



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

La Titora (*Schoenoplectus Californicus*) como aislante térmico para
ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Arquitecto

AUTORES:

Liñan Quispe, Deisler Jamil (orcid.org/0000-0001-7046-6023)

Rios Briceño, Thifany Liset (orcid.org/0000-0003-3225-6249)

ASESOR:

Mg. Sanchez Vasquez, Cesar Julio (orcid.org/0000-0001-7772-6799)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Arquitectura

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A Dios por acompañarnos todos los días, además de darnos la fortaleza, entendimiento y sabiduría requerida para culminar nuestro trabajo con éxito.

A nuestras familias, quienes nos apoyaron en los momentos más complicados, nos enseñaron a no rendirnos y nos forjaron como personas de bien, guiándonos por el buen camino.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primera instancia a Dios por la protección y porque siempre está con nosotros en las buenas y malas circunstancias.

A nuestros padres y hermanos, quienes siempre han confiado en nosotros y nos brindaron su ayuda, consejo y muchos ánimos a lo largo de los años en nuestra experiencia universitaria.

A nuestros docentes, les damos las gracias por la orientación y enseñanzas que nos proporcionaron en nuestro paso por la universidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	11
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población, muestra y muestreo	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos	19
3.7. Aspectos éticos	19
IV. RESULTADOS	21
TABLA 1. Propiedades térmicas de la totora.	21
TABLA 2. Tipos de aplicación de la totora en edificaciones.	22
FIGURA 1. Prepruebas sin revestimiento de totora de acuerdo a las horas.....	23
FIGURA 2. Pospruebas con una capa de totora de acuerdo a las horas.	24
FIGURA 3. Pospruebas con dos capas de totora de acuerdo a las horas.....	25
TABLA 3. Comparación de las tres pruebas de acuerdo a los días.	26
V. DISCUSIÓN	27
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS	36
ANEXOS.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.	Propiedades térmicas de la totora.	21
TABLA 2.	Tipos de aplicación de la totora en edificaciones.....	22
TABLA 3.	Comparación de las tres pruebas de acuerdo a los días.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Prepruebas sin revestimiento de totora de acuerdo a las horas... 23
FIGURA 2. Pospruebas con una capa de totora de acuerdo a las horas..... 24
FIGURA 3. Pospruebas con dos capas de totora de acuerdo a las horas. 25

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar la utilidad de la totora como aislante térmico en ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023. La metodología empleada es de naturaleza básica y utiliza un diseño experimental de tipología experimental puro. La variable independiente es "totora como aislante térmico", con las dimensiones: propiedades térmicas y tipos de aplicación en edificaciones. La variable dependiente es "ambientes arquitectónicos interiores", con la dimensión: aislamiento térmico. La población son las plantas de totora en la provincia de Trujillo, y la muestra son las plantas en Los Humedales de Huanchaco, con un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se ha empleado el análisis documental con la ficha de investigación bibliográfica y la técnica de observación con la ficha de registro de pruebas. De acuerdo a los resultados se ha concluido que la totora como aislante térmico posee tres propiedades térmicas y dos tipos de aplicaciones en edificaciones. El revestimiento de dos capas de totora garantiza eficacia de aislamiento térmico al obtener mayor diferencia de temperatura entre exterior e interior, y a la vez demostrando su utilidad al obtener mayor estabilidad en la desviación estándar, disminuyendo las fluctuaciones de temperatura interior. Palabras clave: Aislamiento térmico, arquitecto, interiores.

ABSTRACT

The research aims to determine the utility of totora as a thermal insulator in interior architectural environments in Trujillo 2023. The methodology used is basic and employs a pure experimental design. The independent variable is "totora as a thermal insulator," with dimensions: thermal properties and types of application in buildings. The dependent variable is "interior architectural environments," with dimension: thermal insulation. The population comprises totora plants in the province of Trujillo, and the sample includes the plants in Los Humedales de Huanchaco, using a non-probabilistic convenience sampling. Documentary analysis has been employed with the bibliographic research form, and the observation technique with the test registration form. According to the results, it has been concluded that totora, as a thermal insulator, possesses three thermal properties and two types of applications in buildings. A two-layer totora coating ensures thermal insulation effectiveness by achieving a greater temperature difference between the exterior and interior. Simultaneously, it demonstrates its utility by attaining greater stability in the standard deviation, thereby reducing interior temperature fluctuations.

Keywords: Thermal insulation, architect, interiors.

I. INTRODUCCIÓN

La problemática de investigación surgió como respuesta a las necesidades que se presentaron en la sociedad de Trujillo, que experimentó cambios de temperatura hasta el año actual. Según el Senamhi (2020), la temperatura más alta en Trujillo se registró durante el verano, en el segundo mes del año, con un promedio de 25.8°C, mientras que la temperatura más baja ocurrió en invierno, específicamente en el noveno mes del año, con un promedio de 14.1°C. Sin embargo, en los últimos dos años, se observó notables fluctuaciones de temperatura en la ciudad, que alcanzó los 31.9°C en el cuarto mes de 2023 y descendió a 12.6°C en el tercer mes de 2022, esta última la temperatura fue la más baja durante el periodo mencionado.

Según el reglamento peruano EM.110, el confort térmico se definió como la sensación de neutralidad térmica en un entorno específico. Por ello, para establecer los valores de confort, fue necesario calcular la temperatura neutra donde se utilizó la fórmula universal de Auliciems & Szokolay (1997), " $T_n = 17.6 + 0.31 T_{med}$ ". Los cálculos arrojaron que la temperatura neutra en Trujillo fue de 25.6°C en verano y 21.97°C en invierno; por lo tanto, las variaciones de temperatura mencionadas afectaron a los habitantes de la ciudad, ya que superaron o estuvieron por debajo de los rangos ideales para el confort térmico.

Una posible solución para abordar esta problemática podría haber sido el uso de aislantes térmicos convencionales como el poliestireno expandido, la espuma de poliuretano o la lana de vidrio. Sin embargo, Según Aza (2016), estos materiales están hechos de derivados del petróleo y productos químicos nocivos, y, en consecuencia, estos influyen en la contaminación del medio ambiente. Como resultado, su producción produce la liberación de gases perjudiciales como los dióxidos de carbono, óxidos de azufre y nitrógeno, por lo tanto, se recomienda el uso de aislantes de origen vegetal y natural, los cuales no generan sustancias perjudiciales.

Dada la información presentada, un material natural que se volvió relevante fue la totora. Según lo señalado por Quezada en 2015, esta planta en su forma natural exhibió un coeficiente de conductividad térmica de 0,019 W/m.K. Esto adquirió importancia debido a que, para considerar un material como aislante térmico, debería tener un valor menor a 0,060 W/m.K, y la totora cumplió con este requisito.

Es por ello que, el trabajo estuvo enfocado directamente sobre dicha totora, llamada también por su nombre científico “*schoenoplectus californicus*”, donde se buscó brindar un aporte científico a la sociedad trujillana, el cual ayudaría a minimizar su problemática a través del uso de esta planta. El interés en el área de arquitectura fue lograr campos de conocimiento al investigar a la totora como material aislante térmico, que así mismo, cumpliría esa función al ser aplicado como revestimiento en obras arquitectónicas, así pues, se consideró un enfoque en edificaciones conformadas por techos de concreto y muros de ladrillos, ya que, se tuvo en consideración que al comparar todas las provincias del departamento de La Libertad, el 80.57% de las viviendas pertenecientes a los ciudadanos de la provincia de Trujillo poseían concreto armado como material predominante en los techos y el 78.13% emplearon ladrillos o bloques de cemento como material preponderante en paredes exteriores, según el reporte estadístico proporcionado por el SIGRID (2017).

Ante lo expuesto anteriormente, se formuló el siguiente problema: ¿Es útil el uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023?

Asimismo, cabe mencionar que, esta investigación se justificó por la necesidad de detectar una solución natural que brinde aislamiento térmico a las viviendas en Trujillo, considerando las fluctuaciones climáticas que se presentaron. Por lo tanto, se propuso la utilización de la totora en construcciones como un material que se aplicaría en la superficie externa de techos y paredes, con el propósito de verificar su eficacia como aislante térmico.

De tal manera, el objetivo general fue determinar la utilidad del uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023, por consiguiente, se formularon los siguientes objetivos específicos: identificar las propiedades de la totora como material aislante térmico, describir los tipos de aplicación de la totora en edificaciones, y probar la eficacia del aislamiento térmico de la totora para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo-2023.

II. MARCO TEÓRICO

Navacerrada, De la Prida, Sesmero, Pedrero, Gómez y Fernandez (2021) explican que la incorporación de materiales aislantes representa un paso esencial para mejorar la eficiencia energética de una edificación, ya que minimiza la cantidad de energía necesaria para sostener una temperatura confortable en el interior. Esto subraya la importancia de investigar y utilizar materiales con propiedades de aislamiento térmico, que además sean asequibles, amigables con el medio ambiente y susceptibles de reciclaje, como los elaborados a partir de fibras naturales. Estos materiales contribuyen a minimizar las pérdidas de calor en invierno y a mantener temperaturas más frescas en temporadas de verano, lo que tiene un efecto significativo en el consumo energético.

Los materiales de origen natural son cada vez más demandados en la construcción sostenible, lo que ha llevado a la exploración de diversas técnicas para crear paneles naturales con propiedades aislantes en términos de temperatura. Según el estudio realizado por Peña y Roman (2018), en algunas regiones donde se experimentan condiciones de congelación, lo cual dificulta las actividades cotidianas de los habitantes locales, se plantea la posibilidad de desarrollar paneles aislantes térmicos utilizando fibras naturales, las cuales se elaboran a partir de residuos agrícolas como cañas, pajas, entre otros. Este enfoque busca proporcionar una solución para las comunidades altoandinas peruanas, por ejemplo, en lugares como Cupisa en el departamento de Apurímac, para que puedan emplear estos paneles en sus viviendas y así hacer frente a las bajas temperaturas invernales.

Por lo tanto, fue fundamental llevar a cabo una investigación exhaustiva sobre las características, usos, propiedades y aplicaciones de la totora como un material natural con potencial de aislamiento térmico:

Según Hýsková, Gaff, Hidalgo y Hýsek (2020), la totora, perteneciente a la familia Cyperaceae, es una planta acuática de ciclo anual que ha sido utilizada por las culturas indígenas de las Américas durante más de quinientos años para la fabricación de una variedad de objetos.

De acuerdo a Aguirre (2020), la *schoenoplectus californicus*, un vegetal que crece de manera nativamente en la costa norte peruana, ofrece un gran potencial como recurso para impulsar la arquitectura sostenible. Los derivados de esta planta son de alta calidad y pueden emplearse en diversas fases de la construcción, incluyendo cerramientos, revestimientos, techos, acabados, mobiliario y equipamiento.

En concordancia con Laime (2020), esta planta, que desarrolla raíces acuáticas, prospera tanto en cultivos como en su entorno natural, como lagunas, balseras, pantanos y humedales. Su altura promedio es de unos 3.5 metros, con un diámetro de aproximadamente 2.5 centímetros. Un aspecto crucial de la totora es su rápido crecimiento, lo que permite cosecharla hasta dos veces al año. Esto la convierte en un recurso valioso para las comunidades locales, utilizándola en la construcción de viviendas, muros, techos, botes, lanchas y otros fines. La totora presenta una estructura interna porosa que le otorga propiedades similares a una esponja, convirtiéndola en un material ligero y poseedor de cualidades aislantes.

Según Ramos (2022), el florecimiento de la totora comienza tanto en temporadas de lluvia como sequía, y su punto más alto de crecimiento se alcanza cada semestre, lo que coincide con el momento de la cosecha, esto significa que se pueden realizar dos cosechas al año; posterior a su recolección, los habitantes llevan los manojos de totora a zonas más soleadas para su secado, logrando un 95% de secado en un período de 10 a 15 días. Debido a su crecimiento veloz, la totora es un recurso accesible que no requiere un procesamiento extenso ni complicado.

Adicionalmente, Hidalgo (2019) respaldó los diversos usos de la totora en las áreas cercanas al Lago Titicaca, que son especialmente relevantes en estas regiones. Por ejemplo, en la población autóctona de los Uros, la totora se ha empleado desde tiempos antiguos en la construcción de viviendas, balsas, herramientas y más, aprovechando sus cualidades beneficiosas. Además, el autor sugiere que la totora podría utilizarse en el campo de la construcción, posiblemente mediante la producción de rollos de totora en países latinoamericanos donde se cultiva en gran cantidad esta planta.

Añade Farfán (2016) que, en Chile, Bolivia y Perú, la totora se utiliza de manera artesanal. Por ejemplo, en Chile, se emplea para la confección de vasijas y recipientes, mientras que, en Perú se utiliza para la elaboración de artesanías inspiradas en los "Caballos de Totorá". Asimismo, en el territorio boliviano, especialmente en el lago Titicaca, es común encontrar viviendas construidas sobre balsas de totora, así como esteras hechas de esta planta utilizadas por los gobernadores, además, se emplea en la construcción de puentes junto al río Desaguadero.

Por otro lado, Corsino, Torres y Maranhó (2013) destacan las características anatómicas y morfológicas que se observan al evaluar un *Schoenoplectus californicus*; esto incluye la configuración piramidal triangular del escapo, la presencia de áreas de aire con células en forma de barca y diafragmas, así como cordones vasculares y haces de fibras subepidérmicas distribuidos de manera dispersa. Estas características están dispuestas de tal manera que permiten mantener la estructura del escapo delgada, larga y erguida.

Con respecto a Laime (2020), detalla que otras características de la totora se han establecido mediante experimentos, y estas son las siguientes: su densidad, que permanece constante incluso bajo presión media, manteniendo un peso de 180 kg/m³; su capacidad de absorción, que aumenta aproximadamente cuatro veces su peso cuando se sumerge durante 24 horas; su velocidad de absorción, que se calcula en un 7% de su peso por minuto durante los primeros 20 minutos; su tasa de reducción de humedad después de secarse durante los primeros 20 minutos, que es de 0.3% por peso por minuto; y su resistencia a la compresión, que alcanza hasta 40 kg/cm² cuando se agrupa la totora en conjunto, en contraste con un solo tallo que resiste hasta 15 kg/cm².

Según Aguirre (2020), la totora se destaca por su impermeabilidad y su resistencia como material. Cuando se dispone en forma de gavillas y capas, ofrece un aislamiento termo-acústico, convirtiéndola en un recurso de gran valor para el sector construcción.

En relación a las propiedades térmicas de la totora, según Quezada (2015) en su estudio el cual realizó en Ecuador, encontró de acuerdo a sus experimentos

que, la totora a granel con un espesor de 0.052m y una densidad de 106,83kg/m³ posee un coeficiente de conductividad térmica de 0,019 W/m.K (watts o vatios por metro-grado kelvin), resistencia térmica de 2,73 m².K/W (metros cuadrados-grado Kelvin por watts o vatio), así como una transmitancia térmica de 0,36 W/m².K (watts o vatios por metro cuadrado- grado Kelvin). Añade además que, placas a base de partículas de totora y aglutinante de cola blanca industrial con un espesor de 0,038m y densidad de 251,46Kg/m³ tienen un coeficiente de conductividad térmica de 0,021 W/m.K, resistencia térmica de 1,80 m².K/W y transmitancia térmica de 0,56 W/m².K.

Por otro lado, Aza, Palumbo y Lacasta (2017), en su investigación desarrollada en España, donde realizaron paneles tanto de totora triturada como íntegra, mencionan a rasgos generales que sus coeficientes de conductividad térmica variaban entre 0.46 W/m.K a 0.58 W/m.K.

Seis años después, en el mismo país, Aza, Palumbo, Lacasta y González (2023), detallan acerca de las pruebas que efectuaron con el propósito de determinar la conductividad térmica de paneles de totora (planta importada de Perú) que contienen como aglutinantes cuatro resinas de origen orgánico: cola de pescado, cola de huesos, goma arábiga y alginato. Los resultados que obtuvieron para los paneles de totora triturada con espesores de 1.18cm a 1.88cm y densidades de 96 Kg/m³ a 217 Kg/m³, oscilan entre 0,045 W/m.K a 0,059 W/m.K; mientras que, para los paneles de tallos de totora entera con espesores de 1.48cm y densidades de 136 Kg/m³ a 218 Kg/m³, se encuentran entre 0,050 W/m.K a 0,055 W/m.K.

Del mismo modo, también en España, en un estudio realizado por Hidalgo y Aza (2023), se examinaron tableros de totora (extraída de Ecuador) con espesores de 0.36cm a 0.42cm y densidades de 850 Kg/m³ a 1070 Kg/m³ elaborados a partir de tallos triturados sin aglutinantes, formados al prensarse en caliente a 150 °C con una presión de 30 kg/cm²; resultando que sus valores de conductividad térmica estaban en una media de 0,103 W/m.K.

Por otro lado, en una investigación realizada por Cruz (2022) en Puno, Perú, se demostró que los paneles de totora revestidos con yeso, con grosores de 0,5 cm y 1,0 cm, lograron reducir el ruido en un margen del 46% al 49%, al tiempo que presentaron valores de conductividad térmica de 0,069 W/m[°]K a 0,053 W/m[°]K. Estos mismos paneles mostraron una resistencia al fuego de 1 hora con un revestimiento de 0,5 cm y de 2 horas con un revestimiento de 1,0 cm.

En su investigación en España, González (2020) propuso revalorizar la totora como material de construcción biodegradable y de bajo impacto ambiental para lograr viviendas con confort térmico. Se enfocó en su uso en la arquitectura contemporánea, analizando casos de estudio que involucraban fibras naturales como el bambú, el cáñamo, la caña, las balas de paja, el mimbre y el ratán. Los resultados respaldaron la viabilidad de la totora en proyectos arquitectónicos.

González (2020), resalta la aplicación práctica de la totora en la creación de esteras. Dichas esteras se fabrican uniendo plantas de totora horizontal o verticalmente con hilos sintéticos en un proceso manual, tienen diversos formatos y se utilizan como separadores en espacios, gracias a su marco de madera que les proporciona estabilidad. Mayormente se instalan en la parte inferior de camas para mejorar la comodidad debido a sus propiedades térmicas; además de su función como separadores, pueden servir como cerramientos, alfombras, persianas o elementos decorativos. Las artesanas de América del Sur se encargan de su elaboración, que comienza con la recolección y selección de tallos anchos, eliminación de impurezas y limpieza. El proceso implica humedecer las fibras durante 20 segundos y disponerlas horizontalmente para facilitar la absorción y suavizado, evitando roturas durante la fabricación de los tejidos.

Goyes y Sánchez (2021), en su investigación en Parroquia Totoras, Ecuador, buscaron mejorar la sostenibilidad en las viviendas de interés social, donde propusieron el uso de paneles hechos de fibras de totora de 1 cm de ancho y 8 cm de largo, unidos con un adhesivo blanco en papel filtro de 120 gramos. Estos paneles servirían como elementos decorativos y aislantes térmicos en las paredes internas; además, sugirieron la creación de paneles divisores para separar espacios como sala, cocina y comedor, optimizando así la funcionalidad

de los ambientes. Para el techo, recomendaron el uso de esteras de totora para mejorar la estética mediante la combinación de texturas y tonalidades. En relación al suelo, propusieron una textura que simulase la madera. En resumen, concluyeron que las viviendas de interés social necesitaban mejorar el confort térmico, y el uso de la totora se presentaba como una opción viable para optimizar el funcionalidad y diseño de los espacios interiores.

Hidalgo y García (2018) llevaron a cabo una investigación en Ecuador para explorar el potencial de la totora en el rubro de construcción. La totora ha demostrado ser una planta de gran importancia para algunas comunidades y se ha utilizado en proyectos de restauración de lagunas en Estados Unidos. Se ha observado que su presencia promueve la biodiversidad y puede representar una fuente económica significativa para quienes la cultivan, al tiempo que ofrece beneficios ambientales. Asimismo, destacaron su versatilidad como material de construcción. Mencionaron un ejemplo concreto en las islas de los Uros en 2006, donde se utilizaron tallos de totora directamente en la estructura para construir chozas con dimensiones de aproximadamente 2,40 x 2,40 metros. Estas viviendas se componían de troncos de eucalipto y listones, y la totora se colocaba en capas sujetas por hilos de nylon, formando una estructura piramidal. Este enfoque demuestra el potencial innovador de la totora en la construcción y su contribución al desarrollo sostenible en la región.

Hidalgo (2019) investigó en Madrid, España, la viabilidad de fabricar tableros sin aglutinantes utilizando tallos de totora en la construcción. De esta manera, descubrió que los tableros producidos con tejido medular elaborados a 150°C, después de dos ciclos de prensado en caliente, podían clasificarse como tableros tipo P1 según la norma europea EN 312, debido a sus cualidades en propiedades mecánicas. Sin embargo, los tableros fabricados a temperaturas más altas (180°C-200°C) presentaron defectos internos debido al exceso de presión de vapor. En adición, halló que el uso de mallas de metal en tableros de corteza de totora redujo tensiones internas, previno fracturas y mejoró la adherencia.

Además, según Alejandro y Gonzales (2022), se ha comprobado que utilizar la totora como revestimiento en forma de rollos es una opción viable para proporcionar confort térmico en edificaciones de adobe ante las temperaturas

extremas en diferentes lugares de Perú, como el centro poblado de Manchaybamba en el distrito de Pachuca. Su investigación incluyó el análisis de dos viviendas de adobe modeladas en un software llamado Ecotect: una sin revestimiento y otra con revestimiento de yeso y totora. La simulación tuvo en cuenta las condiciones climáticas del centro poblado y las características térmicas de los materiales empleados. La conclusión reveló una optimización de la temperatura en los espacios interiores de la vivienda con revestimiento de totora, con un aumento de 2° a 4°C.

Por otra parte, Neira (2019) ha desarrollado un proyecto innovador que promueve el empleo de la totora en proyectos de construcción, proponiendo su uso en un equipamiento en Puno, Perú. Este proyecto incluye áreas dirigidas al fortalecimiento de la cultura y la innovación e incorpora actividades de turismo y producción con el objetivo de revalorizar y aprovechar las fibras naturales de la totora en construcciones de edificaciones con diseño ecológico, difundiendo sus beneficios tanto ambientales como económicos entre la población local.

Igualmente, Pinillos (2022), en su investigación sobre principios biomiméticos fundamentados mediante el uso de fibras vegetales para el diseño de un equipamiento cultural (centro de integración) en Huanchaco, destaca que el uso de la totora como material de construcción local de la zona, al ser aplicado en paredes y techos, aprovechando sus propiedades físicas junto con elementos naturales en una obra arquitectónica, puede brindar mayor comodidad a los usuarios y tener un menor impacto ambiental.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación: De acuerdo a la teoría de Alvarez (2020), se clasifica como básica cuando su propósito principal es adquirir sistemáticamente nuevos conocimientos con el objetivo exclusivo de ampliar la comprensión de una realidad específica. Por lo tanto, dado que esta investigación buscó aumentar el conocimiento teórico-científico, es de naturaleza básica.

3.1.2. Diseño de investigación: Según Hernández y Mendoza (2018), el diseño de investigación se puede concebir como una guía práctica que conecta las fases conceptuales del proceso con la recopilación y el análisis de datos. No existe un diseño que sea superior a otro; en cambio, cada uno resulta más apropiado para alcanzar el objetivo deseado. Todos ellos emplean herramientas y se basan en una hoja de ruta.

En el caso del diseño experimental, se refiere a aquel en el cual se realiza una manipulación deliberada de la variable independiente (causa) con el fin de evaluar las consecuencias de esta manipulación en la variable dependiente (efecto). En el tipo de diseño experimental puro, se llevan a cabo evaluaciones tanto antes (prepruebas) como después (pospruebas) de la intervención experimental para analizar el progreso de los grupos antes y después de la intervención.

Por lo tanto, en esta investigación se optó por un diseño experimental, específicamente el tipo experimental puro. Esto se debió a la manipulación de ambas variables de investigación y a la búsqueda de la relación causa-efecto en el uso de la totora como aislante térmico para espacios arquitectónicos interiores. Se realizaron prepruebas y pospruebas para asegurar la validez interna de la prueba.

3.2. Variables y operacionalización

De acuerdo con lo que afirmó Arias (2021), el proceso de investigación se destaca por comprender tres elementos fundamentales: la población, las variables y el contexto. Es especialmente en lo que respecta al segundo componente donde es crucial atender tanto a su representación constructiva como metodológica, reconociendo su significado fundamental en la investigación. Además, una variable se define como una característica que se encuentra presente en el título del estudio o la investigación.

Por otro lado, como mencionó Arias (2021), una variable es aquella que se puede cuantificar, someter a análisis y estudiar. Además, se distingue la existencia de dos clases de definiciones para una variable en estudio: una conceptual y otra operacional. En cuanto a la definición conceptual, se describe la variable tal como aparece en el diccionario u otras fuentes confiables. En cambio, la definición operacional detalla la forma en que se medirá la variable, y esto se puede observar en el cuadro de operacionalización.

Además, fue esencial tener un entendimiento preciso de la definición de las variables, tanto independientes como dependientes. Según la teoría que plantearon Arias y Corvinos (2021), una variable independiente se refiere al factor que ocasiona una modificación en una variable dependiente. Este concepto se aborda principalmente en diseños de investigación establecidos como experimentales y en el ámbito explicativo. En otros enfoques, este tipo de variables no se considera. En los casos en los que se utilizan, la variable independiente se emplea como una especie de intervención para su manipulación y para lograr efectos observables en la variable dependiente.

Asimismo, el autor señaló que una variable dependiente es aquella que experimenta cambios o alteraciones como resultado de la variable independiente, a la que se conoce como "efecto". De manera similar, las variables dependientes se tienen en cuenta únicamente en enfoques de investigación experimental o explicativa.

Por otra parte, de acuerdo con Reguant y Martínez (2014), definieron a la operacionalización de variables como un proceso lógico que se concentra en descomponer los elementos abstractos, es decir, los conceptos, hasta llegar a la fase más concreta y explícita, que son los eventos tangibles, observables, registrables y mensurables. Además, este proceso permite determinar las dimensiones en las que estas variables operan y también involucra la selección de los instrumentos adecuados para llevar a cabo la medición.

En lo que respecta a la variable independiente: Totora como aislante térmico:

- **Definición conceptual:** De acuerdo con lo que describió Palomo (2017), un material aislante térmico se caracteriza por su capacidad para resistir eficazmente la transferencia de calor, lo que conlleva a una disminución en la propagación de calor hacia su superficie posterior. En consecuencia, este material proporciona una protección que beneficia a los usuarios al reducir tanto las pérdidas de calor como el exceso de calor, contribuyendo así a mantener un ambiente con una temperatura más constante y confortable.
- **Definición operacional:** Para investigar las propiedades térmicas y los usos y aplicaciones de la totora, se empleó una ficha de investigación.
- **Dimensiones:** Propiedades térmicas y tipos de aplicación en edificaciones.
- **Indicadores:** Conductividad térmica, resistencia térmica, transmitancia térmica; material simple y material compuesto
- **Escala de medición:** Cualitativa-nominal.

En lo que respecta a la variable dependiente: Ambientes arquitectónicos interiores.

- **Definición conceptual:** Según la descripción que hicieron Araujo, Cárdenas, López, Méndez, Reyes y Ramírez (2021), un "ambiente arquitectónico interior" es un espacio que se concibe con una perspectiva dinámica que se manifiesta a través del uso del color y los detalles constructivos en su diseño arquitectónico. El objetivo principal de este

espacio es crear un entorno adecuado y agradable para el usuario al que se dirige. Esto se logra teniendo en cuenta tanto la lógica en el aspecto psicológico, como el confort, de manera que se satisfagan tanto la función práctica como la estética y la belleza del ambiente interior.

- **Definición operacional:** Para llevar a cabo la evaluación del aislamiento térmico, se emplearon pruebas de medición y cuantificación de la temperatura tanto en el exterior como en el interior del ambiente. Estas mediciones se realizaron en momentos diferentes utilizando un termohigrómetro. Para registrar los resultados de las pruebas, se utilizaron fichas de registro específicas diseñadas para este propósito. Estas fichas permitieron documentar de manera sistemática los datos obtenidos durante las pruebas y, posteriormente, analizar los efectos del aislante térmico, como la totora, en la regulación de la temperatura interior.
- **Dimensiones:** Aislamiento térmico.
- **Indicadores:** Temperatura exterior al ambiente, temperatura interior del ambiente.
- **Escala de medición:** Cuantitativa- intervalo-continua

Tabla de operacionalización de variables (Anexo 1).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población:

Según la definición que proporcionaron Arias, Villasis y Miranda (2016), se refiere a un conjunto de casos que está limitado, definido y disponible, el cual desempeña un papel fundamental en la selección de la muestra en una investigación. La elección de la muestra debe cumplir con ciertos principios predefinidos. Es importante destacar que el término "población" no se limita necesariamente a personas; también puede referirse a objetos, expedientes, ejemplares, materiales de origen biológico, familias, animales, instituciones, entre otros. Para referirse a estos últimos casos, podría ser más apropiado utilizar un término similar, como "universo de estudio". Además, se mencionan

los criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión se refieren a los atributos que el objeto de estudio debe poseer para ser considerado en la investigación. Por otro lado, los criterios de exclusión son las características que presenta un objeto que podrían influir o afectar los hallazgos de la investigación, por lo que se consideran no seleccionables. Es fundamental destacar que los criterios de exclusión no son simplemente lo opuesto a los criterios de inclusión, ya que pueden abordar aspectos específicos que podrían sesgar los resultados de la investigación.

En este caso, la población de la investigación estuvo constituida por las plantas de totora (*Schoenoplectus californicus*) que se encontraban en la provincia de Trujillo, ubicada en el departamento de La Libertad, en Perú.

- **Criterios de inclusión:** Se tomaron en consideración las plantas de totora (*Schoenoplectus californicus*) que experimentaron un proceso de secado que oscilaba entre siete y catorce días.
- **Criterios de exclusión:** En la selección de la población, se excluyeron las plantas de totora menores de un año de edad y con una altura inferior a tres metros.

3.3.2. Muestra:

La afirmación que hicieron Hernández y Mendoza (2018) sostuvo que una muestra es una porción específica tomada directamente de una población predefinida, a partir de la cual se recopila la información más relevante. Además, esta muestra debe ser representativa de la población en cuestión, lo que significa que los datos recopilados a partir de la muestra deben reflejar de manera precisa las características y la variabilidad de la población de origen.

En base a lo previamente mencionado, la muestra de esta investigación estuvo compuesta por las plantas de totora (*Schoenoplectus californicus*) que se encontraban en el sector Los Humedales de Huanchaco, ubicado en Trujillo, en el departamento de La Libertad, Perú. Esta muestra se seleccionó de manera representativa de las plantas de totora y se utilizó para recopilar la información relevante del estudio.

3.3.3. Muestreo:

La elección de aplicar un muestreo no probabilístico por conveniencia se basó en el enfoque de Arias, Villasis y Miranda (2016), quienes indican que este tipo de muestreo se caracteriza por seleccionar casos en función de su accesibilidad y cercanía a los investigadores.

En este contexto, se eligieron las plantas de totora del sector Los Humedales de Huanchaco en función de su disponibilidad y facilidad de acceso para el equipo de investigación.

3.3.4. Unidad de análisis:

Arias y Corvinos (2021) comentaron que, la unidad de estudio se refiere al objeto o elemento que se examina en una investigación y del cual se obtienen los datos más relevantes para el análisis.

Por tal motivo, exactamente en esta investigación, la unidad de análisis fue la planta de totora (*Schoenoplectus californicus*) y se centró en su comportamiento como material de aislamiento térmico.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para llevar a cabo la presente investigación, se requirió la utilización de dos técnicas que correspondan con las dos variables en estudio:

Para la primera variable: "Totora como aislante térmico", se abordó mediante un análisis documental. Para este propósito, se empleó una ficha de investigación bibliográfica que contenía información variada sobre la totora, incluyendo su ubicación en el territorio peruano y las características propias de la planta. Además, se recopiló datos relativos a sus propiedades térmicas, como la conductividad, resistencia y transmitancia térmica. También se consideró los diferentes modos de aplicación en edificaciones, tanto como material simple como material compuesto (Anexo 2).

Para la segunda variable: "ambientes arquitectónicos interiores", se empleó el método de observación mediante el instrumento ficha de registro de pruebas. En este instrumento se registraron diversos detalles de las pruebas, incluyendo la fecha, la ubicación, el tipo de edificio, el nombre del espacio interior y las medidas de las superficies exteriores donde se debieron aplicar revestimientos de totora, abarcando tanto el techo como las paredes. Además, se documentaron los materiales y equipos utilizados incluyendo el dispositivo empleado para medir la temperatura y se recopilaron datos específicos de los días de pruebas tales como las horas de medición, el azimut y la altura solar, la temperatura exterior, la temperatura interior del ambiente, la humedad relativa, la temperatura del aire y la velocidad del aire en el exterior; de igual manera, se calculó la diferencia entre las temperaturas y la diferencia promedio entre las temperaturas (Anexo 3, 4 y 5). En adición, se completaron fichas técnicas de las pruebas (Anexo 6 y 7).

Asimismo, fue necesario incluir la documentación que respalda la validez de los instrumentos empleados en la investigación (Anexo 8 y 9).

3.5. Procedimientos

En cuanto a la recopilación de información para la ficha de investigación, se llevó a cabo a través de la búsqueda en fuentes bibliográficas. Posteriormente, se procedió a completar la ficha con los datos recopilados y se incorporó las correspondientes referencias bibliográficas.

En cuanto al proceso de recopilación de información para la ficha de registro, este se llevó a cabo mediante la ejecución de pruebas experimentales diseñadas para evaluar la utilidad y eficacia de aislamiento térmico proporcionado por la totora en ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo. Estas pruebas implicaron el uso de *Schoenoplectus californicus* como revestimiento en la superficie exterior del techo y las paredes de una habitación en una vivienda. Se realizaron un total de quince pruebas experimentales, y a continuación se detallan los procedimientos de cada una:

- Prepruebas: Cinco días en los cuales no se aplicó el revestimiento de totora. Durante este tiempo, se recopiló datos de referencia sobre las condiciones térmicas del ambiente sin la influencia de la totora como material de aislamiento.
- Pospruebas 1: Cinco días en los cuales se aplicó una capa de revestimiento de totora. Para proporcionar una descripción más detallada de lo que se entiende por "una capa", se refiere a la agrupación de una fila de plantas de totora que se sujetó mediante el uso de siete listones de madera.
- Pospruebas 2: Cinco días en los cuales se aplicó dos capas de revestimiento de totora. Para aclarar con más detalle lo que se entiende por "dos capas", se refiere a la agrupación de dos filas de plantas de totora apiladas que se sujetaron mediante el uso de nueve listones de madera.

Durante la ejecución de las pruebas, se llevó a cabo el llenado correspondiente de las fichas de registro designadas para cada prueba. Para recopilar datos precisos, se empleó las siguientes herramientas y aplicaciones: Para obtener información sobre el azimut y la altura solar, se utilizó la plataforma Suncalc; así mismo, la aplicación Windfinder se empleó para obtener datos de temperatura del aire en el exterior; por otro lado, se recopiló datos sobre la velocidad del aire en el exterior mediante el uso de la aplicación Anemómetro digital; para la medición de la humedad relativa en el exterior, así como de las temperaturas tanto en el exterior como en el interior del espacio en la vivienda se utilizó un termohigrómetro. Estos datos permitieron calcular los grados de diferencia entre las temperaturas en función de las horas registradas a lo largo del día y determinar los grados de diferencia promedio diario.

Es importante destacar que se obtuvo el certificado de calibración del termohigrómetro. El procedimiento de calibración se llevó a cabo mediante la comparación utilizando cámaras de humedad y temperatura ambiental en una situación de control específica (Anexo 10). Además, se llevó a cabo la

coordinación con el propietario de la vivienda para la obtención de su autorización para la elaboración de pruebas en su propiedad (Anexo 11).

3.6. Método de análisis de datos

Para la ficha de investigación, se hizo un análisis exhaustivo de fuentes bibliográficas. En cambio, para la ficha de registro y el análisis de datos, se usó el programa informático Microsoft Excel 2021. Este fue esencial para procesar y estudiar los datos recopilados a partir de las tres fichas de registro completadas durante las pruebas. El análisis se centró en determinar si los resultados, como los grados promedio de diferencia entre las temperaturas diarias, mostraron diferencias significativas cuando se empleó la totora como revestimiento en una capa y dos capas en comparación de las pruebas sin revestimiento; además, se evaluó la utilidad de la totora como material aislante térmico.

3.7. Aspectos éticos

En este documento, la recopilación de datos tuvo como fin enriquecer el conocimiento relacionado con el problema en estudio y avanzar hacia la consecución de los objetivos establecidos. Durante la realización de la investigación se garantizó que, de ninguna manera, los participantes o colaboradores se vieran perjudicados y se les informó sobre el propósito del proyecto. En todo momento, se trató a cada individuo involucrado con el máximo respeto durante el proceso de investigación.

Por otra parte, es importante destacar que los autores disponían de un pleno conocimiento sobre el manejo de los datos con un enfoque estrictamente académico. Se evitó prácticas deshonestas, como la fabricación de resultados falsos o la manipulación de la información para la creación de hallazgos que no resultaran veraces.

Además, es fundamental destacar que se tuvo un sólido entendimiento de la ética de la investigación. Se tomó en consideración las directrices éticas

establecidas por la universidad para garantizar la adecuada realización del proyecto, incluyendo las siguientes:

- Responsabilidad: Los autores se comprometieron a asumir las consecuencias de sus acciones a lo largo de todas las etapas del proyecto.
- Preservación del entorno natural y la biodiversidad: Se promovió el respeto hacia la totora como un organismo vivo, y se tuvo en cuenta su papel en el ecosistema de los Humedales de Huanchaco.
- Libertad: La investigación se llevó a cabo de manera independiente, sin verse influenciada por motivos que no sean de índole académica, como intereses políticos o económicos, entre otros.
- Probidad: Se mantuvo un comportamiento honesto, presentando los descubrimientos de manera precisa y sin atribuir contribuciones a autores que no las hayan realizado.
- No Maleficencia: Se procuró la seguridad física y emocional de los participantes y colaboradores, evitando cualquier daño o perjuicio.

IV. RESULTADOS

Con respecto al primer objetivo específico: identificar las propiedades de la totora como material aislante térmico:

TABLA 1. Propiedades térmicas de la totora.

PROPIEDADES TÉRMICAS				
PROPIEDAD	AUTOR, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MEDIDA	RESULTADO
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	Quezada, 2015	Tesis	Totora a granel	Sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad: 106,83kg/m ³) posee un coeficiente de 0,019 W/m.K.
			Placas de partículas de totora	Con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) tienen un coeficiente de 0,021 W/m.K.
	Cruz, 2022	Tesis	Paneles de totora tejida	Sin aglutinantes, con diferentes tejidos (kesana, hilada, hicalina) y con espesores de 1, 1.5, 2 y 2.5cm, presentan una conductividad térmica entre 0.061 a 0.076 W/m.K.
	Aza, Palumbo, Lacasta y González, 2023	Revista	Paneles de totora triturada	Con aglutinantes (espesores :1.18cm a 1.88cm y densidades: 96 Kg/m ³ a 217 Kg/m ³) presentan valores entre 0,045 a 0,059 W/m.K.
			Paneles de tallos de totora	Con aglutinantes (espesores: 1.48cm y densidades: 136 Kg/m ³ a 218 Kg/m ³) muestran valores entre 0,050 a 0,055 W/m.K.
Hidalgo y Aza, 2023	Revista	Tableros de totora triturada	Sin aglutinantes, formados al prensarse en caliente a 150 °C con una presión de 30 kg/cm ² (espesores: 0.36cm a 0.42cm y densidades: 850 Kg/m ³ a 1070 Kg/m ³) poseen valores en una media de 0,103 W/m.K.	
RESISTENCIA TÉRMICA	Quezada, 2015	Tesis	Totora a granel	Sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad: 106,83kg/m ³) presenta un coeficiente de 2,73 m ² .K/W.
			Placas de partículas de totora	Con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) tienen un valor de 1,80 m ² .K/W.
TRANSMITANCIA TÉRMICA	Quezada, 2015	Tesis	Totora a granel	Sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad: 106,83kg/m ³) manifiesta un valor de 0,36 W/m ² .K.
			Placas de partículas de totora	Con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) muestran un coeficiente de 0,56 W/m ² .K.

INTERPRETACIÓN:

Se evalúan tres propiedades térmicas: primero, conductividad térmica, donde Quezada (2015) halló 0,019 W/m.K para totora a granel y 0,021 W/m.K para placas de partículas de totora; Cruz (2022) determinó 0.061 a 0.076 W/m.K para paneles de totora triturada; Aza, Palumbo, Lacasta y González (2023), establecieron 0,045 a 0,059 W/m.K para paneles de totora triturada y 0,050 a 0,055 W/m.K para paneles de tallos de totora; Hidalgo y Aza (2023), hallaron 0,103 W/m.K como media para tableros de totora triturada. Segundo, resistencia térmica, en el cual Quezada(2015), encontró 2,73 m².K/W para totora a granel y 1,80 m².K/W para placas de partículas de totora. Tercero, transmitancia térmica, donde el mismo autor, determinó 0,36 W/m².K para totora a granel y 0,56 W/m².K para placas de partículas de totora.

Con respecto al segundo objetivo específico: describir los tipos de aplicación de la totora en edificaciones:

TABLA 2. Tipos de aplicación de la totora en edificaciones.

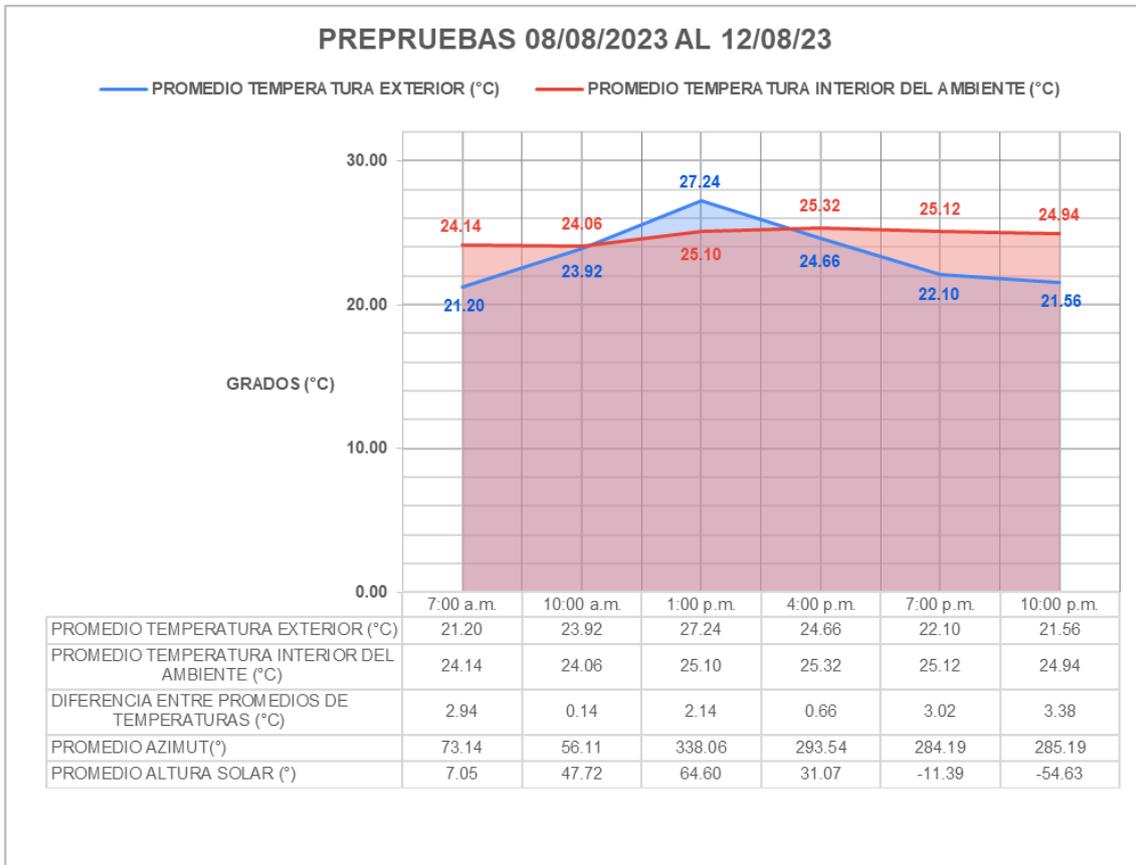
TIPOS DE APLICACIÓN EN EDIFICACIONES				
APLICACIONES	AUTOR, AÑO	TIPO DE ESTUDIO	MEDIDA	RESULTADO
MATERIAL SIMPLE	Quezada, 2015	Tesis	Relleno de totora a granel	La totora a granel (e=5.2cm) es viable para aislamientos basados en rellenos de cámaras o cavidades, pues posee una conductividad térmica de 0,019 W/m.K (Ecuador).
	Alejandro y Gonzales, 2022	Tesis	Rollos de totora como revestimiento	Son efectivos como aislante térmico en edificaciones de adobe (Apurímac), ya que, según los resultados de la comparación de una vivienda de adobe (e=28cm con empastado de yeso interior de e=6cm) con y sin revestimiento en las caras interiores de sus muros, estos obtuvieron una disminución de conductividad térmica de 0.487 a 0.238 W/m.K.
MATERIAL COMPUESTO	Ilaita y Palli, 2021	Tesis	Adobe con partículas de totora	La incorporación de 1.5% de fibra de totora en muros de adobe (Puno), produce aislamiento térmico, debido a que, al contrastar una vivienda de adobe con otra la cual cuenta con el 1.5% de fibra de totora, registrándose la temperatura interior y exterior durante cinco días; se obtuvo que: la temperatura exterior mínima se presentó en el quinto día con 1.5°C promedio, donde la temperatura interior de la primera vivienda fue de 5.2°C; mientras que, de la segunda, 6.2°C, por lo que, hubo un aumento de 1°C.
	Ayarquispe, 2019	Tesis	Paneles de totora con mortero y yeso	Se propone uso de paneles de totora revestida con mortero a cada lado y con acabado de yeso en ambas caras como tabiquería para viviendas altoandinas (Puno). Se considera que la totora cumple función de aislamiento térmico, puesto que, muestras de totora con espesores promedio de 2.40 a 2.52 cm obtuvieron una conductividad térmica de 0.045 W/m.K.
	Cruz, 2022	Tesis	Paneles de totora revestidos con yeso	Se plantean como módulos de cielo falso para viviendas rurales (Puno), pues, dichos paneles con grosores de 1, 1.5, 2 y 2.5cm con revestimiento de yeso de 0,5 cm y 1,0 cm, presentaron una conductividad térmica de 0,053 a 0,069 W/m.K.

INTERPRETACIÓN:

Se presenta dos tipos de aplicaciones: primero, como material simple, donde según Quezada(2015) la totora a granel es viable para aislamientos basados en rellenos de cámaras o cavidades por poseer una conductividad térmica de 0.019 W/m.K; Alejandro y Gonzales (2022) comentaron que los rollos de totora como revestimiento son efectivos para el aislamiento térmico, pues se demostró una disminución de la conductividad térmica de muros de adobe pasando de 0.487 a 0.239 W/m.K. Segundo, como material compuesto; Ilaita y Palli (2021) afirmaron que la incorporación de 1.5% de fibra de totora en muros de adobe produce aislamiento térmico, pues la temperatura interior de una vivienda aumentó 1°C en comparación de una vivienda similar, pero sin la fibra; Ayarquispe (2019) propuso el uso de paneles de totora con mortero y yeso al determinar que la totora tiene una conductividad térmica de 0.045 W/m.K; Cruz (2022) planteó el uso de paneles de totora revestidos con yeso al constatar que la totora presenta una conductividad térmica de 0,053 a 0,069 W/m.K.

Con respecto al tercer objetivo específico: probar la eficacia del aislamiento térmico de la totora para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo-2023:

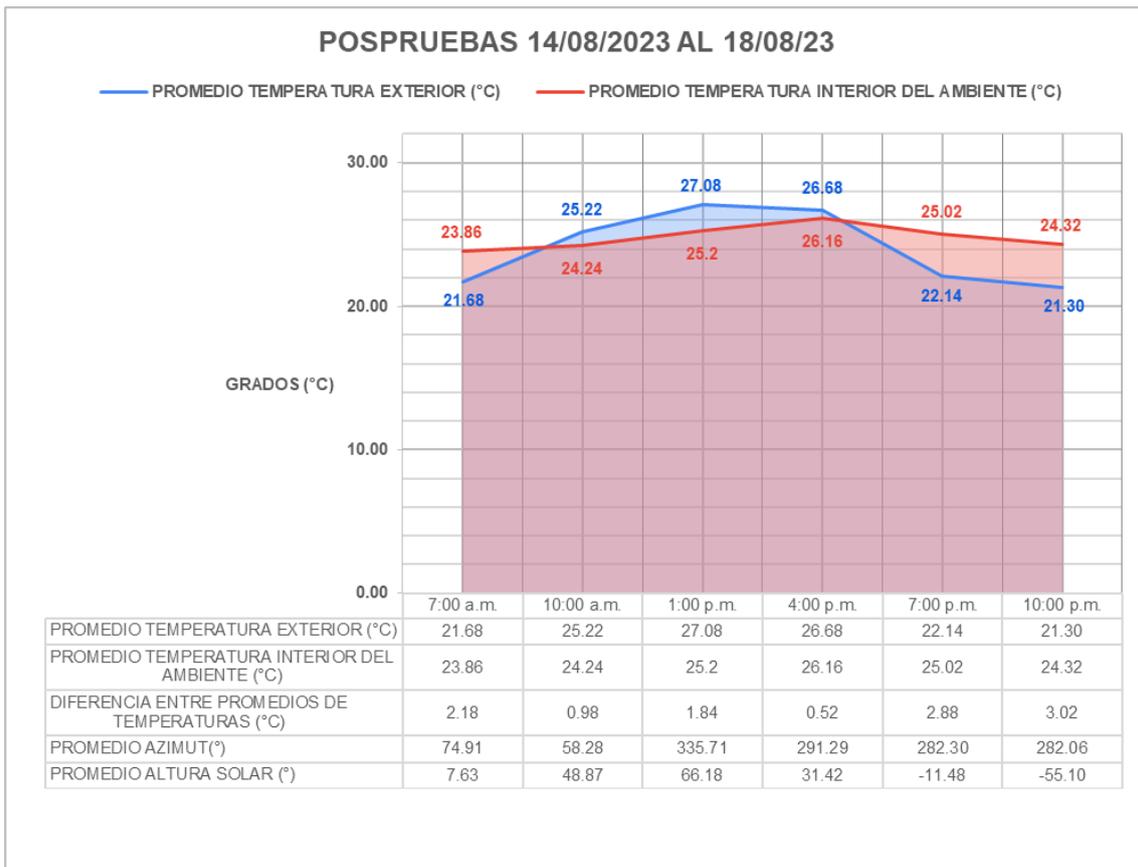
FIGURA 1. Prepruebas sin revestimiento de totora de acuerdo a las horas.



INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a las prepruebas efectuadas en las fechas del 08/08/23 al 12/08/23, donde no se utilizó ninguna capa de totora, a la 1:00 p.m., con un azimut promedio de 338.06° y una altura solar promedio de 64.40°, se alcanzó la máxima temperatura exterior promedio, siendo esta de 27.24°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 25.10°C, apreciándose una diferencia de 2.14°C. Por otra parte, a las 7:00 a.m., con un azimut promedio de 73.14° y una altura solar promedio de 7.05°, se alcanzó la mínima temperatura exterior promedio, siendo esta de 21.20°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 24.14°C, apreciándose una diferencia de 2.94°C.

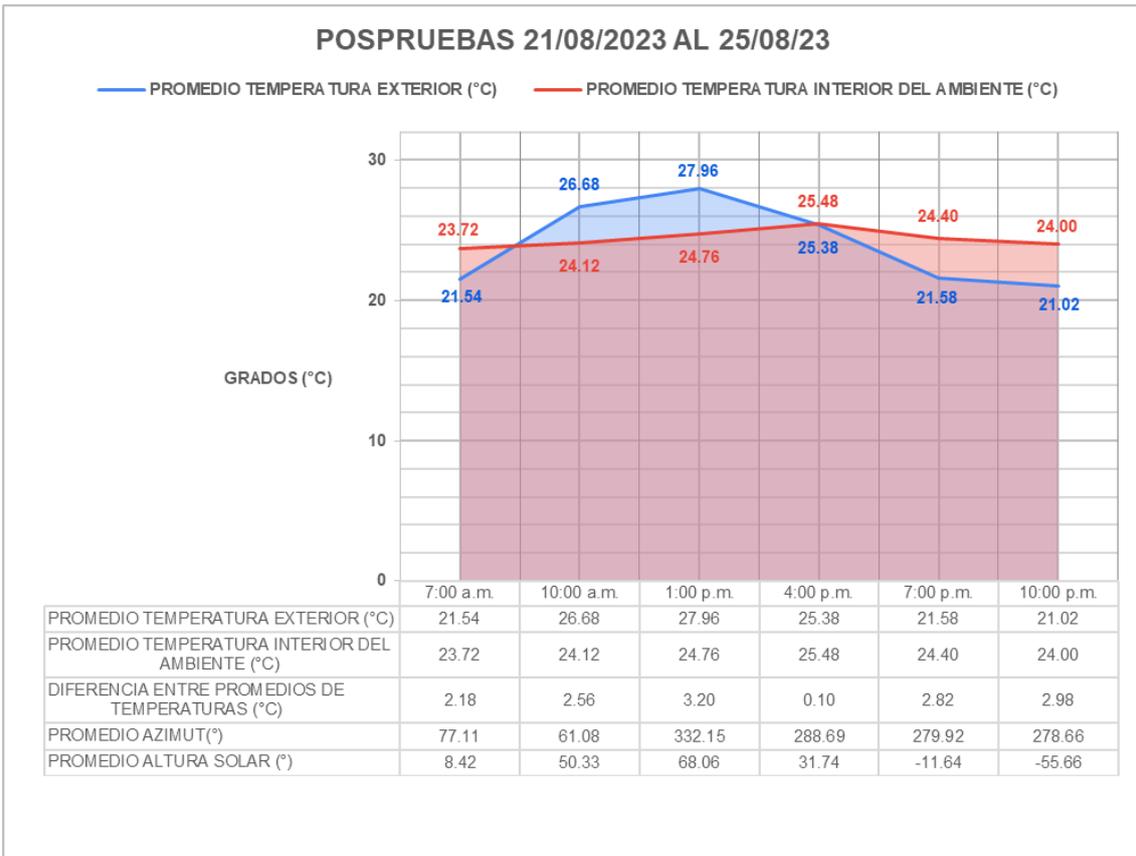
FIGURA 2. Pospruebas con una capa de totora de acuerdo a las horas.



INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a las pospruebas efectuadas en las fechas del 14/08/23 al 18/08/23, donde se utilizó una capa de totora, a la 1:00 p.m., con un azimut promedio de 335.71° y una altura solar promedio de 66.18°, se alcanzó la máxima temperatura exterior promedio, siendo esta de 27.08°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 25.20°C, apreciándose una diferencia de 1.84°C. Por otra parte, a las 10:00 p.m., con un azimut promedio de 282.06° y una altura solar promedio de -55.10°, se alcanzó la mínima temperatura exterior promedio, siendo esta de 21.30°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 24.32°C, apreciándose una diferencia de 3.02°C.

FIGURA 3. Pospruebas con dos capas de totora de acuerdo a las horas.



INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a las prepruebas efectuadas en las fechas del 21/08/23 al 25/08/23, donde se utilizó dos capas de totora, a la 1:00 p.m., con un azimut promedio de 332.15° y una altura solar promedio de 68.06°, se alcanzó la máxima temperatura exterior promedio, siendo esta de 27.96°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 24.76°C, apreciándose una diferencia de 3.20°C. Por otra parte, a las 10:00 p.m., con un azimut promedio de 278.66° y una altura solar promedio de -55.66°, se alcanzó la mínima temperatura exterior promedio, siendo esta de 21.02°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 24.00°C, apreciándose una diferencia de 2.98°C.

Con respecto al objetivo general: determinar la utilidad del uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023:

TABLA 3. Comparación de las tres pruebas de acuerdo a los días.

PRUEBAS	FECHAS	PROMEDIO TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO Y MÁXIMO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PROMEDIO TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÍNIMO Y MÁXIMO DE DESVIACIÓN ESTÁNDAR
PREPRUEBAS	8/08/2023	24.30	2.97	1.61	25.77	1.02	0.26
	9/08/2023	23.28	1.61		24.87	0.26	
	10/08/2023	22.33	1.80	-	24.00	0.42	-
	11/08/2023	22.93	2.63	3.08	24.35	0.76	1.02
	12/08/2023	24.38	3.08		24.92	0.86	
POSPRUEBAS 1 CAPA	14/08/2023	25.17	3.13	2.25	25.43	1.13	0.64
	15/08/2023	23.92	2.25		25.05	0.64	
	16/08/2023	23.45	2.38	-	24.65	0.69	-
	17/08/2023	24.10	2.83	3.13	24.45	0.94	1.13
	18/08/2023	23.45	2.81		24.45	0.95	
POSPRUEBAS 2 CAPAS	21/08/2023	24.32	2.94	1.80	24.65	0.80	0.24
	22/08/2023	23.18	1.80		24.45	0.24	
	23/08/2023	23.48	2.77	-	24.23	0.66	-
	24/08/2023	25.08	4.68	4.68	24.40	0.88	0.88
	25/08/2023	24.07	3.22		24.33	0.67	

INTERPRETACIÓN:

De acuerdo al registro de prepruebas y pospruebas durante tres semanas, se observó que las prepruebas englobaron entre 0.26°C como mínimo a 1.02°C como máximo de desviación estándar según los promedios de temperatura interior del ambiente. Por otro lado, para las pospruebas con una capa de totora se notó una desviación estándar de 0.64°C como mínimo a 1.13°C como máximo según los promedios de temperatura interior del ambiente. Finalmente, para las pospruebas con 2 capas de totora se constató 0.24°C como mínimo a 0.88°C como máximo de desviación estándar. En síntesis, se afirmó que, de acuerdo con las pospruebas con una capa, la totora no garantizó ser un material térmico debido a que la desviación estándar es semejante a las prepruebas, caso contrario es el uso de dos capas de totora, en el cual se observó una notable disminución de desviación estándar.

V. DISCUSIÓN

Con respecto al primer objetivo específico: identificar las propiedades de la totora como material aislante térmico, se precisan tres de estas, las cuales son conductividad térmica (λ), resistencia térmica (R) y transmitancia térmica (U). Diferentes normas de diversos países establecen las definiciones de estos términos, encontrándose similitud en sus descripciones, entre ellos cabe destacar los siguientes:

Según lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 506 (2009), un aislante térmico, es distinguido por ser un material empleado con el propósito de reducir el paso del calor, y se reconoce por poseer una alta resistencia y bajo coeficiente de conductividad térmica, el cual a su vez, es definido como la característica de un material para trasladar calor. Además, en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE (2018), se afirma que la resistencia térmica se refiere a la facultad de los materiales para resistir el flujo de calor mediante la conducción. La transmitancia térmica, por otro lado, se relaciona con la transferencia de calor en una determinada unidad de tiempo por medio de un material o de un componente de construcción, influenciada por una disparidad de temperaturas entre los entornos a ambos lados del elemento analizado, como en el caso de películas o barreras de aire.

Lo mencionado se ve respaldado por la Norma EM.110 (2016), prodecente del país de Perú, la cual establece que, la conductividad térmica se determina como la capacidad de los materiales para permitir el flujo de calor por intermedio de ellos, además su coeficiente se especifica como la cantidad de calor que pasa a través de una unidad de superficie de una muestra plana con caras paralelas y espesor unitario durante un período de tiempo específico, cuando hay una diferencia de temperatura de un grado entre las caras. Por otra parte, la resistencia térmica es indicada como la oposición al paso del calor que una capa de cierto grosor de un material presenta, además dicha resistencia se acrecenta con el grosor del material y es inversamente proporcional a la conductividad. Asimismo, la transmitancia térmica se refiere al flujo de calor en condiciones de equilibrio dividido por el área y la diferencia de temperaturas entre los entornos

en ambos lados del elemento que se está evaluando; en otros términos, es el opuesto de la resistencia térmica.

De acuerdo a los resultados (tabla 1), en referencia a la conductividad térmica, según Quezada (2015) en su investigación en el país de Ecuador, totora a granel sin aglutinante posee un coeficiente de 0,019 W/m.K y placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial, un coeficiente de 0,021 W/m.K. La normativa de dicho país NEC-11 (2011), precisa que, se considera material aislante térmico cuando su conductividad térmica es inferior a 0,10 W/m.K, por ello, los coeficientes encontrados cumplen con el parámetro.

Asimismo, en función al autor Cruz (2022), en Perú, los paneles de totora tejida obtienen coeficientes de 0.061 a 0.076 W/m.K. Según la Norma peruana EM.110 (2016), establece como aislantes térmicos materiales los que poseen una conductividad menor que varía entre 0.026 a 0.050 W/m.k, por lo tanto, los valores hallados no se encuentran dentro del parámetro.

Adicionalmente, de acuerdo a Aza, Palumbo, Lacasta y González (2023) en el país de España, los paneles de totora triturada con aglutinantes presentan valores de 0,045 a 0,059 W/m.K y los paneles de tallos de totora con aglutinantes, 0,050 a 0,055 W/m.K. El CTE (Código Técnico de la Edificación) del país contempla como un material aislante aquel que presenta un coeficiente de conductividad térmica menor que 0,060 W/m.K (Instituto Valenciano de la Edificación, 2011); por lo tanto, los valores presentados se encuentran cumpliendo con dicho código.

Asimismo, Hidalgo y Aza (2023) en España, afirman que tableros de totora triturada sin aglutinantes, formados usando calor y presión, tienen coeficientes en una media de 0,103 W/m.K. Contrastando nuevamente con el CTE, el coeficiente mencionado no cumple con este.

Por otra parte, como la cualidad de los materiales aislantes es su baja conductividad térmica, se establece que, a menor coeficiente de conductividad,

más óptimo es su desempeño como aislante (Palomo, 2017), por consiguiente, la totora a granel dispone del valor más ideal en esta propiedad.

En referencia a la resistencia térmica, Quezada (2015) comenta que la totora a granel sin aglutinante posee un coeficiente de $2,73 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ y las placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial, un coeficiente de $1,80 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$. Las normas de Ecuador no establecen un parámetro acerca del valor de esta propiedad; sin embargo, en su marco normativo contemplan referencias de España, por lo que, se considera la revisión del CTE, donde establece que un material aislante debe presentar una resistencia térmica mayor que $0,25 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (Instituto Valenciano de la Edificación, 2011); por lo tanto, el primer coeficiente mencionado cumple con este, mientras que el segundo, no cumple; por otro lado, se establece que, a mayor resistencia térmica, más óptimo es el comportamiento de un material como aislante (Arismendi y Herrera, 2018), por ello, se determina que la totora a granel posee el valor más ideal en esta propiedad.

En referencia a la transmitancia térmica, Quezada (2015) afirma que la totora a granel sin aglutinante posee un coeficiente de $0,36 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ y las placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial, un coeficiente de $0,56 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$. Las normas de Ecuador no establecen un valor o rango específico que deba cumplir un material acerca de esta propiedad; por otro lado, se precisa que, a menor transmitancia más óptimo es el comportamiento como aislante de un material (Arismendi y Herrera, 2018), en consecuencia, la totora a granel tiene el valor más ideal para dicha propiedad.

Con respecto al segundo objetivo específico: describir los tipos de aplicación de la totora en edificaciones, de acuerdo a los resultados (tabla 2), se obtuvo que la *Schoenoplectus Californicus* cuenta con dos formas de aplicación: material simple y material compuesto. Según Alvarez (2023), un material simple es aquel que está integrado por solo un elemento químico, que puede aparecer de manera unitaria (un solo átomo) o en diversos átomos del propio elemento químico. Por otro lado, Gaibor (2017) mencionó que un material compuesto es aquel que se obtiene al combinar dos o más materiales para obtener uno nuevo con

propiedades diferentes, que se distinguen en su composición y forma, sin que exista reacción química entre ellos.

Dentro del tipo: material simple, Quezada (2015), en Ecuador, afirma que la totora a granel funciona para aislamientos basados en rellenos de cámaras o cavidades por poseer una conductividad térmica de 0.019 W/m.K. Como se mencionó anteriormente, este coeficiente cumple con la normativa Ecuatoriana NEC-11 (2011) para ser considerado aislante térmico.

Por otro lado, Alejandro y Gonzales (2022), comentaron que los rollos de totora como revestimiento funcionan para el aislamiento térmico, al propiciar una disminución de la conductividad térmica de muros de adobe pasando de 0.487 a 0.239 W/m.K. Por ello, como a los aislantes los representa su baja conductividad térmica (Palomo, 2017), la totora demuestra su efectividad al reducir el valor de dicha conductividad.

Dentro del tipo: material compuesto, según el análisis de Ilaíta y Palli (2021), expresaron que la adición de 1.5% de fibra de totora en muros de adobe produce aislamiento térmico, pues la temperatura interior de una vivienda aumentó 1°C en comparación de una vivienda similar, pero sin la fibra. Esta teoría la contrasta Ramos (2022), en su investigación en la cual aplicó la misma técnica, incorporando 2.5 % de fibra de totora, registrando el mejor promedio de 9.60 °C a horas 2:30 am en el interior, a comparación con la caseta de control de adobe sin fibra donde a la misma hora registró una temperatura de 7.40 °C en el interior, presentándose una variación de 2.2 °C, y, por lo tanto, mostrando una mejora de los datos al emplear un mayor porcentaje de totora.

Por otra parte, Ayarquispe (2019), planteó el uso de paneles de totora con mortero y yeso al determinar que la totora tiene una conductividad térmica de 0.045 W/m.K. Así mismo, según lo mencionado líneas arriba, el reglamento peruano EM.110, indica en la lista de materiales aislantes una conductividad térmica que oscila entre 0.026 a 0.050 W/m.k, lo que significa que la totora en este caso se encuentra dentro de los lineamientos de la norma.

En adición, Cruz (2022), planteó el uso de paneles de totora revestidos con yeso al constatar que la totora presenta una conductividad térmica que varía de 0,053 a 0,069 W/m.K. No obstante, al comparar con el nombrado reglamento peruano en el párrafo anterior, no cumple con el parámetro de tener un coeficiente igual o menor a 0.050 W/m.k para estar considerado dentro de los materiales aislantes térmicos.

Con respecto al tercer objetivo, de acuerdo a los resultados (Figura 1, 2 y 3), tomando en consideración la hora de mayor incidencia solar (1.00 pm), se obtuvo que: en las prepruebas realizadas del 08/08/2023 al 12/08/2023, donde no se utilizó revestimiento de totora, la diferencia de temperaturas entre el promedio de temperatura exterior y el promedio de temperatura interior del ambiente fue de 2.14 °C. Por otro lado, en las pospruebas realizadas del 14/08/2023 al 18/08/2023, donde se utilizó una capa de revestimiento de totora en techo y muro exterior del ambiente, la diferencia entre el promedio de temperatura exterior y el promedio de temperatura interior fue de 1.84 °C. Finalmente, en las pospruebas realizadas desde la fecha 21/08/2023 a la fecha 25/08/2023, donde se hizo uso de dos capas de revestimiento de totora en techo y muro exterior del ambiente, la diferencia promedio de temperatura entre exterior e interior fue de 3.20 °C.

Esto significa que, de acuerdo a los resultados obtenidos, dos capas de revestimiento de totora garantiza una eficacia de aislamiento térmico, en contraste de una capa de revestimiento de totora (la cual no lo garantiza) ya que, la diferencia de temperatura promedio entre exterior e interior del ambiente de la posprueba 2, en la hora de mayor incidencia solar, obtuvo un resultado de 3.20 °C, siendo este dato superior a la preprueba y a la posprueba 1, en donde en la primera se obtuvo una diferencia promedio de 2.14 °C, y la segunda de 1.84 °C. Este hallazgo lo contrastan Alejandro y Gonzales (2022), puesto que, en su investigación concluyen que en el análisis térmico de viviendas simuladas a través del programa Ecotect, se aprecia una mejora de temperaturas entre 2 a 4 °C al interior de la vivienda con revestimiento de rollos de totora en comparación con la vivienda sin revestimiento.

Finalmente, respecto al objetivo general: determinar la utilidad del uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023; en la tabla 3, fue fundamental observar la desviación estándar de las pruebas. Se obtuvo que, el valor mínimo y máximo de desviación estándar del promedio de temperatura interior del ambiente en las prepruebas fue 0.26 °C y 1.02 °C, respectivamente; así mismo, en las pospruebas 1 fue 0.64 °C y 1.13°C; además, en las pospruebas 2 fue 0.24 °C y 0.88 °C. Cabe mencionar que, los valores de las pospruebas 2 fueron menores que en las prepruebas, sin embargo, en las pospruebas 1, fueron mayores.

Entendiendo que, a menor desviación estándar mínima y máxima de los promedios de temperatura interior del ambiente, menores son las fluctuaciones de temperatura interior, por lo tanto, mayor será la utilidad de la totora como aislante térmico. Ante ello se determinó lo siguiente: dos capas de revestimiento de totora es útil como material aislante térmico, no obstante, una capa de revestimiento de totora no lo es. Esto se ve respaldado por Ordóñez y Pérez (2015), quienes en su investigación aplicaron aislantes térmicos naturales, tales como techos verdes en las terrazas de dos edificaciones en la ciudad Yucatán para evaluar su desempeño en asilamiento a comparación de edificaciones con techo blanco, obteniendo como hallazgos que fue más óptima la utilización del techo verde, puesto que minimizó las fluctuaciones de las temperaturas internas a 1.1°, en contraste con el techo blanco, el cual obtuvo variaciones de 3.5 °C.

VI. CONCLUSIONES

1. En referencia al primer objetivo específico: identificar las propiedades de la totora como material aislante térmico, se determina lo siguiente:

- Se concluye que la totora posee la propiedad de conductividad térmica en base a la revisión del coeficiente y su cumplimiento con las normativas. Como la normativa peruana no establece un parámetro para el coeficiente determinado para esta propiedad, se asume en Perú la norma de Ecuador NEC-11 (2011), la cual considera como material aislante térmico a aquellos que presenten un coeficiente de conductividad térmica inferior a 0.10 W/m.K , por ello, teniendo en cuenta este valor, se encontró entre los investigados que el coeficiente más bajo y, por lo tanto, más ideal, el de la totora a granel (planta en su estado natural, sin procesar y sin aglutinantes), puesto que, como afirmó Quezada (2015), presenta 0.019 W/m.K .
- Se concluye que la totora posee la propiedad de resistencia térmica en base a la verificación del coeficiente y su acatamiento de la normativa. Como la normativa peruana no establece un coeficiente determinado para esta propiedad, se asume en Perú el CTE (Código Técnico de la Edificación) de España, el cual establece que un material aislante debe presentar una resistencia térmica mayor que $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$, por ello, en base a este valor, se halló entre los investigados que el coeficiente más alto y, por lo tanto, más ideal, es el de la totora a granel, debido a que, como confirmó Quezada (2015), presenta $2.73 \text{ m}^2\text{K/W}$.
- Se concluye que la totora posee la propiedad de transmitancia térmica en base a la inspección del coeficiente y su obediencia de la normativa o teorías. Como no existe una normativa que establezca un coeficiente determinado para esta propiedad, se asume la teoría de Arismendi y Herrera (2018), donde precisan que a menor transmitancia térmica más óptimo es el comportamiento como aislante, en consecuencia, se halló entre los investigados que el coeficiente más bajo y, por lo tanto, más ideal, es el de la totora a granel, pues como aseveró Quezada (2015), presenta $0.36 \text{ W/m}^2\text{K}$.

2. En referencia al segundo objetivo específico, “describir los tipos de aplicación de la totora en edificaciones”, se concluye que la totora cuenta con dos tipos de aplicación, la primera es como “material simple” dentro del cual se encuentran los siguientes: relleno de totora a granel para cámaras o cavidades y rollos de totora como revestimiento, por otro lado, la segunda es como “material compuesto” dentro del cual se encuentran los que se mencionan a continuación: adobe con partículas de totora, paneles de totora con mortero y yeso, además de paneles de totora revestidos con yeso (Ver Tabla 2).

3. En referencia al tercer objetivo específico: probar la eficacia del aislamiento térmico de la totora para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo-2023, se concluye que, el revestimiento de dos capas de totora (Prepruebas 2) es eficaz, puesto que, a la 1:00 p.m. (hora de mayor incidencia solar), se alcanzó una temperatura exterior promedio de 27.96°C, mientras que, en el mismo horario, la temperatura interior promedio fue de 24.76°C, apreciándose una diferencia de 3.20°C (Ver Figura 3), siendo dicha diferencia superior al resultado de las Prepruebas (temperatura exterior promedio: 27.24°C, temperatura interior promedio: 25.10°C, diferencia de 2.14°C); por otro lado, el revestimiento de una capa de totora (Pospruebas 1) no es eficaz, ya que a la 1:00 p.m se alcanzó una temperatura exterior promedio de 27.08°C y una temperatura interior promedio de 25.20°C, estableciéndose una diferencia de 1.84°C, la cual es menor al resultado de las Prepruebas.

4. En referencia al objetivo general: determinar la utilidad del uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores en Trujillo 2023, se concluye que el revestimiento de dos capas de totora (Prepruebas 2) es útil como material aislante térmico, pues disminuye las fluctuaciones de temperatura interior al obtener valores menores de desviación estándar mínima y máxima (0.24 °C y 0.88 °C) respecto a los promedios de temperatura interior del ambiente en comparación de las Prepruebas (0.26 °C y 1.02 °C); por otra parte, el revestimiento de una capa de totora (Prepruebas 1) no es útil al obtener valores mayores (0.64 °C y 1.13°C) en contraste de las prepruebas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a la Municipalidad Provincial de Trujillo y Municipalidad Distrital de Huanchaco promover la protección y preservación de las áreas de cultivo de totora, garantizando su crecimiento y supervivencia a largo plazo, contribuyendo con el aumento de la disponibilidad de la planta, siendo que esta es un recurso natural útil para su aplicación como revestimiento aislante térmico en las edificaciones del área.
2. Se aconseja a los futuros investigadores arquitectos, extender la duración de las pruebas a un periodo más extenso, considerando las variaciones estacionales, para obtener una evaluación más integral de la efectividad de aislamiento térmico de la *Schoenoplectus Californicus*; además, aplicar encuestas a los pobladores donde se aborden aspectos respecto a la aceptación y disposición de las personas de adoptar el revestimiento de totora en sus hogares, considerando sus beneficios térmicos.
3. Se sugiere a los futuros investigadores arquitectos, realizar investigaciones adicionales para evaluar la capacidad de aislamiento acústico de la totora como material de revestimiento. Comprender su eficacia en reducir el ruido externo contribuirá a evaluar su utilidad no solo en términos térmicos, sino también en el confort acústico del interior de las viviendas.
4. Se recomienda a los propietarios de negocios locales emplear el revestimiento de totora para destacar la estética tradicional que puede aportar a la zona, posicionándolo como un distintivo cultural y sostenible en sus infraestructuras. Esto podría incluir la colaboración con arquitectos y constructores locales para integrar la totora en diseños arquitectónicos modernos.

REFERENCIAS

Aguirre, F. (2020). *Evaluación arquitectónica de los sistemas constructivos que utilizan materiales regionales de la costa del norte del Perú. Totorá, Caña y Bambú - Centro cultural productivo de carácter artesanal industrial ecológico* [tesis para obtener el título profesional de Arquitecto, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73653>

Alejandro, S. & Gonzales, B. (2022). *Revestimiento de rollos de Totorá para mejorar el confort térmico del interior de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba-Pacucha* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659178>

Alvarez, A. (2020). *Clasificación de las investigaciones*. Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Acad%C3%A9mica%20%20%2818.04.2021%29%20-%20Clasificaci%C3%B3n%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4>

Araujo, A., Cárdenas, D., López, V., Méndez, L., Reyes, M., & Ramírez, C. (2021). *Proyecto para el diseño de arquitectura de interiores del hotel Chacuacos, en Texcoco de mora, Estado de México* [tesis para obtener el título de Ingeniero Arquitecto, Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/31152>

Arias, J. (2021). *Guía para elaborar la operacionalización de variables*. Universidad Católica de Santa María. <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/view/274/973>

Arias, J. & Corvinos, M. (2021). *DISEÑO Y METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. Editorial ENFOQUES CONSULTING EIRL. https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/2260/1/Arias-Covinos-Dise%C3%B1o_y_metodologia_de_la_investigacion.pdf

Arias, J.; Villasis, M. & Miranda, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>

Arismendi S. & Herrera, Z (2018). *Evaluación Del Desempeño Térmico De Un Material Aislante Elaborado A Partir Del Raquis De Palma Proveniente De Una Industria Extractora De Aceite* [trabajo previo a la obtención de título de ingeniero químico, Universidad San Buenaventura]. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/bb902d31-5a10-494d-a271-aeaed7f4ba59/content>

Auliciems, A. & Szokolay, S. (1997). Thermal Comfort. Notes of passive and low energy architecture international, núm. 3, Brisbane: PLEA – University of Queensland.

Ayarquispe, E. (2019). "Propuesta de un sistema constructivo con aislamiento térmico utilizando totora, madera y revoque de mortero en zonas altoandinas" [tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/17839>

Aza, L. (2016). *La totora como material de aislamiento térmico: propiedades y potencialidades* [tesis de Máster, Universidad Politécnica de Catalunya]. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/88419/LEYDA_AZA_TFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Aza, L., Palumbo, M., & Lacasta, A. (2017). Totora used as thermal insulation: properties and potential. *Academic Journal of Civil Engineering*, 35(2), 416-421. <https://doi.org/10.26168/icbbm2017.63>

Aza, L., Palumbo, M., Lacasta, A. & González. R (2023). Characterization of the thermal behavior, mechanical resistance, and reaction to fire of totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Sojak) panels and their potential use as a sustainable construction material. *ScienceDirect*. Vol.69,1-7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223001638>

Corsino, B.; Torres, M.; Maranhó, L. (2013). *Arquitetura do escapo de Schoenoplectus californicus (C.A. Mey.) Soják (Cyperaceae)* [tesis para maestría, Universidad Federal de Panamá]. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/36>

Cruz, R. (2022). *Paneles termoacústicos sostenibles de totora como módulos de cielo falso para viviendas rurales en la ciudad de Puno* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Del Altiplano]. https://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18980/Cruz_Maron_R_afael_Arnold.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gaibor, E. & Molina, J. (2017). Caracterización de un material compuesto con matriz de resina de poliéster reforzado con partícula de totora. [Universidad Internacional SEK.] <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/2540>

González, E. (2020). *Revalorización de la totora como material de construcción* [tesis de máster, Universidad politécnica de Barcelona, Catalunya]. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/179406/Mem%c3%b2ria_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Goyes, A. & Sánchez, P. (2021). Propuesta sostenible para el diseño interior de viviendas de interés social. Caso parroquia Totoras, Tungurahua - Ecuador [artículo de investigación externo, Universidad Técnica de Ambato]. <https://revistatd.azc.uam.mx/index.php/rtd/article/view/102/207>

Hernández, R. & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Editorial Mc Graw Hill Education*. <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Hidalgo, J. (2019). *Constructive applications of totora (schoenoplectus californicus) in borderless boards* [tesis doctoral, Universidad politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/56706/1/JUAN_FERNANDO_HIDALGO_CORDERO.pdf

Hidalgo, J. & Aza, L. (2023). Analysis of the thermal performance of elements made with totora using different production processes. *Journal of Building Engineering*. Vol. 65, 1-9.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710222017831>

Hidalgo, J. & García, J. (2018). Totorá (Schoenoplectus californicus (C.A. Mey.) Soják) and its potential as a construction material. *Industrial Crops and Products*. Vol.112, 1-11.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669017308610>

Hidalgo, P. (2019). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DE ROLLOS DE TOTORA AMARRADOS: INFLUENCIA DE LA TENSIÓN DE AMARRE, DIÁMETRO Y LONGITUD. *Diseño, Arte y Arquitectura*.

<https://revistas.uazuay.edu.ec/index.php/daya/article/view/219/289>

Hýsková, P., Gaff, M., Hidalgo, J. & Hýsek, Š. (2020). Composite materials from totora (Schoenoplectus californicus. C.A. Mey, Sojak): Is it worth it? *Composite Structures*. Vol. 232, 1-6.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026382231932731X#section-cited-by>

Hugo, A. (2018). TOTORA: PANELES PREFABRICADOS PARA CUBIERTAS MEDIANTE EL USO DE RESINA DE POLIÉSTER.

<https://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/ucacue/1751/1/HUGO%20M.%20ADRIAN%20P..pdf>

Ilaita, A & Palli, S (2021). "Incorporación de la fibra de totora para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en el distrito de Huancané" [tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60310>

Instituto Valenciano de la Edificación. (2011). Catálogo De Soluciones Constructivas De Rehabilitación

<https://www.coatcaceres.es/FTP/Publicaciones/CatalogoSolucionesConstruccion/Rehabilitacion-IVE.pdf>

Laipe, A. (2020). *“Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de Totora para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020”* [tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50095>

Ordóñez, E. & Pérez, M. (2015). Comparación del desempeño térmico de techos verdes y techos blancos mediante técnicas IR. *Acta Universitaria*, 25(5), 11 - 19.
doi: 10.15174/ au.2015.782

Norma EM.110. Confort Térmico y Lumínico Con Eficiencia Energética. (2016). Plataforma digital única del Estado Peruano.
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2366726/72%20EM.110%20CONFORT%20T%20C%20RMICO%20Y%20LUM%20C%20DNICO%20CON%20EFICIENCIA%20ENERG%20C%20TICA.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-11. Capítulo 13. Eficiencia Energética En La Construcción En Ecuador (2011). Gobierno Nacional de la República de Ecuador.
<https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energic3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>

Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-HS-EE. Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (2018). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/4.-NEC-HS-Eficiencia-Energetica.pdf>

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 506. Eficiencia energética en edificaciones. Requisitos (2009). Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<https://ia601901.us.archive.org/7/items/ec.nte.2506.2009/ec.nte.2506.2009.pdf>

Navacerrada, M., de la Prida, D., Sesmero, A., Pedrero, A., Gómez, T., & Fernández, P. (2021). Comportamiento acústico y térmico de materiales basados en fibras naturales para la eficiencia energética en edificación. *Informes De La Construcción*, 73(561), e373. <https://doi.org/10.3989/ic74558>

Neira, R. (2019). *Centro de Innovación de la Totora con la Tecnología de la Fabricación Digital como Catalizador Turístico Productivo en Puno. Perú* [tesis para obtener el grado de bachiller en arquitectura, Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2578>

Palomo, M. (2017). *Aislamientos térmicos-criterios de selección por requisitos energéticos*. Universidad politécnica de Madrid. https://oa.upm.es/47071/1/TFG_Palomo_Cano_Marta.pdf

Peña, O. & Roman, R. (2018). *Diseño de un aislante térmico a base de fibras naturales para mitigar el impacto de las heladas en la comunidad de Cupisa* [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/625185>

Pinillos, K. (2022). *Principios biomiméticos basados en el uso de fibras vegetales como material de construcción aplicados en el diseño de un centro de integración cultural para la puesta en valor de la totora en Huanchaco* [tesis para optar el título profesional de Arquitecta, Universidad de Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/31953>

Quezada, Y. (2015). *Análisis, desarrollo y evaluación de aislantes térmicos naturales utilizando totora (schoenoplectus californicus) en bloques de adobe y placas rígidas* [tesis previa a la obtención del título de magister en energía renovable, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12357/1/T-ESPE-049576.pdf>

Ramos, M. (2022). *Adición de la totora en el adobe para mejorar las propiedades termoacústicas y mecánicas en el distrito de chupa-azángaro* [tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo].

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/90947/Ramos_QMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Reguant, M., & Martínez-Olmo, F. (2014). *Operacionalización de conceptos/variables*. Barcelona: Dipòsit Digital de la UB. <http://hdl.handle.net/2445/57883>

Senamhi. (2020). *Promedio de temperatura normal para TRUJILLO*. Ministerio del Ambiente. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle-turistico&localidad=0005#:~:text=27%C2%B0C%20%2F%2019%C2%B0C>

SIGRID (2017). Reporte Estadístico de la Provincia de TRUJILLO, LA LIBERTAD. CENEPRED. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/reporte-estadistico>

Tamayo, J. & Farfán, V. (2015). *Experimentación de la fibra de Tora para uso en indumentaria* [trabajo previo a la obtención de título de diseñadora textil, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/4768>

ANEXOS

ANEXO 1. Tabla de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Totora como Aislante Térmico	Según Palomo (2017), un material aislante térmico es aquel que muestra una alta resistencia al calor, de modo que reduce la transmisión de dicho calor a su superficie posterior, y, en consecuencia, dicho material ampara a los usuarios tanto de las pérdidas de calor como del exceso de calor.	Para indagar acerca de las propiedades térmicas y los tipos de aplicación en edificaciones de la totora, se utilizará una ficha de investigación bibliográfica.	Propiedades térmicas	Conductividad térmica	Cualitativa-nominal
				Resistencia térmica	
				Transmitancia térmica	
			Tipos de aplicación en edificaciones	Material simple	
				Material compuesto	
Ambientes Arquitectónicos Interiores	Según Araujo, Cárdenas, López, Méndez, Reyes y Ramírez (2021) es un espacio que considera una visión dinámica que se manifiesta a través del uso del color y los detalles constructivos, dentro de su diseño arquitectónico, el objetivo es crear un lugar adecuado para el usuario al que va dirigido, teniendo en cuenta tanto la lógica en el concepto psicológico como el confort, satisfaciendo así la función y la belleza del ambiente interior.	Para evaluar el aislamiento térmico, se realizará, en diferentes tiempos, pruebas de medición y cuantificación de la temperatura exterior e interior del ambiente interior utilizando un termohigrómetro, aplicando fichas de registro de pruebas.	Aislamiento térmico	Temperatura exterior al ambiente	Cuantitativa-intervalo-continua
				Temperatura interior del ambiente	

ANEXO 2. Ficha de investigación bibliográfica.

FICHA DE INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	
1. DATOS GENERALES:	
1.1. TEMA:	La totora (Schoenoplectus Californicus).
1.2. UBICACIÓN EN EL PERÚ:	La totora es un vegetal que crece nativamente en la costa norte peruana (Aguirre, 2020).
1.3. CARACTERÍSTICAS:	
PARTES DE LA PLANTA	Es una planta acuática que forma densas capas sumergidas en el agua en su parte inferior. Tallos: no ramificados y de sección triangular, se originan a partir de los rizomas. Hojas: alargadas, lineales, esponjosas y de color verde. Flores: pequeñas y se agrupan en inflorescencias compactas y esféricas. Sus inflorescencias son determinadas, terminales y altamente modificadas, con flores pequeñas densamente agrupadas; tienen un aspecto de espigas alargadas o conglomerados globosos, con las flores masculinas ubicadas encima de las femeninas (Velasquez, 2019). La totora es una planta herbácea conformada por dos tipos de tallos: el primero se encuentra bajo suelo, siendo un rizoma denominado de manera vulgar como SIPHI (rizoma maduro) o también SACKA (rizoma tierno blanco); el segundo tallo se encuentra sobre la superficie de la tierra, la cual nace desde el rizoma (Zambrano, 2018).
PERIODO DE CRECIMIENTO	Su periodo de máximo nivel de altura se efectúa cada semestre (Ramos, 2022). El largo que puede llegar a crecer la totora es de 3.5m como promedio (Laimé, 2020).
PERIODO DE COSECHA	Se puede llegar a cosechar 2 veces por año (Laimé, 2020). Cada semestre se procede a llevar a cabo una cosecha, por ende, hay dos cosechas anuales (Ramos, 2022).
PERIODO DE SECADO	Los pobladores llevan en atados a la totora a lugares más soleados para un mejor secado, obteniendo un 95% de secado en 10 a 15 días (Ramos, 2022).
ESTRUCTURA	Las cualidades anatómicas y morfológicas son: la configuración triangular piramidal del escapo, la disposición de áreas de aire con células barquiformes y diafragmas, la presencia de cordones vasculares y haces esparcidos de fibras subepidérmicas. Estas cualidades están colocadas de tal modo que permite mantener la estructura delgada, larga y erecta desde el escapo (Corsino, Torres, y Maranhó, 2013). La totora cuenta con una estructura porosa interna, de este modo, es posible generar estructuras con pequeñas cámaras de aire que se asemejen a una esponja (Laimé, 2020). Como estructura, el tallo presenta un cilindro cortical de color verdoso presentando un parénquima atravesando por muchos canales tabicados (Zambrano, 2018).
DIAMETRO	Tiene un diámetro promedio de 2.5 cm (Laimé, 2020)
2. PROPIEDADES TÉRMICAS:	
2.1. CONDUCTIVIDAD TÉRMICA:	
La totora a granel sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad:106,83kg/m ³) posee un coeficiente de 0,019 W/m.K (Quezada, 2015).	
Placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) tienen un coeficiente de 0,021 W/m.K (Quezada, 2015).	
Paneles de totora tejida, sin aglutinantes, con diferentes tejidos (kesana, hilada, hicalina) y con espesores de 1, 1.5, 2 y 2.5cm, presentan una conductividad térmica entre 0.061 a 0.076 W/m.K (Cruz, 2022).	
Los paneles de totora triturada con aglutinantes (espesores :1.18cm a 1.88cm y densidades: 96 Kg/m ³ a 217 Kg/m ³) presentan valores entre 0,045 W/m.K a 0,059 W/m.K (Aza, Palumbo, Lacasta y González, 2023).	
Los paneles de tallos de totora con aglutinantes (espesores: 1.48cm y densidades: 136 Kg/m ³ a 218 Kg/m ³) muestran valores entre 0,050 W/m.K a 0,055 W/m.K (Aza, Palumbo, Lacasta y González, 2023).	
Tableros de totora triturada sin aglutinantes, formados al prensarse en caliente a 150 °C con una presión de 30 kg/cm ² (espesores: 0.36cm a 0.42cm y densidades: 850 Kg/m ³ a 1070 Kg/m ³) poseen valores en una media de 0,103 W/m.K (Hidalgo y Aza, 2023).	
2.2. RESISTENCIA TÉRMICA:	
La totora a granel sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad: 106,83kg/m ³), presenta un coeficiente de 2,73 m ² .K/W (Quezada, 2015).	
Placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) tienen un valor de 1,80 m ² .K/W (Quezada, 2015).	
2.3. TRANSMITANCIA TÉRMICA:	
La totora a granel sin aglutinante (espesor: 0.052m y densidad: 106,83kg/m ³) manifiesta un valor de 0,36 W/m ² .K (Quezada, 2015).	
Placas de partículas de totora con aglutinante de cola blanca industrial (espesor: 0,038m y densidad: 251,46Kg/m ³) muestran un coeficiente de 0,56 W/m ² .K (Quezada, 2015).	

3. TIPOS DE APLICACIÓN EN EDIFICACIONES:

3.1. COMO MATERIAL SIMPLE:

Relleno de totora a granel: la totora a granel ($e=5.2\text{cm}$) es viable para aislamientos basados en rellenos de cámaras o cavidades, pues posee una conductividad térmica de $0,019\text{ W/m.K}$ (Ecuador) (Quezada, 2015).

Rollos de totora como revestimiento: son efectivos como aislante térmico en edificaciones de adobe (Apurímac), ya que, según los resultados de la comparación de una vivienda de adobe ($e=28\text{cm}$ con empastado de yeso interior de $e=6\text{cm}$) con y sin revestimiento en las caras interiores de sus muros, estos obtuvieron una disminución de conductividad térmica de 0.487 a 0.238 W/m.K (Alejandro y Gonzales, 2022).

3.2. COMO MATERIAL COMPUESTO:

Adobe con partículas de totora: La incorporación de 1.5% de fibra de totora en muros de adobe (Puno), produce aislamiento térmico, debido a que, al contrastar una vivienda de adobe con otra la cual cuenta con el 1.5% de fibra de totora, registrándose la temperatura interior y exterior durante cinco días; se obtuvo que: la temperatura exterior mínima se presentó en el quinto día con 1.5°C promedio, donde la temperatura interior de la primera vivienda fue de 5.2°C ; mientras que, de la segunda, 6.2°C , por lo que, hubo un aumento de 1°C . (Ilaita y Palli, 2021)

Paneles de totora con mortero y yeso: Se propone uso de paneles de totora revestida con mortero a cada lado y con acabado de yeso en ambas caras como tabiquería para viviendas altoandinas (Puno). Se considera que la totora cumple función de aislamiento térmico, puesto que, muestras de totora con espesores promedio de 2.40 a 2.52 cm obtuvieron una conductividad térmica de 0.045 W/m.K . (Ayarquispe, 2019)

Paneles de totora revestidos con yeso: Se plantean como módulos de cielo falso para viviendas rurales (Puno), pues, dichos paneles con grosores de 1 , 1.5 , 2 y 2.5cm con revestimiento de yeso de $0,5\text{ cm}$ y $1,0\text{ cm}$, presentaron una conductividad térmica de $0,053$ a $0,069\text{ W/m.K}$. (Cruz, 2022)

4. REFERENCIAS

- Aguirre, F. (2020). Evaluación arquitectónica de los sistemas constructivos que utilizan materiales regionales de la costa del norte del Perú. Totorá, Caña y Bambú - Centro cultural productivo de carácter artesanal industrial ecológico [tesis para obtener el título profesional de Arquitecto, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73653>
- Alejandro, S. & Gonzales, B. (2022). Revestimiento de rollos de Totorá para mejorar el confort térmico del interior de las viviendas unifamiliares de adobe en el poblado de Manchaybamba-Pacucha [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/659178>
- Aza, L., Palumbo, M., Lacasta, A. & González, R. (2023). Characterization of the thermal behavior, mechanical resistance, and reaction to fire of totora (*Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Sojak) panels and their potential use as a sustainable construction material. ScienceDirect. Vol.69,1-7. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710223001638>
- Corsino, B.; Torres, M.; Maranhão, L. (2013). Arquitetura do escapeo de *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják (Cyperaceae) [tesis para maestría, Universidad Federal de Panamá]. <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/36>
- Cruz, R. (2022). Paneles termoacústicos sostenibles de totora como módulos de cielo falso para viviendas rurales en la ciudad de Puno [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Del Altiplano]. https://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18980/Cruz_Maron_Rafael_Arnold.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hidalgo, J. & Aza, L. (2023). Analysis of the thermal performance of elements made with totora using different production processes. Journal of Building Engineering. Vol. 65, 1-9. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710222017831>
- Ilaita, A & Palli, S (2021). "Incorporación de la fibra de totora para mejorar las propiedades mecánicas y térmicas del adobe en el distrito de Huancané" [tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/60310>
- Laima, A. (2020). "Diseño de elaboración del adobe incorporando la fibra de Totorá para reforzar las propiedades físico y mecánico – Huancavelica 2020" [tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/50095>
- Quezada, Y. (2015). Análisis, desarrollo y evaluación de aislantes térmicos naturales utilizando totora (*schoenoplectus californicus*) en bloques de adobe y placas rígidas [tesis previa a la obtención del título de magister en energía renovable, Universidad de las Fuerzas Armadas]. <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/12357/1/T-ESPE-049576.pdf>
- Ramos, M. (2022). Adición de la totora en el adobe para mejorar las propiedades termoacústicas y mecánicas en el distrito de chupazángaro [tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/90947/Ramos_QMA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Velasquez, J. (2019). Captura Y Almacenamiento De Carbono Relacionado Con La Totorá "*Schoenoplectus Californicus*" Del Área De Conservación Regional Albufera De Medio Mundo – Végueta [tesis de maestría, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. <http://repositorio.unjfc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/3622/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20-%20jorge%20velasquez%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Zambrano, M. (2018). Totorá: análisis de su comportamiento como material en la construcción para futuras aplicaciones [tesis para la obtención de título de arquitectura, Universidad Católica de Cuenca]. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1750>
- Ayarquispe, E. (2019). "Propuesta de un sistema constructivo con aislamiento térmico utilizando totora, madera y revoque de mortero en zonas altoandinas" [tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uni.edu.pe/handle/20.500.14076/17839>

ANEXO 3. Ficha de Registro de Prepruebas.

FICHA DE REGISTRO DE PRUEBAS - PREPRUEBAS										
1. DATOS GENERALES										
1.1. FECHA: De 08/08/2023 al 12/08/2023										
1.2. UBICACIÓN: AA.HH. Ramón Castilla Psje. Miguel Grau Mz. D Lt. 10 - La Libertad/Trujillo/Huanchaco										
1.3. TIPO DE EDIFICACIÓN: Vivienda Unifamiliar (2 pisos +azotea)										
1.4. NOMBRE DEL AMBIENTE INTERIOR: Dormitorio										
1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE:										
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO:										
LARGO: 3,78 m			ANCHO: 3,65 m			ÁREA: 13.797 m ²				
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO:										
TRAMO 1	LARGO: 2,68m	ANCHO: 0,85m	ÁREA: 2.278 m ²							
TRAMO 2	LARGO: 2,68m	ANCHO: 0,97m	ÁREA: 2.5996 m ²							
TRAMO 3	LARGO: 1,68m	ANCHO: 0,85m	ÁREA: 1.428 m ²							
2. MATERIALES Y EQUIPOS										
2.1. REVESTIMIENTO APLICADO EN LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE: Ninguno										
2.2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA: Ninguno										
3. DATOS RECOLECTADOS										
08/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	72,58°	6,88°	20,9	24,7	78	65	20°	2,8	18,18	10,60
10:00 a.m.	55,43°	47,35°	24,0	24,3	51	66	21°	5,1	1,25	
1:00 p.m.	338,73°	64,09°	27,8	26,2	33	64	23°	4,5	5,76	
4:00 p.m.	294,21°	30,94°	28,0	26,7	32	57	22°	4,9	4,64	
7:00 p.m.	284,79°	-11,37°	23,0	26,6	72	58	20°	4,6	15,65	
10:00 p.m.	286,17°	-54,48°	22,1	26,1	74	62	20°	4,2	18,10	
09/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	72,86°	6,97°	21,6	24,7	73	66	20°	2,3	14,35	8,46
10:00 a.m.	55,77°	47,53°	23,5	24,6	63	68	22°	2,7	4,68	
1:00 p.m.	338,41°	64,35°	26,0	25,0	42	66	24°	4,4	3,85	
4:00 p.m.	293,88°	31,01°	24,0	25,3	58	63	22°	4,1	5,42	
7:00 p.m.	284,49°	-11,38°	22,7	24,9	70	65	21°	2,1	9,69	
10:00 p.m.	285,69°	-54,55°	21,9	24,7	73	67	20°	3,1	12,79	
10/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	73014°	7,05°	21,2	24,2	80	72	20°	2	14,15	9,47
10:00 a.m.	56,11°	47,71°	22,7	23,9	67	72	22°	3,3	5,29	
1:00 p.m.	338,08°	64,60°	25,8	24,6	46	61	23°	4,6	4,65	
4:00 p.m.	293,55°	31,07°	21,9	24	73	69	22°	4,6	9,59	
7:00 p.m.	284,19°	-11,39°	21,3	23,3	76	70	20°	5,2	9,39	
10:00 p.m.	285,20°	-54,63°	21,1	24	79	70	20°	4,3	13,74	
11/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	73,42°	7,14°	20,9	23,3	77	73	20°	2,2	11,48	11,25
10:00 a.m.	56,45°	47,90°	23,1	23,5	59	73	22°	4,1	1,73	
1:00 p.m.	337,73°	64,86°	27,9	24,5	33	68	23°	5,3	12,19	
4:00 p.m.	293,20°	31,13°	23,2	25,1	57	62	22°	6,2	8,19	
7:00 p.m.	283,89°	-11,40°	21,4	24,8	79	64	20°	4,1	15,89	
10:00 p.m.	284,70°	-54,71°	21,1	24,9	76	67	20°	4,6	18,01	
12/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	73,71°	7,23°	21,4	23,8	74	72	20°	2,7	11,21	11,37
10:00 a.m.	56,80°	48,09°	26,3	24	49	71	22°	4,1	8,75	
1:00 p.m.	337,36°	65,12°	28,7	25,2	30	67	23°	4,7	12,20	
4:00 p.m.	292,86°	31,20°	26,2	25,5	48	60	22°	6,8	2,67	
7:00 p.m.	283,58°	-11,41°	22,1	26	73	63	21°	3,1	17,65	
10:00 p.m.	284,19°	-54,78°	21,6	25	74	65	20°	3,3	15,74	

ANEXO 4. Ficha de Registro de Pospruebas 1.

FICHA DE REGISTRO DE PRUEBAS - POSPRUEBAS 1										
1. DATOS GENERALES										
1.1. FECHA: De 14/08/2023 al 18/08/2023										
1.2. UBICACIÓN: AA.HH. Ramón Castilla Psje. Miguel Grau Mz. D Lt. 10 - La Libertad/Trujillo/Huanchaco										
1.3. TIPO DE EDIFICACIÓN: Vivienda Unifamiliar (2 pisos +azotea)										
1.4. NOMBRE DEL AMBIENTE INTERIOR: Dormitorio										
1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE:										
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO:										
LARGO: 3,78 m			ANCHO: 3,65 m			ÁREA: 13.797 m ²				
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO:										
TRAMO 1	LARGO: 2,68m	ANCHO: 0,85m	ÁREA: 2.278 m ²							
TRAMO 2	LARGO: 2,68m	ANCHO: 0,97m	ÁREA: 2.5996 m ²							
TRAMO 3	LARGO: 1,68m	ANCHO: 0,85m	ÁREA: 1.428 m ²							
2. MATERIALES Y EQUIPOS										
2.1. REVESTIMIENTO APLICADO EN LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE: 1 Capa de revestimiento de titora										
2.2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA: Termohigrómetro BOECO GERMANY SH-110										
3. DATOS RECOLECTADOS										
14/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	74,30°	7,42°	21.9	24.1	72	60	20°	3.1	10.05	8.83
10:00 a.m.	57,53°	48,47°	26.8	24.6	41	67	22°	3.6	8.21	
1:00 p.m.	336,58°	65,65°	29	26.4	31	41	24°	5.7	8.97	
4:00 p.m.	292,15°	31,31°	28	27.1	34	59	23°	4.3	3.21	
7:00 p.m.	282,95°	-11,44°	22.9	25.4	67	61	21°	3.4	10.92	
10:00 p.m.	283,15°	-54,94°	22.4	25	73	66	21°	3.4	11.61	
15/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	74,60°	7,52°	21.8	24.3	75	69	20	3.3	11.47	7.73
10:00 a.m.	57,89°	48,67°	23.9	24.5	57	70	22	4.1	2.51	
1:00 p.m.	336,17°	65,91°	26.2	25.2	41	68	23	4.7	3.82	
4:00 p.m.	291,19°	31,37°	27	26.1	43	62	22	4.8	3.33	
7:00 p.m.	282,63°	-11,46°	23	25.3	71	63	21	4.8	10.00	
10:00 p.m.	282,61°	-55,02°	21.6	24.9	72	64	20	3.8	15.28	
16/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	74,90°	7,63°	22.3	24.3	72	67	20°	3.1	8.97	7.48
10:00 a.m.	58,27°	48,87°	24.3	24.4	54	65	22°	4.6	0.41	
1:00 p.m.	335,73°	66,18°	26	25.1	48	65	23°	5.6	3.46	
4:00 p.m.	291,42°	31,42°	26.1	25.7	40	53	22°	4.6	1.53	
7:00 p.m.	282,30°	-11,48°	21.6	24.7	76	63	20°	4.5	14.35	
10:00 p.m.	282,07°	-55,10°	20.4	23.7	84	68	20°	4.9	16.18	
17/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	75,21°	7,73°	21.6	23.2	75	71	20°	2.6	7.41	9.43
10:00 a.m.	58,65°	49,07°	26.8	23.8	35	70	22°	5.1	11.19	
1:00 p.m.	335,28°	66,44°	27.1	24.7	34	66	23°	5.5	8.86	
4:00 p.m.	291,04°	31,47°	26.1	25.9	44	60	22°	6.2	0.77	
7:00 p.m.	281,97°	-11,50°	21.7	24.9	70	63	20°	4.1	14.75	
10:00 p.m.	281,52°	-55,18°	21.3	24.2	76	66	20°	3.6	13.62	
18/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	75,52°	7,84°	20.8	23.4	76	68	20°	2.6	12.50	8.86
10:00 a.m.	59,04°	49,28°	24.3	23.9	52	68	22°	3.7	1.65	
1:00 p.m.	334,81°	66,71°	27.1	24.8	33	62	24°	4.2	8.49	
4:00 p.m.	290,66°	31,52°	26.2	26	40	57	23°	6.6	0.76	
7:00 p.m.	281,64°	-11,52°	21.5	24.8	77	63	21°	4.1	15.35	
10:00 p.m.	280,97°	-55,26°	20.8	23.8	75	62	20°	4.1	14.42	

ANEXO 5. Ficha de Registro de Pospruebas 2.

FICHA DE REGISTRO DE PRUEBAS - POSPRUEBAS 2										
1. DATOS GENERALES										
1.1. FECHA: De 21/08/2023 al 25/08/2023										
1.2. UBICACIÓN: AA.HH. Ramón Castilla Psje. Miguel Grau Mz. D Lt. 10 - La Libertad/Trujillo/Huanchaco										
1.3. TIPO DE EDIFICACIÓN: Vivienda Unifamiliar (2 pisos +azotea)										
1.4. NOMBRE DEL AMBIENTE INTERIOR: Dormitorio										
1.5. DESCRIPCIÓN DE LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE:										
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO:										
LARGO: 3,78 m			ANCHO: 3,65 m			ÁREA: 13.797 m ²				
MEDIDAS DE LA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO:										
TRAMO 1		LARGO: 2,68m		ANCHO: 0,85m		ÁREA: 2.278 m ²				
TRAMO 2		LARGO: 2,68m		ANCHO: 0,97m		ÁREA: 2.5996 m ²				
TRAMO 3		LARGO: 1,68m		ANCHO: 0,85m		ÁREA: 1.428 m ²				
2. MATERIALES Y EQUIPOS										
2.1. REVESTIMIENTO APLICADO EN LAS SUPERFICIES DEL AMBIENTE: 2 Capas de revestimiento de totora										
2.2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA: Termohigrómetro BOECO GERMANY SH-110										
3. DATOS RECOLECTADOS										
21/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	76,46°	8,18°	22.3	23.7	72	66	20°	2.2	6.28	9.48
10:00 a.m.	60,24°	49,90°	27.2	24.3	33	65	23°	3.6	10.66	
1:00 p.m.	333,29°	67,52°	27.9	25	28	63	23°	4.9	10.39	
4:00 p.m.	289,50°	31,66°	25.6	26	44	60	22°	6.6	1.56	
7:00 p.m.	280,62°	-11,59°	21.4	24.7	78	65	21°	4.2	15.42	
10:00 p.m.	279,25°	-55,50°	21.5	24.2	74	65	20°	3.2	12.56	
22/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	76,79°	8,29°	21.8	24.5	69	67	20°	1.9	12.39	8.07
10:00 a.m.	60,65°	50,12°	25	24.3	51	66	22°	3	2.80	
1:00 p.m.	332,74°	67,79°	25.5	24.6	47	65	23°	4.6	3.53	
4:00 p.m.	289,10°	31,70°	23.7	24.8	57	64	22°	4.2	4.64	
7:00 p.m.	280,27°	-11,62°	21.7	24.4	72	66	21°	2.1	12.44	
10:00 p.m.	278,66°	-55,58°	21.4	24.1	76	66	20°	3.4	12.62	
23/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	77,11°	8,41°	21.3	23.5	76	69	20°	2.6	10.33	10.18
10:00 a.m.	61,07°	50,33°	27.2	24	42	67	22°	3.4	11.76	
1:00 p.m.	332,17°	68,06°	26.3	24.7	34	65	23°	4.9	6.08	
4:00 p.m.	288,70°	31,74°	23.9	25.3	59	65	22°	4.9	5.86	
7:00 p.m.	279,92°	-11,64°	21.4	24.1	80	65	20°	4	12.62	
10:00 p.m.	278,06°	-55,66°	20.8	23.8	77	66	20°	3.3	14.42	
24/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	77,44°	8,54°	21.2	23.4	75	71	20°	3.1	10.38	13.27
10:00 a.m.	61,50°	50,55°	28.6	24.1	29	68	22°	3.5	15.73	
1:00 p.m.	331,58°	68,33°	31.9	24.9	24	62	23°	5.1	21.94	
4:00 p.m.	288,29°	31,77°	26.7	25.9	39	57	22°	5.2	3.00	
7:00 p.m.	279,56°	-11,67°	21.4	24.2	75	62	20°	5	13.08	
10:00 p.m.	277,46°	-55,74°	20.7	23.9	77	64	20°	7	15.46	
25/08/2023										
HORA	AZIMUT	ALTURA SOLAR	TEMPERATURA EXTERIOR (°C)	TEMPERATURA INTERIOR DEL AMBIENTE (°C)	HUMEDAD EXTERIOR (%)	HUMEDAD INTERIOR DEL AMBIENTE (%)	TEMPERATURA DEL AIRE EXTERIOR (°C)	VELOCIDAD DEL AIRE EXTERIOR (m/s)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURAS (%)	PORCENTAJE DE DIFERENCIA PROMEDIO (%)
7:00 a.m.	77,77°	8,66°	21.1	23.5	71	66	19°	3.1	11.37	10.62
10:00 a.m.	61,93°	50,76°	25.4	23.9	42	64	22°	3.1	5.91	
1:00 p.m.	330,97°	68,59°	28.2	24.6	23	61	23°	5.2	12.77	
4:00 p.m.	287,88°	31,81°	27	25.4	35	57	22°	6.4	5.93	
7:00 p.m.	279,21°	-11,70°	22	24.6	76	61	20°	3.1	11.82	
10:00 p.m.	279,85°	-55,81°	20.7	24	77	62	19°	3.6	15.94	

ANEXO 6. Ficha Técnica de Pospruebas 1.

FICHA TÉCNICA - POSPRUEBAS 1		
1. DATOS GENERALES:		
1.1. NOMBRE:	POSPRUEPAS 1	
1.2. NOMBRE DEL AMBIENTE INTERIOR:	Dormitorio	
1.3. REVESTIMIENTO:	1 CAPA DE TOTORA	
1.4. HORAS MEDIDAS EN LAS PRUEBAS:	7:00 a.m. ; 10:00 a.m. ; 1:00 p.m. ; 4:00 p.m. ; 7:00 p.m. ; 10:00 p.m.	
1.5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:		
	<p>SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO - MEDIDAS</p> <p>Tramo 1: LARGO: 2,68m; ANCHO: 0,97m</p> <p>Tramo 2: LARGO: 0,85m ANCHO: 1,68m</p> <p>Tramo 3: LARGO: 2,68m; ANCHO: 0,85m</p>	
		<p>SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO - MEDIDAS</p> <p>Total: LARGO: 3,78 m; ANCHO: 3,65 m</p> <p>Tramo 4: LARGO: 2,52 m; ANCHO: 3,65 m</p> <p>Tramo 5: LARGO: 1,26 m; ANCHO: 3,65 m</p>
2. ELABORACIÓN DEL REVESTIMIENTO:		
FECHA: 10/08/2023 AL 12/08/2023		
2.1. MATERIALES	2.2. EQUIPO	
3 ROLLOS DE HILO PABILO 350 UNIDADES DE CAÑA DE TOTORA	1 TIJERA 1 CINTA MÉTRICA	
2.3. PROCESO		
<p>PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO:</p> <p>A. Se tomó las medidas de las superficies de los Tramos 1, 2 y 3, los cuales serían cubiertos por las Planchas de totora 1, 2 y 3, respectivamente.</p> <p>B. Luego, se realizó la Plancha 1, para ello, se agruparon las cañas de totora por filas y se recortaron los extremos, esto para que el ancho y largo estuviera acorde a la medidas de su tramo a cubrir.</p> <p>C. Después, para que se mantuvieran unidas, se les tejió (con tejido tipo cadena) de manera transversal en cuatro lugares diferentes: cerca de los dos extremos y a los dos costados del medio.</p> <p>D. Por último, se realizaron las Plancha 2 y 3, donde se ejecutó el mismo procedimiento que en la Plancha 1, salvo que en la Plancha 2, solo se tejieron las cañas de totora en 3 lugares: cerca de los dos extremos y en</p>	<p>PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO</p> <p>A. Debido a que el largo de las cañas de totora no llegaba a cubrir totalmente el largo de la superficie, se dividió la toma de medidas en dos tramos: el 4 y el 5, los cuales serían cubiertos por las Planchas de totora 4 y 5, respectivamente.</p> <p>B. Luego, se realizaron dichas planchas, siguiendo el mismo procedimiento que en la Plancha 1.</p>	
*NOTA: No se recortó con exactitud los extremos, por lo que, en ocasiones las cañas de totora tienen mayor medida y sobresalen de los tramos.		
3. INSTALACIÓN DEL REVESTIMIENTO:		
FECHA: 13/08/2023		
3.1. MATERIALES	3.2. EQUIPO	
7 LISTONES DE MADERA 1 CAJA DE CLAVOS DE 1/2" 1 ROLLO DE ALAMBRE N° 16	1 ALICATE DIAGONAL CORTE ALAMBRE 1 MARTILLO 1 ESCALERA TIJERA DOBLE	
3.3. PROCESO		
<p>PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO</p> <p>A. Se ataron con alambre dos listones a la Plancha 1: uno en el extremo superior y uno a la altura del alfeizar de la ventana; lo mismo sucedió con la Plancha 3. Para la Plancha 2 solo se ató un listón en su extremo superior.</p> <p>B. Luego, cada lateral del listón de la Plancha 2, se ató a un lateral de los listones ubicados a la altura del alfeizar de la Plancha 1 y 3.</p> <p>C. Después, se ató un solo listón en los extremos inferiores de las tres planchas, y, a manera de refuerzo, se ató otro listón en forma vertical en medio de la Plancha 2.</p> <p>D. Por último, se procedió a clavar todos los listones de las planchas al muro, empezando desde la parte superior hasta la inferior; de este modo, quedó instalado el revestimiento de 1 capa de totora.</p>	<p>PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO</p> <p>A. Se extendió la Plancha 4 sobre la superficie del Tramo 4.</p> <p>B. Después, se extendió la Plancha 5 sobre la superficie del Tramo 5; de este modo, quedó instalado el revestimiento de 1 capa de totora.</p>	
*NOTA: Al cubrir la superficie exterior del muro, no se consideró la cara de la losa de concreto encima de la ventana y la cara de la losa del primer nivel.		
4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN:		
FECHA: 14/08/2023 AL 18/08/2023		
Cada día en las horas de prueba, se emplearon las siguientes herramientas con el fin de recopilar los datos requeridos:		
<p>Aplicación en computadora:</p>  <p>SUNCALC.ORG: Para obtener el azimut y la altura solar.</p>	<p>Aplicaciones móviles:</p> <p> WINDFINDER: Para obtener la temperatura del aire en el exterior.</p> <p> ANEMÓMETRO DIGITAL: Para obtener la velocidad del aire en el exterior.</p>	<p>Instrumento electrónico:</p>  <p>TERMOHIGRÓMETRO BOECO GERMANY SH-110 CALIBRADO: Para la medición de la humedad relativa y de las temperaturas tanto en el exterior como en el interior del ambiente en la vivienda. Cabe mencionar que, el termohigrómetro se mantuvo en el interior del ambiente, por ello, en cada hora de prueba, primero se recogieron los datos en ese lugar, y después, al llevar el instrumento al exterior, se esperó 10min para que se regule antes de recoger los datos y volverlo al interior.</p>

ANEXO 7. Ficha Técnica de Pospruebas 2.

FICHA TÉCNICA - POSPRUEBAS 2	
1. DATOS GENERALES:	
1.1. NOMBRE: 1.2. NOMBRE DEL AMBIENTE INTERIOR: 1.3. REVESTIMIENTO: 1.4. HORAS MEDIDAS: 1.5. REGISTRO FOTOGRÁFICO:	POSPRUEPAS 2 Dormitorio 2 CAPAS DE TOTORA 7:00 a.m. ; 10:00 a.m. ; 1:00 p.m. ; 4:00 p.m. ; 7:00 p.m. ; 10:00 p.m.
	SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO - MEDIDAS Tramo 1: LARGO: 2,68m; ANCHO: 0,97m Tramo 2: LARGO: 0,85m ANCHO: 1,68m Tramo 3: LARGO: 2,68m; ANCHO: 0,85m
	SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO - MEDIDAS Total: LARGO: 3,78 m; ANCHO: 3,65 m Tramo 4: LARGO: 2,52 m; ANCHO: 3,65 m Tramo 5: LARGO: 1,26 m; ANCHO: 3,65 m
2. ELABORACIÓN DEL REVESTIMIENTO:	
FECHA: 17/08/2023 AL 19/18/2023	
2.1. MATERIALES	2.2. EQUIPO
3 ROLLOS DE HILO PABILO 350 UNIDADES DE CAÑA DE TOTORA	1 TIJERA 1 CINTA MÉTRICA
2.3. PROCESO	
PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO: A. Las planchas 1, 2 y 3 fueron elaboradas con anterioridad para las Pospruebas 1. B. Se planificó, en esta ocasión, que el Tramo 1 sería cubierto por las Plancha 1 y 6; el Tramo 2, por las Plancha 2 y 7; y, el Tramo 3, por las Plancha 3 y 8. C. Luego, se realizaron las tres nuevas Planchas 6, 7 y 8, las cuales fueron ejecutadas del mismo modo que las Planchas 1, 2 y 3, respectivamente.	PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO A. Las planchas 4 y 5 fueron elaboradas con anterioridad para las Pospruebas 1. B. Se planificó, en esta ocasión, que el Tramo 4 sería cubierto por la Planchas 4 y 9; asimismo, el Tramo 5, por la Planchas 5 y 10. C. Luego, se realizaron las dos nuevas Planchas 9 y 10, las cuales fueron ejecutadas del mismo modo que las Planchas 4 y 5, respectivamente.
*NOTA: No se recortó con exactitud los extremos, por lo que, en ocasiones las cañas de totora tienen mayor medida y sobresalen de los tramos.	
3. INSTALACIÓN DE REVESTIMIENTO:	
FECHA: 20/08/2023	
3.1. MATERIALES	3.2. EQUIPO
9 LISTONES DE MADERA 1 CAJA DE CLAVOS DE 1/2" 1 ROLLO DE ALAMBRE N° 16	1 ALICATE DIAGONAL CORTE ALAMBRE 1 MARTILLO 1 ESCALERA TIJERA DOBLE
3.3. PROCESO	
PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL MURO A. Se retiró la capa de totora instalada con anterioridad para las Pospruebas 1, sin destruirla o romperla. B. Luego, se desataron todos los listones de la capa retirada para volver a atarlos a las planchas de la misma manera que para las Pospruebas 1, con la diferencia de que esta vez se ataron juntas, una sobre otra, las Planchas 1 y 6, las Planchas 2 y 7, asimismo, las Planchas 3 y 8. C. Después, para afianzar, se ató un listón en forma vertical en cada lateral de las Planchas 2 y 7. D. Por último, se procedió a clavar todos los listones de las planchas al muro, empezando desde la parte superior hasta la inferior; de este modo, quedó instalado el revestimiento de 2 capas de totora.	PARA SUPERFICIE EXTERIOR DEL TECHO A. Se extendió la Plancha 9 sobre la Plancha 4 en la superficie del Tramo 4. B. Después, se extendió la Planchas 10 sobre la Plancha 5 en la superficie del Tramo 5; de este modo, quedó instalado el revestimiento de 2 capas de totora.
*NOTA: Al cubrir la superficie exterior del muro, no se consideró la cara de la losa de concreto encima de la ventana y la cara de la losa del primer nivel.	
4. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN:	
FECHA: 21/08/2023 AL 25/08/2023	
Cada día en las horas de prueba, se emplearon las siguientes herramientas con el fin de recopilar los datos requeridos:	
Aplicación en computadora:  SUNCALC.ORG: Para obtener el azimut y la altura solar.	Aplicaciones móviles:  WINDFINDER: Para obtener la temperatura del aire en el exterior.  ANEMÓMETRO DIGITAL: Para obtener la velocidad del aire en el exterior.
Instrumento electrónico: 	TERMOHIGRÓMETRO BOECO GERMANY SH-110 CALIBRADO: Para la medición de la humedad relativa y de las temperaturas tanto en el exterior como en el interior del ambiente en la vivienda. Cabe mencionar que, el termohigrómetro se mantuvo en el interior del ambiente, por ello, en cada hora de prueba, primero se recogieron los datos en ese lugar, y después, al llevar el instrumento al exterior, se esperó 10min para que se regule antes de recoger los datos y volverlo al interior.

ANEXO 8. Verificación de validez por juicio de experto para la Ficha de Investigación Bibliográfica.

EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

La Tatora (Schoenoplectus Californicus) Como Aislante Térmico Para Ambientes Arquitectónicos Interiores En Trujillo 2023

Autor(es) del instrumento(s): Liñan Quispe, Deisler Jamil y Rios Briceño, Thifany Liset

Instrumento de evaluación: Ficha de investigación bibliográfica

Variable: Tatora como aislante térmico

Apellidos y nombres del experto: HARO MORALES YOSELYN MAGALY

Título y/o grado: INGENIERA AMBIENTAL

Institución donde labora: DEVANS CONSULTORES

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.				X	
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a la variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con las dimensiones e indicadores de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de medición de la variable.				X	
PUNTAJE TOTAL		42				

(Nota: El instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; un puntaje menor a 41 se considera no válido ni aplicable.)

Observaciones: _____

Firma: 
 Ing. Yoselyn M. Haro Morales
 DNI 70879700

Fecha: 08 / 07 / 2023

ANEXO 9. Verificación de validez por juicio de experto para la Ficha de Registro de Pruebas.

EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

La Totora (Schoenoplectus Californicus) Como Aislante Térmico Para Ambientes Arquitectónicos Interiores En Trujillo 2023

Autor(es) del instrumento(s): Liñan Quispe, Deisler Jamil y Rios Briceño, Thifany Liset

Instrumento de evaluación: Ficha de registro de pruebas

Variable: Ambientes arquitectónicos interiores

Apellidos y nombres del experto: HARO MORALES YOSELYN MAGALY

Título y/o grado: INGENIERIA AMBIENTAL

Institución donde labora: DEVANS CONSULTORES

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENO (4) EXCELENTE (5)

CRITERIO	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades.				X	
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable.				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a la variable.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a la variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con las dimensiones e indicadores de la variable.				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuesto responden al propósito de la investigación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala de medición de la variable.				X	
PUNTAJE TOTAL		42				

(Nota: El instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; un puntaje menor a 41 se considera no válido ni aplicable.)

Observaciones: _____

Firma: 

Fecha: 08 / 07 / 2023

Ing. Yoselyn M. Haro Morales
DNI 70879700

ANEXO 10. Certificado de calibración del termohigrómetro

IPC ASSOCIATES
International Project Consulting Associates S.A.

Nº 002199

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 132-TH-IPC-2017

Página 1 de 2

Fecha de Emisión : 203-07-04

1. SOLICITANTE : LIÑAN QUISPE DEISLER JAMIL

DIRECCIÓN : AAHH. Ramón Castilla Mz.D Lt.10- Huanchaco-Trujillo

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : TERMOHIGRÓMETRO DIGITAL

Marca : BOECO GERMANY

Modelo : SH-110

Número de serie : 128120130

Alcance de indicación : - 10 °C a 50 °C (IN)

20 %HR a 99 %HR

División de escala/ : 0.1 °C

Resolución : 1 %HR

Procedencia : ALEMANIA

Identificación : NO APLICA

Ubicación : VIVIENDA/DORMITORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-04

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Calibración por comparación empleando cámaras de humedad y temperatura ambientales con condiciones controladas.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en el área de metrología de INTERNATIONAL PROJECT CONSULTING ASSOCIATES S.A.
Av. Petit Thouars 1771 Int 902 - Lince



Murga
Metrología

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

IPC ASSOCIATES S.A. No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

International Project Consulting Associates S.A.
Av. Diagonal 380, oficina N°306 Miraflores - Lima - Perú Telef: (+511) 480-0647 / 445 4799 / 320-2117
E-mail: serviciosQipcassociates Web: www.ipcassociates-la.com

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	21.2	22.0
Humedad Relativa %HR	65	66

6. TRAZABILIDAD
 Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades 8de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia del SNM-INACAL	Termohigrómetro Patrón de indicación digital	LT-135-2016

7. OBSERVACIONES
 La preciosidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición,

8. RESULTADOS

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (SENSOR IN) (°C)	CORRECCION (°C)	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE (°C)
15,0	0,50	15,50	0,36
20,3	0,10	20,40	0,36
29,4	0,30	29,70	0,36

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%HR)	CORRECCION (%HR)	HUMEDAD CONVENCIONALMENTE VERDADERA (%HR)	INCERTIDUMBRE (%HR)
40	0,94	40,94	2,02
59	- 0,68	58,32	2,02
80	- 1,33	78,67	2,02

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO
 International Proyect Consulting Associates S.A.
 Av. Diagonal 380, oficina N°306 Miraflores - Lima - Perú Telef: (+511) 480-0647 / 445 4799 / 320-2117
 E-mail: serviciosQipcassociates Web: www.ipcassociates-la.com



ANEXO 11. Autorización del lugar de investigación.

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Trujillo, 03 de julio del 2023

Yo, ANTONIO FLORES RIOS TORRES, identificado con DNI N° 18165523, propietario de la vivienda ubicada en el AA.HH. Ramón Castilla Mz. D Lt.10 distrito de Huanchaco, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, otorgo mi autorización para que DEISLER JAMIL LIÑAN QUISPE y THIFANY LISET RIOS BRICEÑO realicen pruebas experimentales en mi propiedad, con el objetivo de determinar la factibilidad del uso de la totora como aislante térmico para ambientes arquitectónicos interiores.

Se expide el presente documento para fines consiguientes.

Atentamente,



ANTONIO FLORES RIOS TORRES

DNI: 18165523



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SANCHEZ VASQUEZ CESAR JULIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de ARQUITECTURA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "La Totorá (Schoenoplectus Californicus) Como Aislante Térmico Para Ambientes Arquitectónicos Interiores En Trujillo 2023", cuyos autores son LIÑAN QUISPE DEISLER JAMIL, RIOS BRICEÑO THIFANY LISET, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 8.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 05 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SANCHEZ VASQUEZ CESAR JULIO DNI: 17810099 ORCID: 0000-0001-7772-6799	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZV17 el 05-12-2023 17:45:59

Código documento Trilce: TRI - 0684110