	
Valor crítico de t (dos colas)	1.96661252	

Para realizar la comparación de medias de la (Tabla 1), se realizó el programa Excel Versión 2016, dando como resultado que el p valor (2.74) > que el nivel de significancia (0.05) por lo cual se acepta la hipótesis alterna y se menciona que las medias de la cantidad de agua recolectada entre los Atrapanieblas de la zona de estudio N° 1 y las medias de la cantidad de agua recolectada de la zona de estudio N° 2 no son iguales.

### 3.3. Diagrama de cajas y Bigotes para la comparación de medias de las Zonas de Estudio

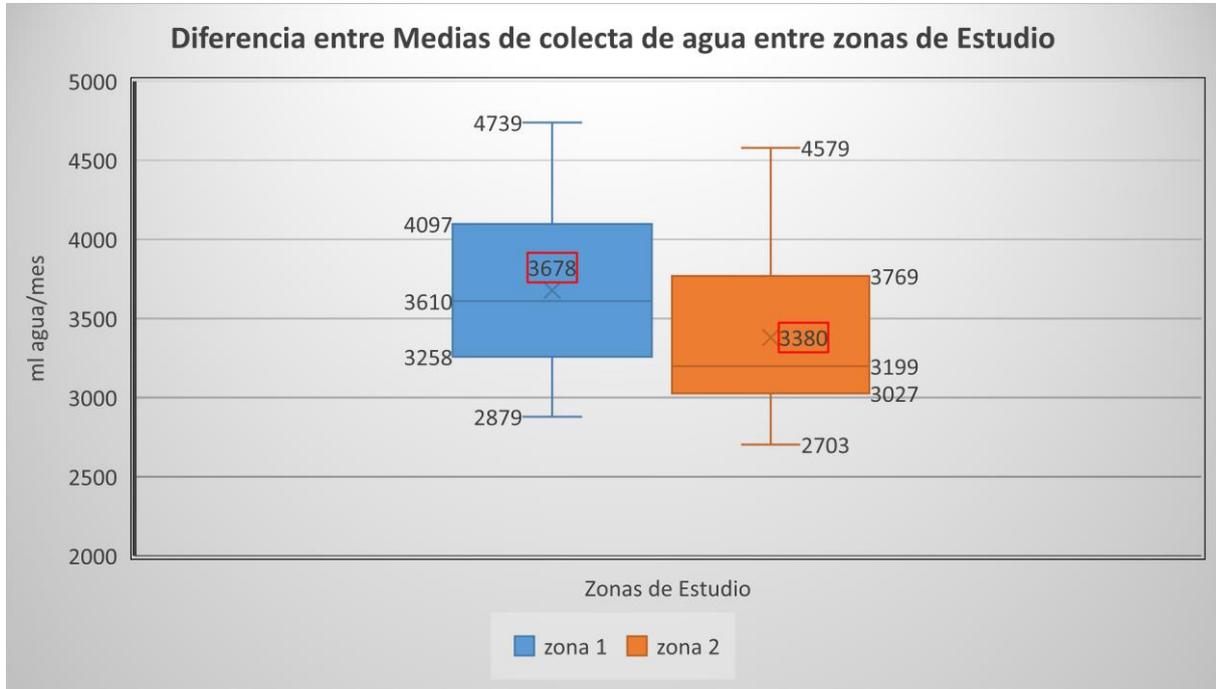


fig. 6 Diferencia de Medias de colecta de Agua entre las dos zonas de Estudio

En la (fig. 6) del diagrama de cajas y bigotes La zona de estudio N° 1 (asentamiento humano Ida Lossio –Villa el Salvador) con una media de 3678 fue el lugar que recolecto la mayor cantidad de agua durante los tres meses a comparación de la zona de estudio N° 2(asentamiento humano Villa Pachacútec de Ventanilla), que tuvo una media de colecta de agua de 3380, por lo cual la diferencia entre ambas zonas de estudio (298,1 ml/mes) es significativo.

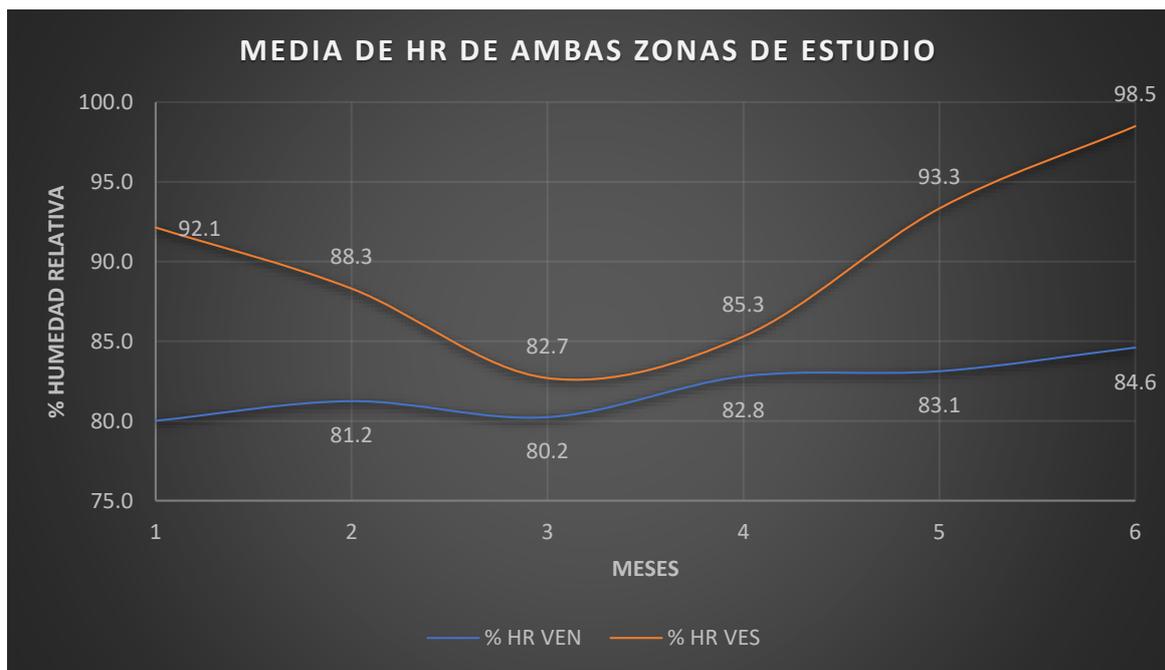


fig. 7 Media de humedad relativa de las dos zonas de Estudio (fuente: propia)

### **3.4. Discusiones**

La captación atmosférica pasiva mencionada por Bautista et al, (2013) en el cual los Atrapanieblas son unos dispositivos que no necesitan energía para poder condensar el agua, esto ocurre debido a que la humedad relativa esta entre (90- 100%), como se ve en la( fig.7) esto fue uno de los factores que intervino para la colecta de agua, pues la media de la humedad relativa en ambos lugares estaba muy cercano a lo mencionado por Bautista et al, (2013).

Estrela et al., (2019) menciona que los volúmenes de agua de niebla recolectada lejos de la costa son generalmente pequeños a los que están cerca a la costa, es por ello que la zona de estudio N° 1 , asentamiento Humano Ida Lossio tuvo mayor cantidad de colecta de agua , debido a la cercanía que se encuentra con respecto a la zona de estudio N° 2- Villa Pachacútec.

Según (Song & Bhushan, 2019) con una red de malla estándar, los recolectores de agua de niebla pueden recolectar 0.5 a 3 L por metro cuadrado por día a través de una red de malla en los días de niebla. lo cual coincide con los recolectados, en ambas zonas de estudio.

### **4. Conclusiones**

Se concluye mencionando que para poder obtener mayor cantidad de agua de niebla, se debe usar Atrapanieblas de modelo Hexagonal, debido a que estos recolectan mayor cantidad de agua utilizando el mismo área de superficie en todos los Atrapanieblas. Además de ello su resistencia a los vientos lo hace como una alternativa para colocar en los asentamientos humanos, debido a que la cantidad de agua fue significativo se puede usar para regar plantas, así con ello el agua que se compra de los camiones cisternas sea solamente de uso exclusivo para consumo humano, con ello se generaría un ahorro en la economía familiar y además de ello se realiza un manejo sostenible del recurso hídrico, en la niebla.

## 5. Referencias

- Baquero, S., Delvasto, A., & Mejia, S. (2018). "Evaluación de la calidad de agua de niebla recolectada en Choachí, Colombia," *I3(25)*, 12–16. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inven-tum.13.25.2018.53-60>
- Bautista-Olivas, A.L.1; Tovar-Salinas, J.L.2; Mancilla-Villa, O. R. . (2013). El agua atmosférica. *Agro Productividad*, 15–20.
- CEPAL. (2014). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito. Igarss 2014*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Cereceda, P., Leiva, J., Rivera, J. de D., & Hernández, P. (2014). *Agua de Niebla: Nuevas Tecnologías para el Desarrollo sustentable en Zonas Áridas y Semiáridas*. Retrieved from <http://www.cda.uc.cl/wp-content/uploads/2015/12/Libro-Agua-de-Niebla-1.pdf>
- Cruzat, D., & Jerez-Hanckes, C. (2018). Electrostatic fog water collection. *Journal of Electrostatics*, 96(May), 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.elstat.2018.10.009>
- DIDP (Departamento de investigación y documentación parlamentaria). Informe de investigación 057 /2013-2014/Tecnología para la captación de recursos hídricos : la niebla como fuente de agua, Pub. L. No. Informe de investigación 057 /2013-2014, 1 (2014). Retrieved from [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/6331B12847832C000525810D00551838/\\$FILE/278\\_INFINVES57\\_hídrico.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/6331B12847832C000525810D00551838/$FILE/278_INFINVES57_hídrico.pdf)
- Dodson, L. L., & Bargach, J. (2015). Harvesting Fresh Water from Fog in Rural Morocco: Research and Impact Dar Si Hmad's Fogwater Project in Ait Baamrane. *Procedia Engineering*, 107, 186–193. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.06.073>
- Estrela, M. J., Corell, D., Valiente, J. A., Azorin-Molina, C., & Chen, D. (2019). Spatio-temporal variability of fog-water collection in the eastern Iberian Peninsula: 2003–2012. *Atmospheric Research*, 226(April), 87–101. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2019.04.016>
- Fernández Pardo, C. (2004). Agua y desarrollo humano. *Ars Medica. Revista de Humanidades*, 1, 12–30.
- Gottlieb, T. R., Eckardt, F. D., Venter, Z. S., & Cramer, M. D. (2019). The contribution of fog to water and nutrient supply to *Arthroa leubnitziae* in the central Namib Desert, Namibia. *Journal of Arid Environments*, 161(April 2018), 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2018.11.002>
- Harb, O. M., Salem, M. S., Abd EL-Hay, G. H., & Makled, K. M. (2016). Fog water harvesting providing stability for small Bedwe communities lives in North cost of Egypt. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(1), 105–110. <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2016.01.001>
- INEI, (Instituto nacional de estadística e informática). (2017). Perú. Crecimiento y distribución de la población, 2017. *Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda*, 48. Retrieved from [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1530/libro.pdf)
- MVCS. (2007). Evaluación de los operadores locales de pequeña escala de agua y saneamiento en el Perú, 1–60. Retrieved from <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/1/lcw355.pdf>
- Nørgaard, T., & Dacke, M. (2010). Fog-basking behaviour and water collection efficiency in Namib Desert Darkling beetles. *Frontiers in Zoology*, 7, 1–8. <https://doi.org/10.1186/1742-9994-7-23>
- ONU. (2019). *Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos*.
- Osses, P., Escobar, R., del Rio, C., Garcia, R., & Vargas, C. (2017). El clima desértico costero con nublados abundantes del desierto de atacama y su relación con los recursos naturales energía solar y agua de niebla. Caso de estudio alto patache (20,5°S), región de tarapacá, Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 48(68), 33–48. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022017000300033>

- Perez Cateriano, L. V. (2018). *Facultad de ciencias ambientales carrera profesional de ingeniería ambiental* “. Científica del sur. Retrieved from <http://repositorio.cientifica.edu.pe:8080/handle/UCS/710>
- Qadir, M., Jiménez, G. C., Farnum, R. L., Dodson, L. L., & Smakhtin, V. (2018). Fog water collection: Challenges beyond technology. *Water (Switzerland)*, *10*(4), 1–10. <https://doi.org/10.3390/w10040372>
- Quintanilla, G. A., Felipe Morales Estruch, J., Manuel Nieto Aravena, G., & Villarroel, S. (2009). Diseño generativo aplicación en sistemas de atrapanieblas en el norte de Chile, 1–125.
- Song, D., & Bhushan, B. (2019). Enhancement of water collection and transport in bioinspired triangular patterns from combined fog and condensation. *Journal of Colloid and Interface Science*, *557*, 528–536. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2019.09.068>
- SUNASS. (2016). Comprar agua por camión cisterna le cuesta 72 soles a familias limeñas. *Boletín Virtual*, 8–9. Retrieved from <http://sunass.gob.pe/boletin2016/febrero/notacentral1.html>
- Zabalketa y NER Group. (2013). *Informe técnico de Reforestación en Perú y Bolivia*. Lima. Retrieved from [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/b0f868a4b8bae93705257cbc004fa71a/\\$file/1\\_informe\\_tecnico\\_final.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/b0f868a4b8bae93705257cbc004fa71a/$file/1_informe_tecnico_final.pdf)