

Implementación de estrategia mixta de ventilación en clima cálido subhúmedo: Caso Villa de Álvarez, Colima

Vicente Xicoténcatl Delgado Amezcua, Luis Aarón García Solorzano, Raúl Pável Ruiz Torrez, José Ricardo Moreno Peña, José Fidel Navarro Arellano

Tecnológico Nacional de México Campus Colima; Maestría en Arquitectura Sostenible y Gestión Urbana – División de Estudios de Posgrado e Investigación – México; Av. Tecnológico 1 A.P. 10 y 128, C.P. 28976 Villa de Álvarez, Colima.

Resumen

Actualmente se buscan alternativas para mantener el confort térmico, utilizando diferentes estrategias de ventilación pasiva enfocado en un clima cálido subhúmedo, en este caso se analizó el confort por temperatura y humedad, dentro de dos módulos experimentales simulando una habitación de 9.00 m² a escala, uno de ellos fungió como el módulo testigo con un vano y en el segundo se implementaron dos sistemas; el primero, una chimenea solar y el segundo un sistema de tubos subterráneos para la ventilación de implementar dos configuraciones experimentales, Configuración 1: vanos abiertos de ambos módulos, además para el módulo experimental con chimenea y tubos subterráneos también se dejan abiertos. Configuración 2: se deja abierto el vano del módulo testigo, mientras el módulo experimental se cierra el vano y ambos sistemas siguen abiertos; es decir tubos subterráneos y chimenea solar. El periodo de medición se realizó durante cinco días cada configuración, del 20 al 29 de mayo del 2022, utilizado como herramientas un anemómetro para medir la velocidad y el volumen del viento y hobos con una microestación para medir la temperaturas internas. Las mediciones de las velocidades se realizaron durante cuatro horarios 8:00 h, 12:00 h, 16:00 h y 20:00 h, obteniendo como resultados un comportamiento favorable en cuanto a la reducción de las temperaturas.

Abstract

Currently, alternatives are being sought to maintain thermal comfort, using different passive ventilation strategies focused on a warm sub-humid climate, in this case the comfort by temperature and humidity was analyzed within two experimental modules simulating a room of 9.00 m² to scale, one of them served as the control module with a span and in the second two systems were implemented; the first, a solar chimney and the second a system of subway pipes for ventilation to implement two experimental configurations, Configuration 1: open spans of both modules, in addition to the experimental module with chimney and subway pipes are also left open. Configuration 2: the control module's opening is left open, while the experimental module's opening is closed and both systems remain open, i.e. subway pipes and solar chimney. The measurement period was carried out during five days for each configuration, from May 20 to 29, 2022, using as tools an anemometer to measure wind speed and volume and hobs with a micro station to measure internal temperatures. The measurements of the velocities were made during four schedules 8:00 h, 12:00 h, 16:00 h and 20:00 h, obtaining as results a favorable behavior in terms of temperature reduction.

Palabras clave: Confort, temperatura, vientos, humedad relativa.

Keywords: Comfort, temperature, winds, relative humidity.

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se busca mantener una sensación de confort térmico dentro de los espacios habitables, es por eso que se buscan alternativas para lograr el bienestar dentro de estos, encontrando alternativas amigables con el

medioambiente para solucionar esta problemática, una de ellas es la utilización de la ventilación natural, donde se hace la implementación de uno de los recursos naturales renovables que predominan en nuestro planeta, el viento, tomando en cuenta sus características, como; direcciones predominantes de noreste y sureste (García, 1995), las condiciones geográficas y topográficas del mismo lugar.

A pesar de que existen diversas alternativas de ventilación, una ventilación natural inducida es una de las mejores alternativas ya que no se utiliza energía eléctrica, simplemente se basa en la orientación de los espacios con respecto a los vientos predominantes de la región, y cuanto esto no es posible se buscan alternativas que solucionen este problema, sin olvidar que existen otros factores que intervienen en la búsqueda de un confort térmico adecuado que de acuerdo para las Norma ISO 7730, este se encuentra entre los 22° C y 27°C, lo cual se logra tomando en cuenta la temperatura del aire, humedad relativa, temperatura media, factores ambientales y humanos .

Para el estado de Colima que se considera como una región con un clima cálido subhúmedo, con una temperatura promedio diaria de 32° de acuerdo de con la Comisión Nacional del Agua (2021), se busca la implementación de un sistema de enfriamiento pasivo que favorezca al confort térmico dentro de las viviendas, proponiendo un sistema de chimenea solar, cuyo funcionamiento sea la captura del viento proveniente las direcciones predominantes y debido a la diferencia de presión el viento pierde temperatura y llega más fresco al interior, tubos subterráneos los cuales aprovechan la energía geotérmica para la climatización, en conjunto estos sistemas permiten que el aire del exterior, de tal manera que el aire frío desplaza al aire caliente el cual es expulsado por la chimenea.

De acuerdo con Mermet (2005) la ventilación natural ofrece una solución funcional para satisfacer las necesidades de confort térmico y la calidad del aire al interior de las edificaciones, sin embargo, esto también significa que también es difícil de optimizar ya que se trata de un fenómeno natural.

De acuerdo con Simos (2006) La chimenea solar, toma la energía proveniente del sol y esta puede incrementar su ventilación durante los meses con condiciones de calor extremo, principalmente el verano y en conjunto de un sistema pasivo de ventilación cruzada, liberando el aire caliente del interior ya que las diferencias de temperaturas son causadas por factores como; la ocupación, radiación y la conducción (Santamouris,2007).

La chimenea solar es un sistema pasivo generador de movimiento de aire, y este ha sido objeto de diversos estudios en lugares con clima cálido subhúmedo. Siendo su motor principal la radiación solar; este mejorando la ventilación natural y en algunos casos suministrando aire fresco, fundamentalmente es una torre vertical hueca en forma de columna por lo regular pintadas en color negro, adosadas en losa o muro, este sistema fluye el aire hacia el exterior por su extremo superior; al estar adosada a un espacio por medio de un hueco inferior el aire interior del espacio reemplaza al de la chimenea generando este movimiento de aire; y de manera sucesiva por medio de un hueco en el extremo opuesto de la habitación el aire exterior penetra dentro de la habitación, generando un flujo de aire a través de estos volúmenes (figura 1). Este sistema de ventilación se genera en el esquema de ventilación cruzada (Santamouris, 2007).

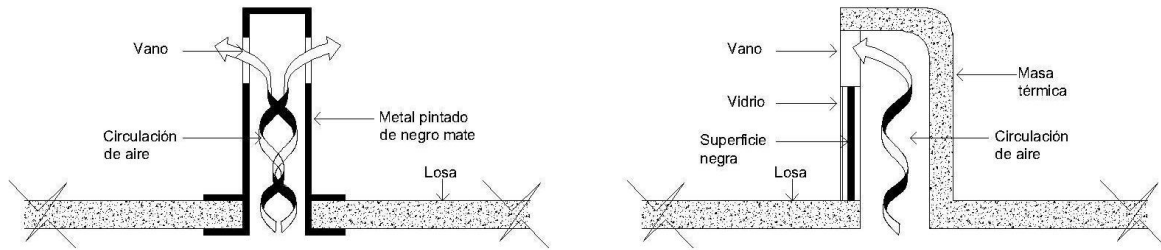


Figura 1. Elementos que conforman la chimenea solar, Fuente: elaboración propia, a partir de David Morillón, 2022.

Un Pozo Provenzal o tubos subterráneos, es un sistema geotérmico sencillo y a poca profundidad, este capaz de aprovechar las temperaturas estables de la capa superficial del subsuelo (conductividad térmica). Su principal funcionamiento se basa en el hecho de la temperatura del subsuelo presenta una diferencia con la del ambiente (intercambiadores de calor tierra-aire). Esta diferencia se acentúa y se mantiene estable entre los 18° y los 24° C aproximadamente de 1.5 a 4 metros de profundidad, (Rehau, 2012) esta temperatura media puede variar dependiendo de la zona geográfica y de las condiciones del clima. Se considera que a una profundidad aproximada a los 10 o 15 metros la temperatura es prácticamente constante a lo largo de todo el año. (Neila F., Bedoya C. 1997).

Los tubos subterráneos hoy en día se conocen como un intercambiador geotérmico que este asegura que su función sea climatizar sea en verano o invierno según su zona geográfica y uso, este sistema consiste en hacer circular el aire desde su exterior al interior de la edificación a través de conductos bajo la tierra y/o enterrados, que son los que permiten el intercambio tierra - aire (Vidal & Vidal, 2011). Existen muchas construcciones donde se han implementado este tipo de sistemas, y se han probado su eficiencia, pero aún no se han podido determinar una metodología de diseño específico ya que depende del tipo de terreno y la superficie que contiene, el clima, y el tipo de uso por mencionar algunos, así que estos factores influyen en su ejecución y actuación. (Vidal & Vidal, 2011).

Es así que diversas variables del sistema de tubos subterráneos como sus dimensiones de conductos y su relación con la temperatura de salida del aire han sido estudiadas por diversos autores (Flores Larsen y Lesino, 2000; Gauthier et al., 1997; Mihalakakou et al., 1994).

2. METODOLOGÍA

El objetivo de la investigación es valorar el comportamiento de sistemas de ventilación pasiva mixta en este caso la chimenea solar y tubo subterráneo, tomando en cuenta las características climáticas del municipio de Villa de Álvarez, Col. Con un enfoque cuantitativo del desempeño de los dispositivos, empleando la metodología que se presenta en la figura 2.

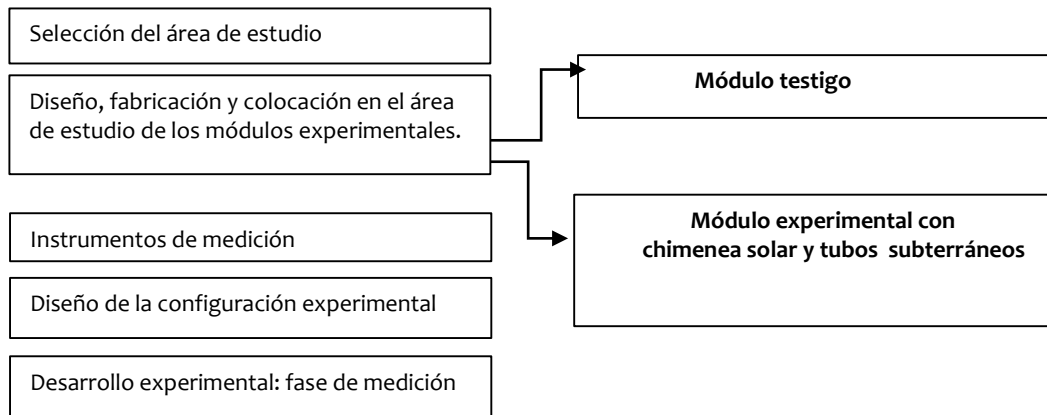


Figura 2. Diagrama metodológico. Fuente, elaboración propia, 2022.

Selección del área de estudio

EL estudio se llevó a cabo dentro del municipio de Villa de Álvarez, Colima, específicamente en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México Campus Colima, el municipio cuenta con un clima cálido subhúmedo el cual indica un porcentaje del 98% de humedad la mayor parte del tiempo. La temperatura media anual es de 27.1°C, con lluvias en verano, con una máxima media de 33.3°C y una mínima media de 20.9 °C. destacando que el mes con la temperatura máxima registrada es mayo con 39.4°C (CONAGUA, 2021), en la figura 3, se muestra área donde se colocaron los módulos de estudio.



Figura 3. Área de estudio. Fuente, Google Maps, 2022.

Otro factor importante, es la dirección de los vientos, en verano son del suroeste al noreste, mientras que en invierno son de noroeste a suroeste, como se muestra en la figura 4.

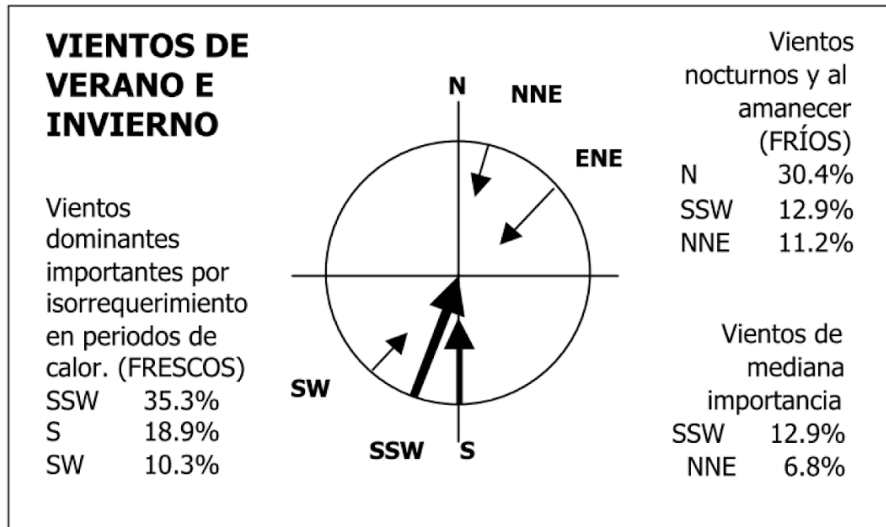


Figura 4. Vientos dominantes en verano e invierno.

Diseño, fabricación y colocación de los módulos experimentales

Los módulos de estudio se diseñaron a escala de 1:3 de tal manera que sus dimensiones propuestas cumplan con los requerimientos mínimos de una habitación indicada por el Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural para el Municipio de Villa de Álvarez, el cual menciona un área mínima de 9.00 m², el cual se cumple con las dimensiones de una habitación de 3.00 m x 3.00 m.

Se diseñaron y fabricaron dos módulos, uno de ellos testigo y el otro experimental, quedando una configuración regular de 1.13 m x 1.13 m de base y una altura de 1.13 m, a paños exteriores, se utilizó una base de aluminio de 2" sobre la cual se montaron láminas de Tablaroca de ½" Durock de cemento Portland, reforzada con malla de fibra de vidrio, forrados al exterior con láminas de poliestireno de ½" de las mismas dimensiones. Al centro de una de las caras de ambos módulos se dejó un vano de 0.33 m x 0.50 m. En la figura 5 se observa la planta y el alzado de ambos.

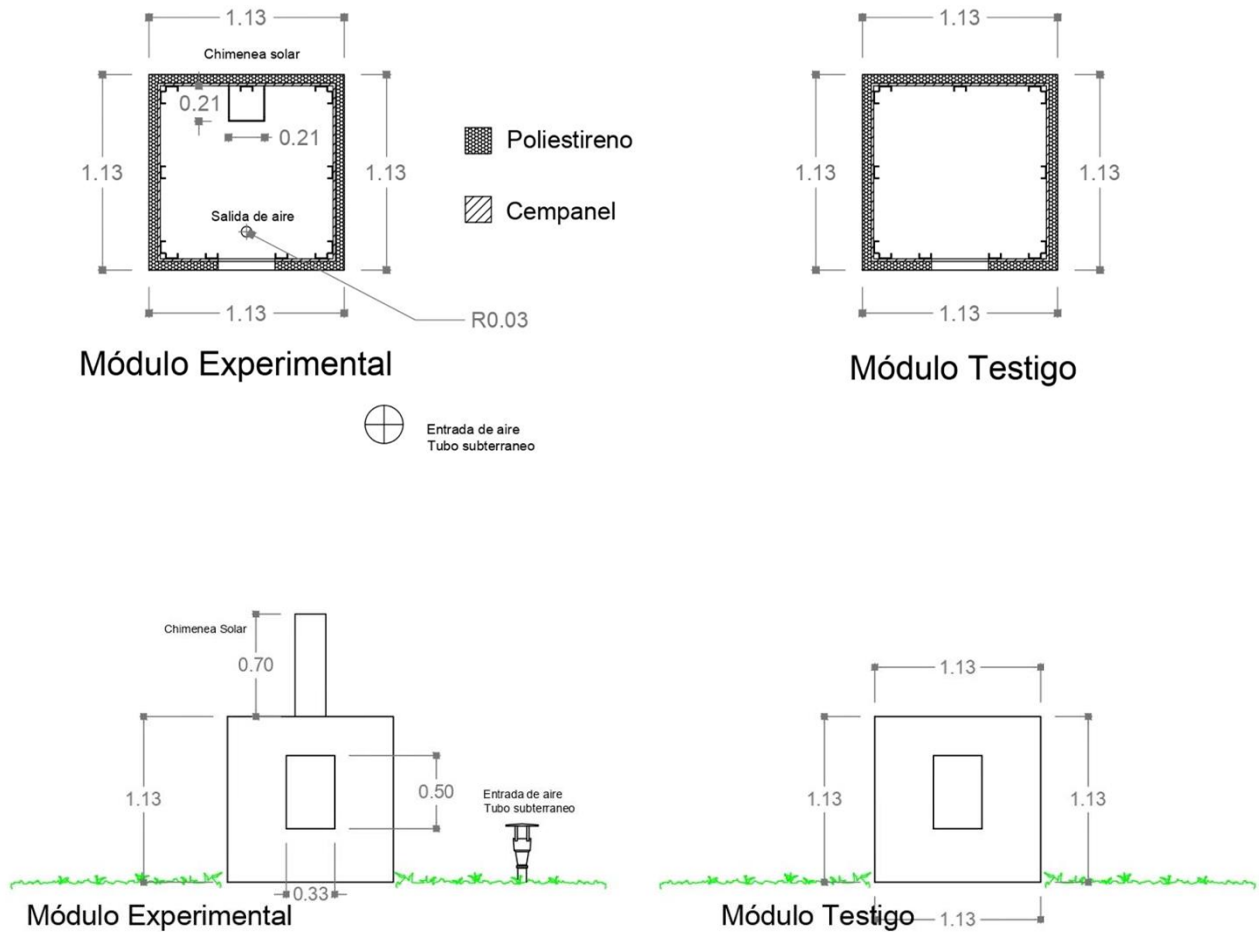


Figura 5. Planos de los módulos de estudio. Fuente, elaboración propia, 2022.

Para el módulo experimental, se realizó un hueco en la parte superior de 0.20 x 0.20 m, sobre el cual se colocó una chimenea fabricada con lámina galvanizada calibre 20, con una altura de 0.75 cm, además una vez seleccionada el área para su colocación se realizó una excavación de 1.50 m para la colocación de los tubos de PVC, 2 tramos de 6.00 m de largo de 2”, el cual se cortó en tramos de 1.50 m y se unió con codos del mismo material y diámetro para formar una especie de radiador el cual conducirá el aire que ingrese dentro del ducto conductor, que sobresale 0.50 m sobre el nivel del suelo, en la figura 6 se observa la configuración de ambos módulos.

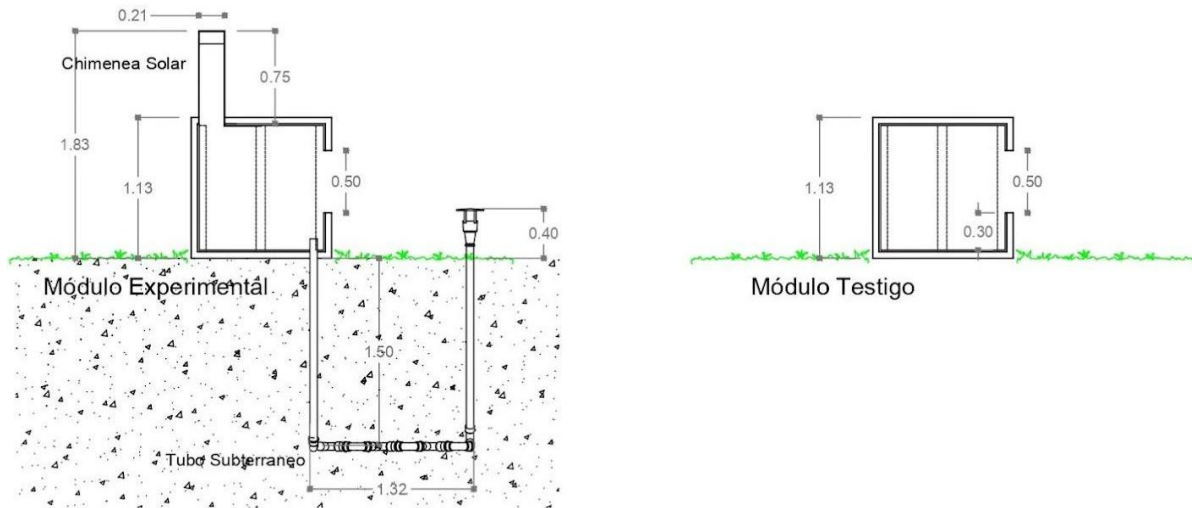


Figura 6. Configuración interior de los módulos. Fuente, elaboración propia,2022.

En la figura 7, se muestra el modelo 3D de los módulos de estudio, en la cual se puede observar la configuración de la tubería de PVC, y la chimenea solar en el módulo experimental, así como el módulo testigo.



Figura 7. Ejemplo del funcionamiento del módulo de estudio. Fuente, elaboración propia,2022.

Una vez fabricados los módulos de estudio, se colocaron en campo, con orientación de las ventanas al norte y el tubo de PVC que capturaba el viento dominante suroeste como se observa en la figura 8.



Figura 8. Colocación en el sitio de los módulos de estudio. Fuente, elaboración propia, 2022.

Instrumentos de medición

Para medir la velocidad de los vientos y el flujo volumétrico se utilizó anemómetro digital manual SEME PEAKMETER. La información se registra mediante una aplicación de celular, y se traspa de manera manual a una base de datos, en la figura 9 se muestra dicho instrumento y sus características.



SEMME PEAKMETER PM6252B

m/s (metro sobre segundo): .80-30.00

Precisión: ± 2.0%

Resolución: 0.01m/s

Flujo de viento: (Área) 0 – 9.999 CMS

Figura 9. Anemómetro digital. Fuente, <https://manuals.plus/es/anemómetro/anemómetro-digital-manual>, 2022.

Para medir las temperaturas, la humedad relativa, se utilizaron dos data logger tipo HOBO de la marca Onset, modelo U12-012, los cuales se muestran en la figura 10.



HOBO Data Logger U12-012

Registro de temperatura: -20 [°C] a 70 [°C].

Precisión: ± 0.35 [°C] de 0 [°C] a 50 [°C].

Resolución: 0.03 [°C].

Figura 10. HOBO Data Logger. Fuente, www.onsetcomp.com, 2022.

Se instalaron los HOBO'S dentro de los módulos de estudio, es decir tanto módulo testigo y módulo experimental, una vez que estos se calibraron para obtener un mejor resultado de las lecturas, (figura 11), mientras que la micro estación se colocó a una distancia de 29.00 m de los HOBO'S y a una altura de 3.00 m sobre un poste (figura 12).



Figura 11. Colocación de Hobo dentro de los módulos. Fuente, elaboración propia, 2022.



Figura 12. Colocación de la micro estación. Fuente, elaboración propia, 2022.

Diseño de la configuración experimental

Configuración 1: ambos módulos abiertos de sus vanos, mientras tanto el módulo experimental, se abren ambos sistemas; es decir tubos subterráneos y chimenea solar.

Configuración 2: abierto el vano del módulo testigo, mientras el módulo experimental se cierra el vano y ambos sistemas siguen abiertos; es decir tubos subterráneos y chimenea solar.

Desarrollo experimental: fase de medición

De acuerdo con los registros de CONAGUA desde 1998 al 2010, siendo el mes de mayo con registros de mayores temperaturas, alcanzando hasta 39.4°C

El registro de los datos por cada uno de los módulos tanto el módulo testigo, como el módulo experimental y la micro estación, se registraron durante 10 días por cada 24 horas con intervalos de registro de una hora para la temperatura y humedad relativa.

Para las mediciones con el anemómetro digital se establecieron cuatro horarios de medición: 8:00 h, 12:00 h, 16:00 h y 20:00 h, para medir el flujo del aire en el área de experimentación, como se muestra en la figura 13.



Figura 13. Medición de la velocidad de los vientos con el anemómetro dual digital. Fuente, elaboración propia,2022.

Para conocer el confort térmico al interior de las viviendas, se utilizó la ecuación:

$$T_n = b + m (T_{em})$$

Donde:

T_n = Temperatura de neutralidad o de confort

b = Punto donde la recta de regresión corta el eje de las coordenadas, que según Nicol (1993) es de 17.

M = Pendiente de la recta de regresión, que según Nicol (1993) es de 0.38.

T_{em} = Temperatura exterior promedio

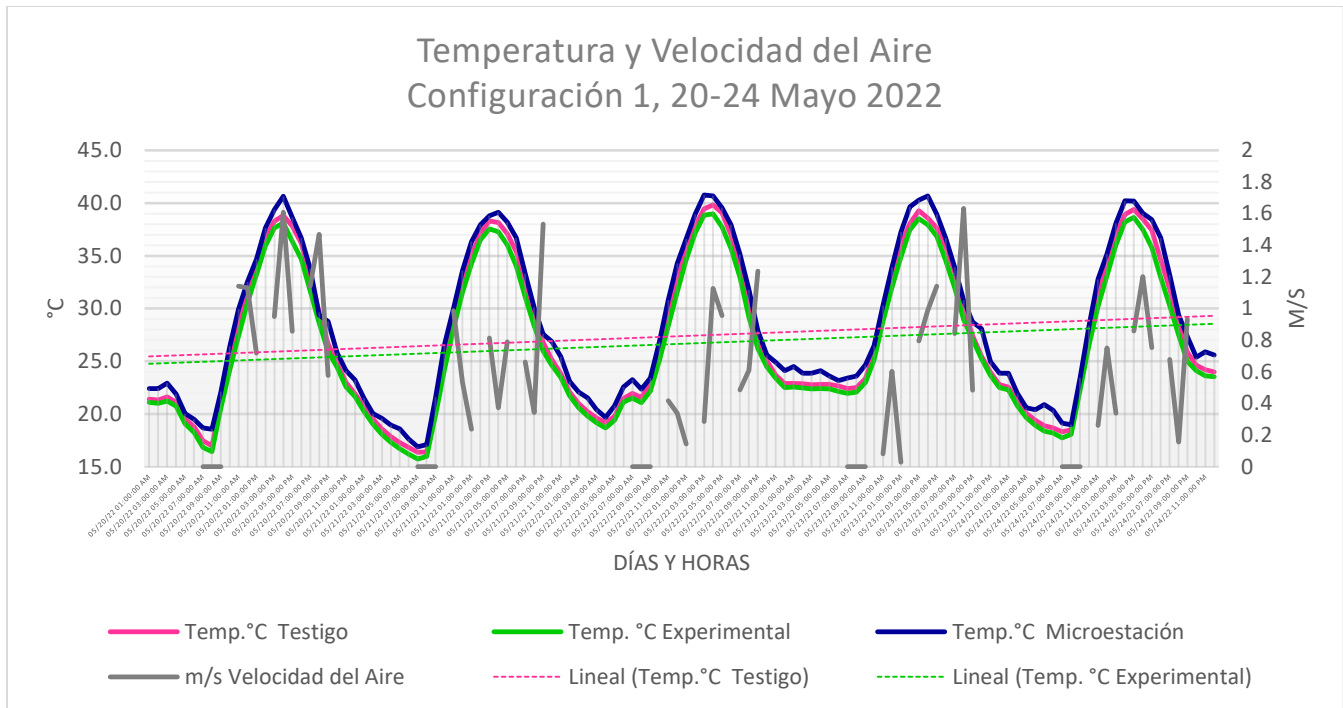
Nicol (1993) menciona que el rango de confort térmico depende de la adaptación que tienen las personas en su medio ambiente, es decir en cuanto mayor sea el periodo, más fácilmente podrá asimilar el cambio sin que se reduzca significativamente la sensación térmica de confort, el cual indica ± 2 de amplitud aceptable de variación. En la tabla 1, se observan los valores obtenidos del rango de amplitud para determinar el límite inferior y el límite superior de temperatura de confort para una zona cálida subhúmeda como lo es el estado de Colima.

Tabla 1. Rango de confort térmico en clima cálido subhúmedo. A partir de Nicol (1993). Fuente: Elaboración propia.

Rango de confort térmico		
Temporada	Límite inferior Temperatura de confort	Límite superior Temperatura de confort
Cálida subhúmeda	24.3°C	29.3°C

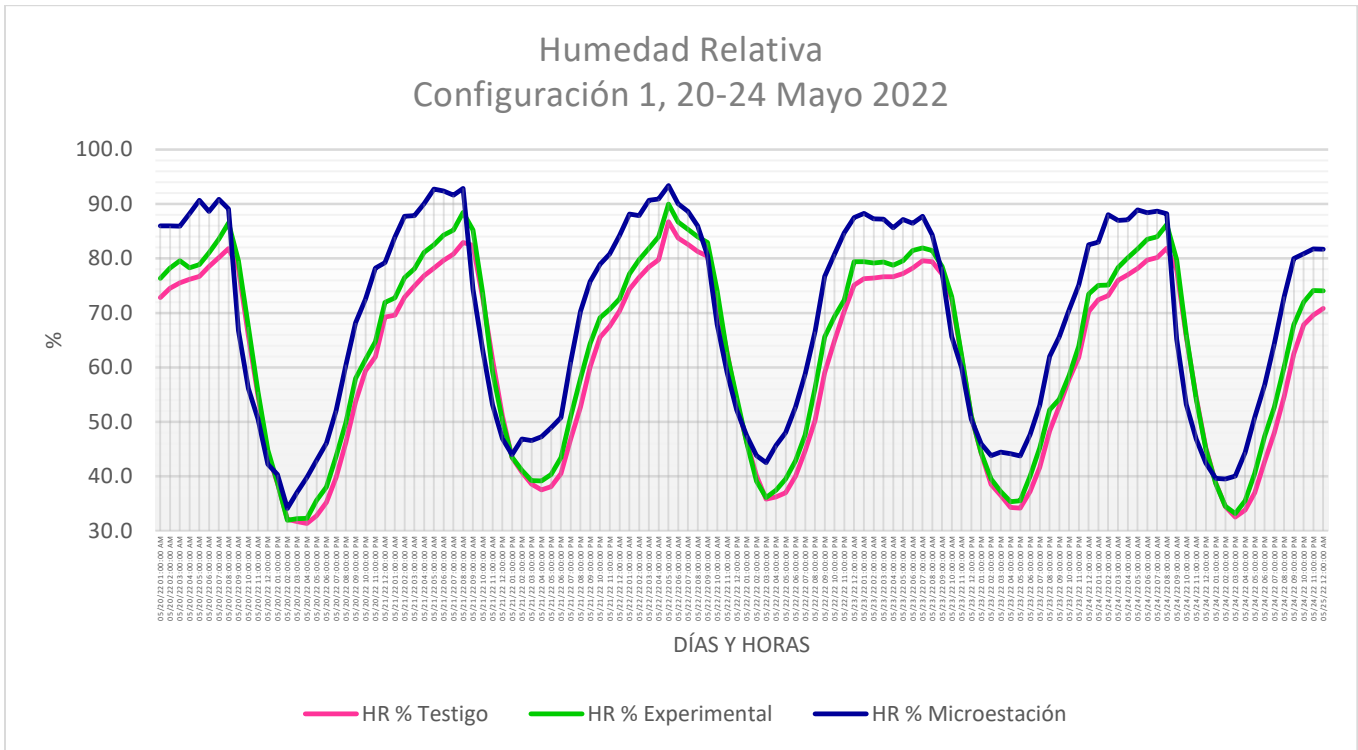
3. RESULTADOS

En la gráfica 1, se muestran las diferentes temperaturas por hora durante los 5 días de experimentación, mantienen un rango muy similar entre los módulos, sin embargo se observa que el sistema pasivo de la chimenea solar y tubos subterráneos por efecto natural del viento por medio de la oscilación se mantiene por debajo en todas las configuraciones experimental de hasta 1.7°C respecto del módulo testigo en los horarios con mayor índice de temperatura que son de 12:00 h a 17:00 h. También se muestra la velocidad en (m/s) durante el proceso de obtención de datos las velocidades mayores en el horario vespertino de las 16:00 h se registran como débiles de acuerdo a la tabla de Beaufort con un promedio no mayor de 1.1 m/s.



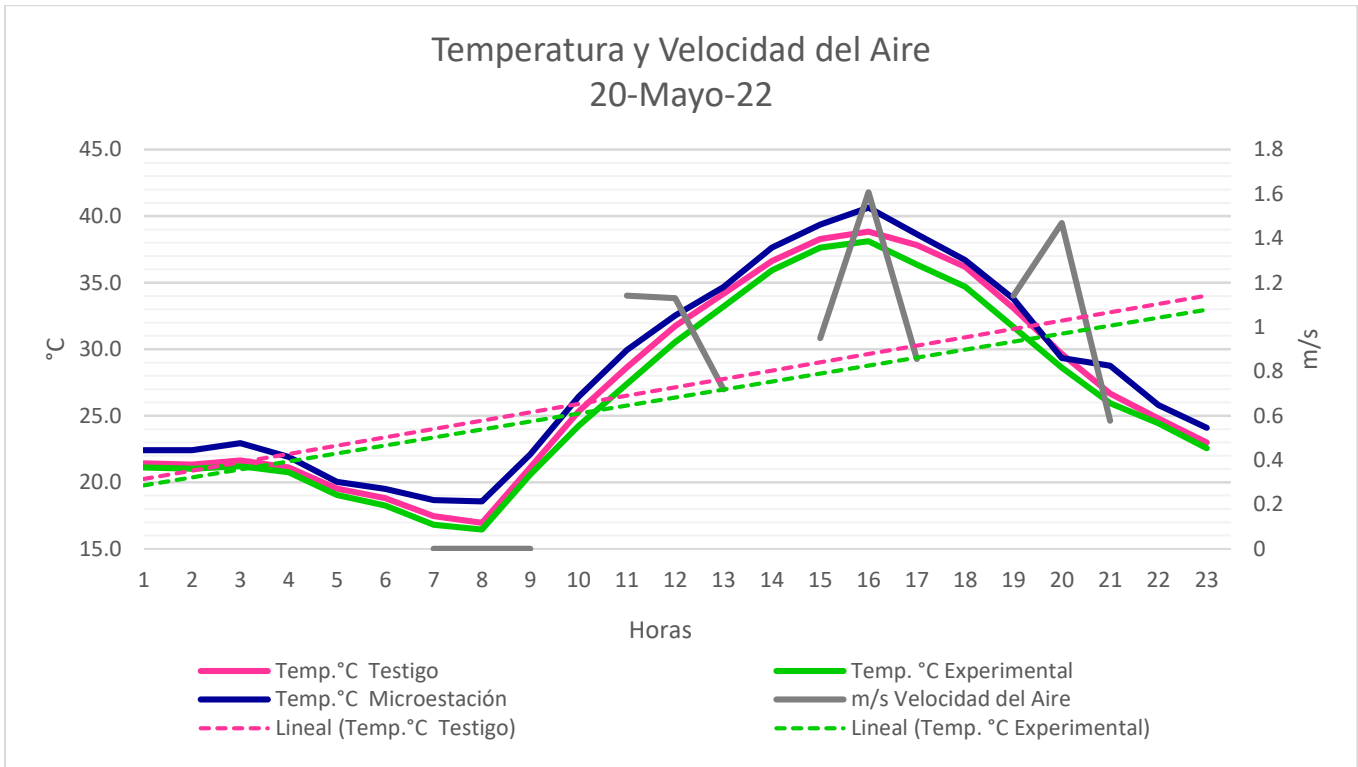
Gráfica 1. Comparativa de dispositivos, temperaturas internas y velocidad del viento en el exterior, configuración 1 del 20 al 24 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

En la gráfica 2, se representan la diferencia de humedad relativa (%) por hora durante los 5 días de experimentación, se ve un pequeño desfase en la humedad relativa de la micro estación, pero entre los módulos de testigo y el experimental, se mantiene por debajo la humedad el módulo testigo, teniendo un día significativo el día 20, se muestra que las humedades máximas hasta un 93% dentro de las horas en la madrugada y teniendo las mínimas de hasta un 31% en la hora críticas siendo entre las 12:00 h y 13:00 h, teniendo una diferencia no mayor a un 4% de humedad entre ambos módulos.



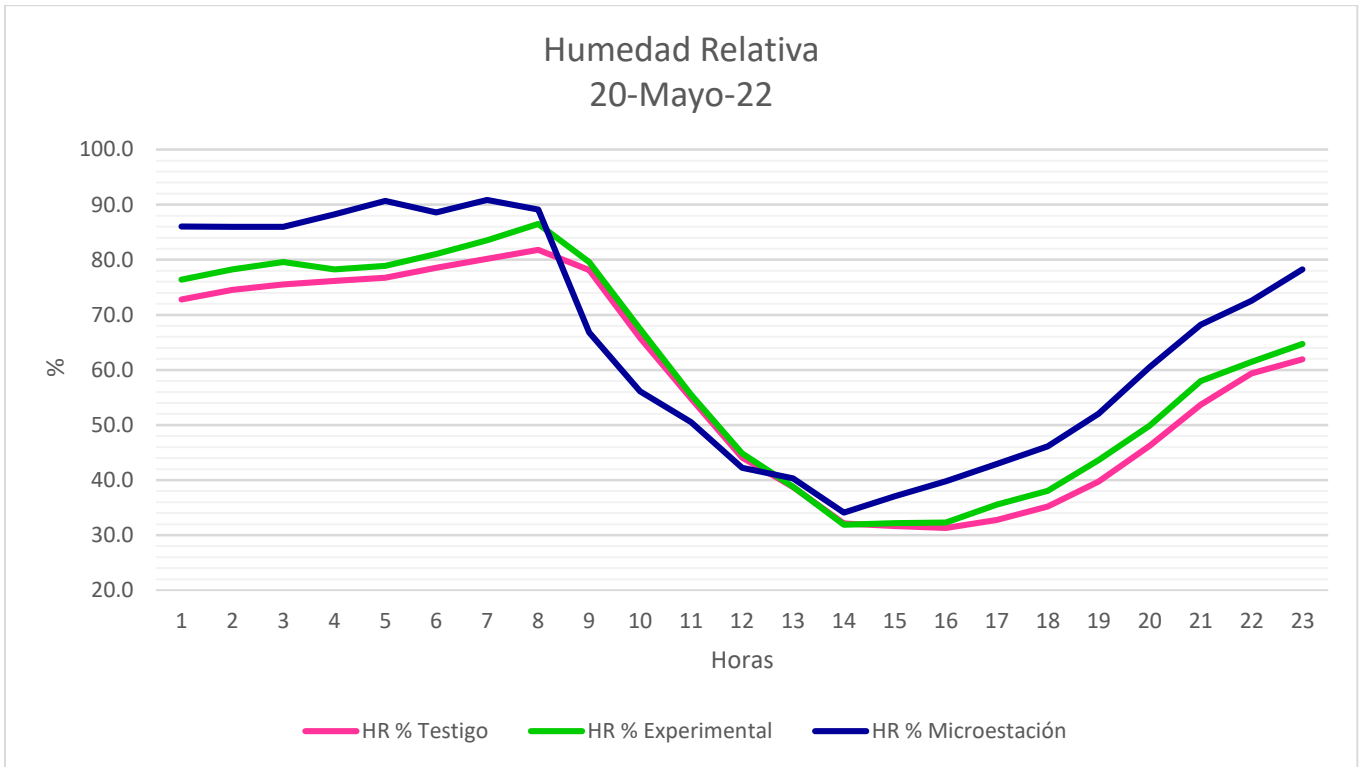
Gráfica 2. Comparativa de dispositivos, humedad relativa internas, configuración 1 del 20 al 24 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

En la gráfica 3, del día representativo 20 de mayo 2022, se observa que el módulo testigo y el módulo experimental se mantienen muy similar entre ellos así como la micro estación, teniendo una temperatura mínima de 16°C en el módulo experimental, mientras en el módulo testigo teniendo 17°C, mientras la micro estación se registró 18.5°C, teniendo un diferencia entre el módulo experimental y la micro estación de 2.5°C en el horario de menor índice de temperatura, mientras en el horario crítico donde se registraron mayores temperaturas que fueron a las 16:00 h. en la micro estación se registró 40.5 °C, mientras tanto el módulo testigo registró se registró una temperatura de 39°C, y en el módulo experimental fue de 38°C, teniendo una diferencia entre la micro estación y el módulo experimental 2.5°C en el horario más críticos.



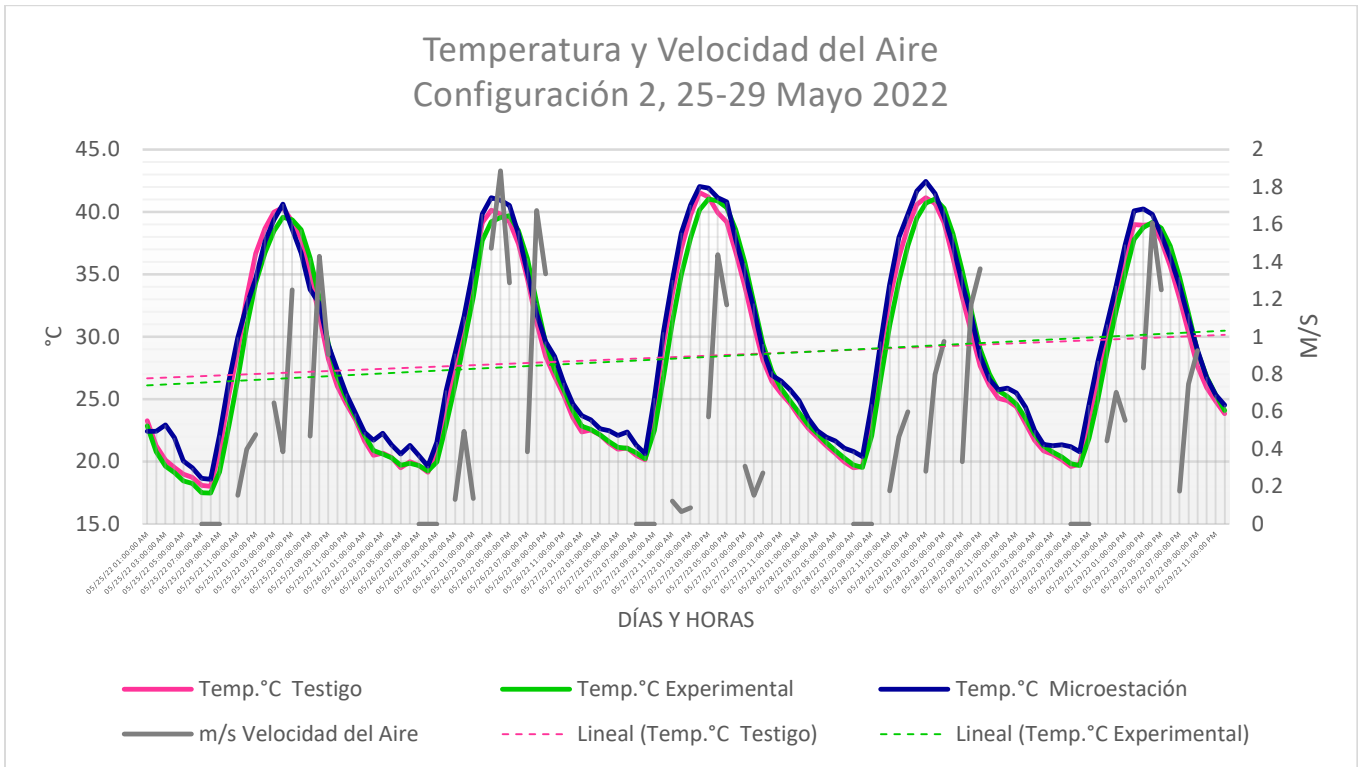
Gráfica 3.- Día representativo, temperaturas internas y velocidad del viento en el exterior, configuración 1 del día 20 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

En la gráfica 4, del día representativo 20 de mayo 2022, se observa un pequeño desfase en el registro de la micro estación, se observa que se tiene una constante en la humedad en los horarios de 9:00 h a 14:00 h, mientras que el mayor índice de registro de la humedad se registró con un 90% y con una mínima de 31% de humedad en el horario más crítico, el módulo experimental se mantiene por encima del módulo testigo con una diferencia no mayor al 5% de humedad.



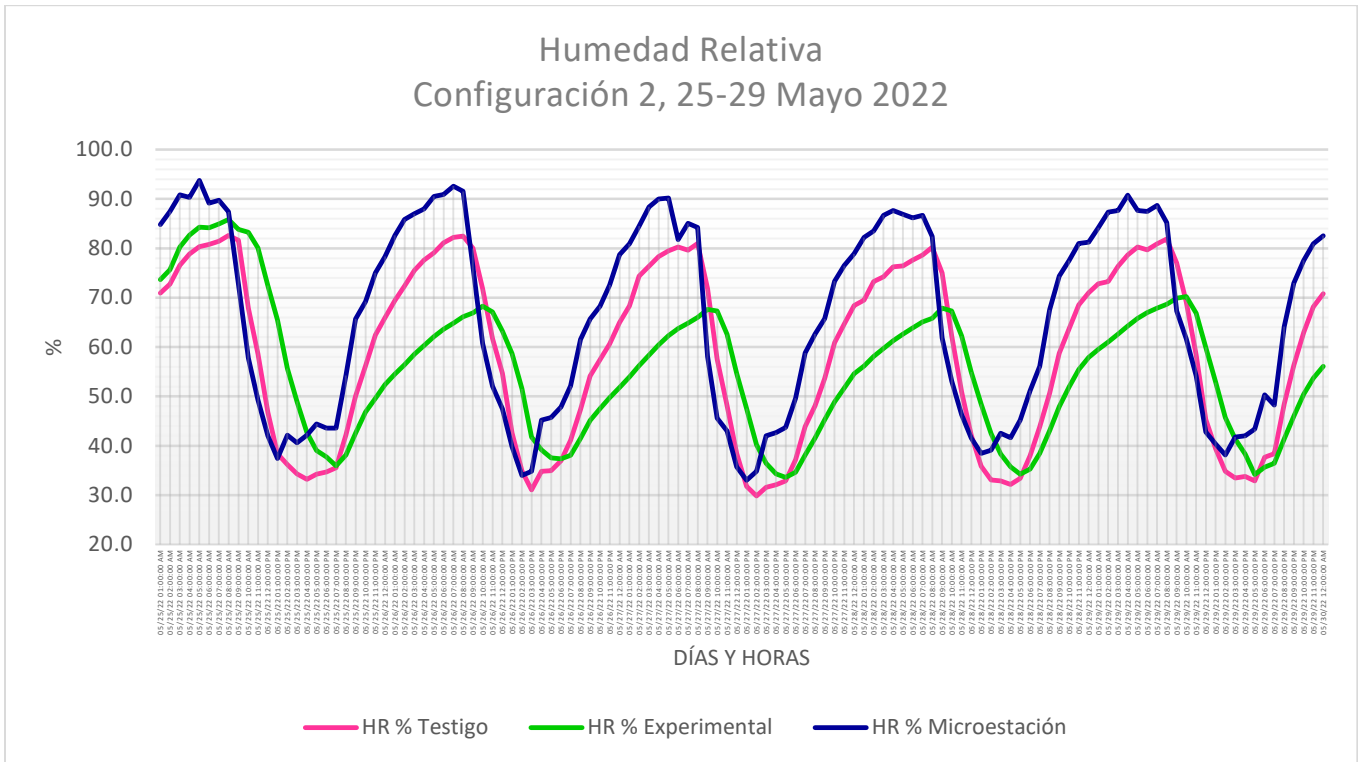
Gráfica 4. Día representativo, humedad relativa internas, configuración 1 del día 20 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

Para la configuración 2 se obtuvieron los siguientes resultados, se visualiza las diferentes temperaturas por hora durante los 5 días de experimentación, mantienen un rango muy similar entre los módulos, este se observa que el sistema pasivo de la chimenea solar y los tubos subterráneos por efecto natural del viento se mantiene por debajo en todas las configuraciones experimental de hasta 1.5°C de diferencia entre el módulo experimental y el módulo testigo en los horarios con mayor índice de temperatura que son 12:00 h a 18:00 h. se visualiza también dentro de ella la velocidad del aire (m/s) durante el proceso de obtención de datos las velocidades con mayor velocidad se registraron dentro el horario de las 16:00 h como se muestra en la gráfica 5.



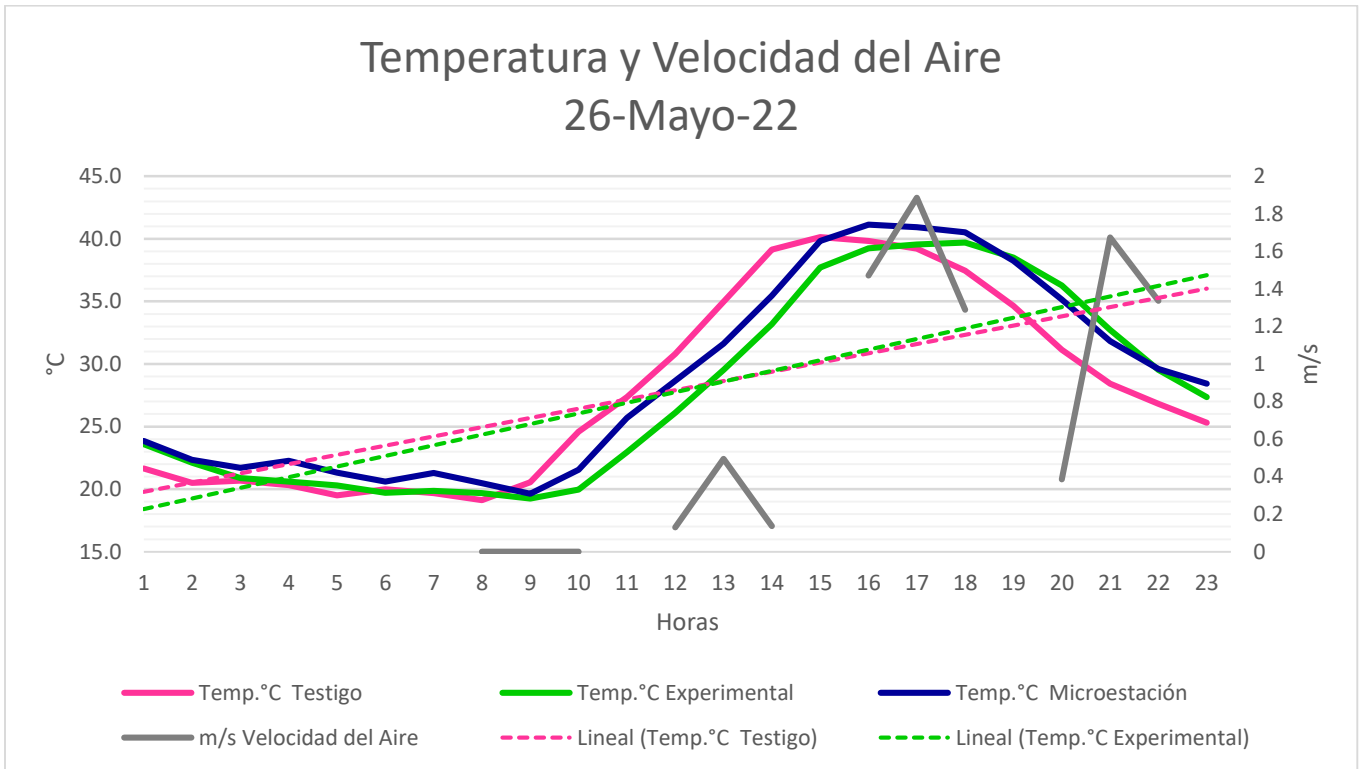
Gráfica 5. Comparativa de dispositivos, temperaturas internas y velocidad del viento en el exterior, configuración 2 del 25 al 29 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

En la gráfica 6, se visualiza la diferencia humedad relativa (%) por hora durante los 5 días de experimentación, se observa diferencias significativas en cada uno de los registros, teniendo un registro mayor con un 92% y una mínima de un 30% pero entre los módulos testigo y el experimental, se mantiene por debajo la humedad el módulo experimental, teniendo un día significativo el día 26, que más adelante hablaremos de ello, se muestra que las humedades máximas hasta un 92% dentro de las horas en la madrugada y teniendo las mínimas de hasta un 30% en la hora críticas siendo entre las 12:00 h y 13:00 h, teniendo una diferencia no mayor a un 10% de humedad entre ambos módulos.



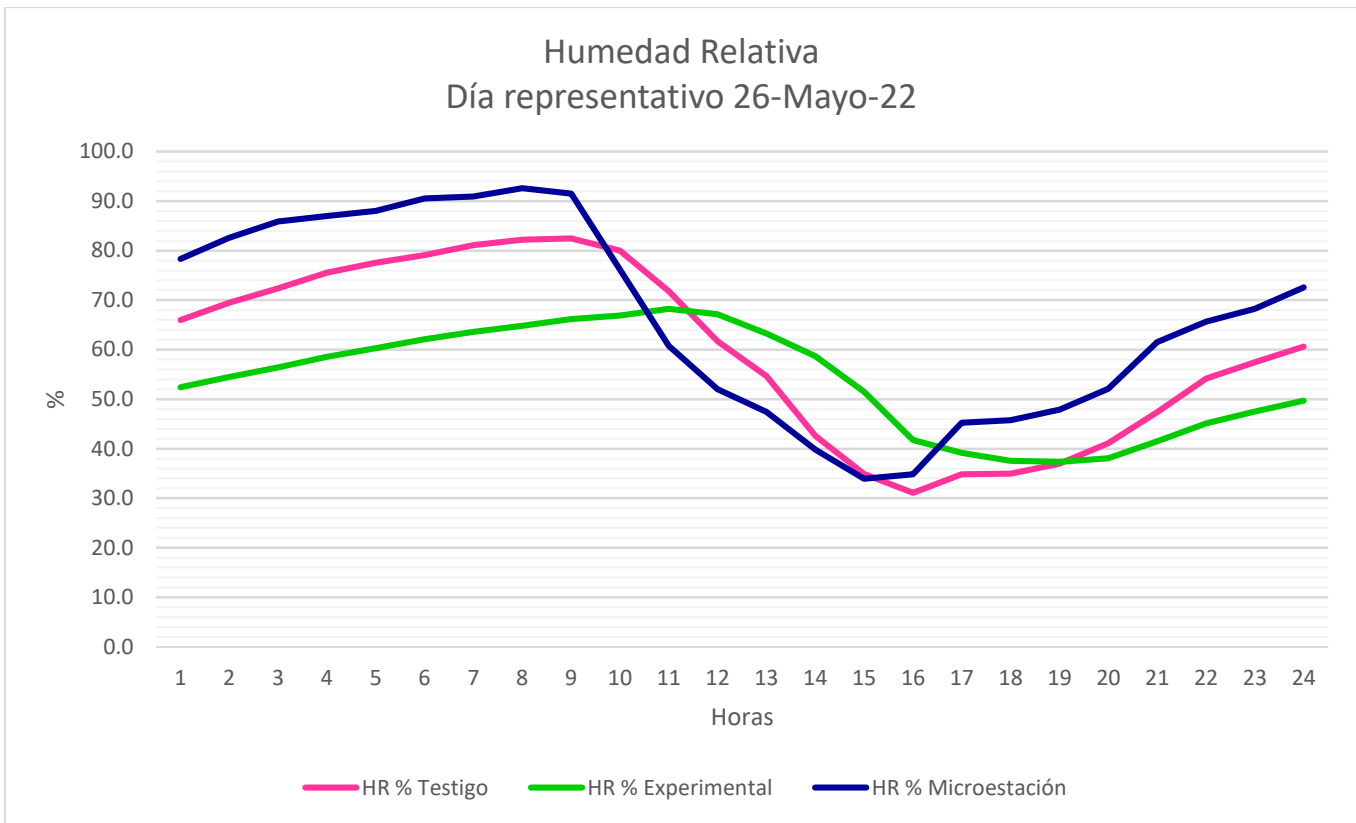
Gráfica 6. comparativa de dispositivos, humedad relativa internas, configuración 2 del 25 al 29 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

El día representativo 26 de mayo 2022, se observa que el módulo testigo y el módulo experimental se mantienen con pequeñas diferencias entre ellos, así como la micro estación, teniendo una temperatura mínima de 18°C en el módulo testigo, mientras en el módulo experimental teniendo 19°C, mientras la micro estación se registró 21.5°C, teniendo una diferencia entre el módulo experimental y la micro estación de 2.5°C en el horario de menor índice de temperatura, mientras en el horario crítico donde se registraron mayor temperatura fue de 41°C a las 16:00 h. registrada en la micro estación, mientras tanto su comportamiento en el módulo testigo registró una temperatura de 40°C, mientras en el módulo experimental fue de 38°C, teniendo una diferencia entre la micro estación y el módulo experimental 3°C en el horario más crítico. Ver en la gráfica 7.



Gráfica 7. Día representativo, temperaturas internas y velocidad del viento en el exterior, configuración 2 del día 26 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

En la gráfica 8, del día representativo 26 de mayo 2022, se observan diferencias entre cada uno de ellos, mientras que el módulo experimental en el horario crítico de 12:00 h a 17:00 h se mantiene entre un 69% a un 40% de humedad, mientras en el módulo testigo de registro con un 69% a un 35% teniendo solo un 5% en el horario crítico.



Gráfica 8. Día representativo, humedad relativa internas, configuración 2 del día 26 de mayo 2022, fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como resultado del estudio, registró una temperatura interna en el módulo experimental promedio de 26.7 ° C, mientras tanto , el comportamiento de la temperatura dentro del módulo testigo es de 27.9 ° C , teniendo una diferencia de 1.2 ° C, con respecto a la micro estación, está registró un promedio de 28.4 ° C, acentuando que el comportamiento dentro del módulo experimental se tiene una diferencia de 1.7 ° C menor que al exterior (micro estación) mientras el módulo testigo tiene una diferencia de 0.5 ° C.

El módulo experimental dotado de ambos sistemas mixtos de ventilación, es decir; la chimenea solar y los tubos subterráneos, registran una menor temperatura respecto al módulo testigo, lo cual demuestra la viabilidad del sistema mixto, esto se refuerza por el hecho de que la reducción de temperaturas es mayor entre las 10:00 h y 16:00 h, teniendo presente el horario de verano, debido a la mayor radiación que actúa sobre la chimenea solar, aumentando de temperatura respecto al interior del módulo experimental y por consiguiente el movimiento y renovación del aire interior proveniente de los tubos subterráneos denominados intercambiador de tierra-aire.

REFERENCIAS

- [1] García Fuentes (1995). Viento y arquitectura. Editorial Trillas, México, DF.
- [2] Norma ISO 7730
- [3] Comisión Nacional del Agua (2011)
- [4] Mermet (2005)
- [5] Simos Yannas, E. E. (2006). Roof Cooling techniques: a design book. Estados Unidos de Norteamérica: EARTSCAN.
- [6] Santamouris, M (2007) Advances in passive cooling. Earthscan.
- [7] Rehau, (2012). Intercambiador aire-tierra para ventilación controlada. Disponible en: <https://www.rehau.com/group-en>
- [8] Neila, F. y Bedoya, C. (1997). Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental. 1era Edición. Madrid: Murilla –Lería.
- [9] Vidal & Vidal, 2011
- [10] Flores Larsen y Lesino, 2000;
- [11] Gauthier c., et al. (1997). Numerical simulation of soil heat exchanger-storage systems for greenhouses. Solar Energy 60, 6, pp. 333-346.
- [12] Mihalakakou, G., et al. (1994). Modelling the thermal performance of earth-to-air heat exchangers. Solar Energy, 53, Nro.3, pp. 301-305.
- [13] Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural para el Municipio de Villa de Álvarez
- [14] Nicol (1993)

Correo de autor de correspondencia: g2046003@colima.tecnm.mx