



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA

Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la  
institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes  
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Arquitecto

**AUTOR:**

Huaman Melendez, Diego Alejandro ([orcid.org/0000-0002-2687-4895](https://orcid.org/0000-0002-2687-4895))

**ASESOR:**

Dr. Sanchez Vasquez, Cesar Julio ([orcid.org/0000-0001-7772-6799](https://orcid.org/0000-0001-7772-6799))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Arquitectura

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón está presente tesis a mi padre y hermana, pues sin ellos no lo pudiera haber logrado; también se la dedico a mi madre que se encuentra en el cielo quien estuvo hasta sus últimos días siempre a mi lado apoyándome emocionalmente y motivándome, su bendición me cuida, me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso les ofrezco mi trabajo en ofrenda por su paciencia, apoyo y amor.

## **Agradecimiento**

A Mi padre, a mi madre y a mi hermana por su respeto, comprensión y motivación en todo momento.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	ii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	22
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	22
Tipo de investigación:.....	22
3.2. Variables y Operacionalización .....	23
3.3. Población .....	24
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	25
3.5. Procedimiento .....	26
3.6. Método de análisis de datos:.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
VI. CONCLUSIONES.....	53
VII. RECOMENDACIONES .....	55
REFERENCIAS .....	56
ANEXOS .....	57

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> <i>Cantidad de docentes de la I.E. César Vallejo</i> .....	24
<b>Tabla 2</b> <i>Operacionalización de variables de muros vegetales</i> .....	66
<b>Tabla 3</b> <i>Operacionalización de variables de confort térmico</i> .....	67

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Nivel de calor según el horario de clases, en las condiciones ambientales .....	29
<b>Figura 2</b> Nivel de las condiciones ambientales según la temperatura adecuada para un correcto desempeño escolar en la I.E Cesar Vallejo. ....	30
<b>Figura 3</b> Nivel de los indicadores del porcentaje de humedad dentro de un aula de clase en la I.E. Cesar Vallejo.....	31
<b>Figura 4</b> Nivel en que afecta la luz solar a los estudiantes en el proceso de concentración y aprendizaje durante el horario académico.....	32
<b>Figura 5</b> Utilización de materiales que generan calor en exceso dentro de las aulas de clase.....	33
<b>Figura 6</b> Nivel de ventilación en el aula de clase durante el proceso de aprendizaje en la I.E. Cesar Vallejo.....	34
<b>Figura 7</b> Nivel del impacto sensitivo en los estudiantes de la I.E. César Vallejo. ....	35
<b>Figura 8</b> Identificación de las plantas que se adaptan mejor al clima de la ciudad de Tumbes. ....	36
<b>Figura 9</b> Análisis del sistema constructivo apto para la implementación de un muro vegetal en la institución educativa Cesar Vallejo.....	37
<b>Figura 10</b> Identificación de los materiales aptos para la implementación en muros vegetales .....	38
<b>Figura 11</b> Identificación de las opciones de tipo de riego .....	39
<b>Figura 12</b> Factores que se toman en cuenta para la ubicación de un muro vegetal.....	40
<b>Figura 13</b> Identificación de sustrato adecuado para ser utilizado en un sistema de muro vegetal.....	41
<b>Figura 14</b> Principal beneficio de los muros vegetales con respecto al aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa Cesar Vallejo, el tablazo -Tumbes 2022.....	42

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar los muros vegetales como estrategia para el confort térmico en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022. Esta investigación es de enfoque cuantitativo, diseño pre experimental, descriptivo, para la cual se usó el cuestionario y ficha fotográfica para conocer los índices de muros vegetales y la conocer los niveles de confort térmica, siendo la muestra de 25 docentes y 20 arquitectos. Obteniendo como resultado, las condiciones térmicas en los ambientes de la institución educativa pública Cesar Vallejo, de acuerdo a la percepción de 68% de los docentes en la mañana durante el horario de clase se llega a sentir un excesivo aumento de la temperatura, 72% de los docentes afirma que la luz solar afecta en gran medida en la concentración y aprendizaje y 64% de los docentes opina que es extremadamente importante que un salón de clase se mantenga ventilado durante el proceso de aprendizaje. Concluyendo, se logró evidenciar después de verificar los resultados de la aplicación de las encuestas que los muros vegetales son de gran importancia como aspecto de confort térmico, puesto que reduce los niveles de la temperatura, brindando confort térmico en los salones de clase.

**Palabras clave:** Muros vegetales, confort térmico, arquitectura.

## **Abstract**

The objective of this research was to analyze the vegetable walls as a strategy for thermal comfort in the public educational institution César Vallejo-El Tablazo, Tumbes 2022. This research has a quantitative approach, a pre-experimental, descriptive design, for which the questionnaire was used. and photographic record to know the indices of vegetal walls and to know the levels of thermal comfort, being the sample of 25 teachers and 20 architects. Obtaining as a result, the thermal conditions in the environments of the Cesar Vallejo public educational institution, according to the perception of 68% of teachers in the morning during class hours, an excessive increase in temperature is felt, 72% of teachers say that sunlight greatly affects concentration and learning and 64% of teachers think it is extremely important that a classroom is kept ventilated during the learning process. Concluding, it was possible to show after verifying the results of the application of the surveys that the green walls are of great importance as an aspect of thermal comfort, since they reduce the levels of the temperature, providing thermal comfort in the classrooms.

Keywords: Vegetal walls, thermal comfort, architecture.

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, año tras año, el cambio climático viene generando grandes cambios debido a la contaminación ambiental, ocasionando temperaturas altas en verano y más bajas de lo normal en tiempo de invierno, afectando la salud de los individuos.

Según la Organización Mundial de Salud (OMS) en el 2018, indicaron que el incremento de la capa de ozono puede afectar negativamente la salud de las personas, como problemas de respiración, y otras enfermedades. Por tanto, las construcciones de la mayoría de los espacios de las distintas instituciones han sobrepasado los límites de la utilización de los ventiladores mecánicos, situación que afecta la salud del educando y el medio ambiente, en épocas calurosas; razón por la cual, en algunos casos, se han considerado los muros vegetales, o verdes, para disminuir la contaminación ambiental y la alta radiación solar, en las edificaciones, como estrategia de confort térmico.

En España, los espacios de las instituciones educativas están bajo temperaturas altas, desde finales de setiembre, que generan sobrecalentamiento de los salones de clase, ocasionando en los estudiantes estrés térmico; por ello, consideraron la estrategia de acondicionar los espacios de las instituciones educativas, mediante la implementación de los llamados muros verdes (Arrojo, 2019).

En las instituciones educativas de la ciudad de Ecuador, también se da el fenómeno descrito anteriormente; de allí, la búsqueda de prototipos con adecuado confort térmico, y la consideración de la construcción de los muros verdes, pues éstos producen una ventilación natural, que refrescan los espacios educativos, reduciendo las altas temperaturas, y mejorando la calidad educativa y el bienestar de los estudiantes en las aulas (Bernal, 2019).

A nivel nacional, en el Perú la mayoría de instituciones educativas han puesto en evidencia, a causa de la pandemia, que un 70% de locales necesitan la reestructuración de su infraestructura, partiendo por la demolición de las edificaciones antiguas, y la construcción de otras nuevas. No obstante, esta situación problemática, se tiene el desinterés de los gobiernos en atender los

proyectos de infraestructura educativa, que además reúnan las especificaciones técnicas mínimas, y las condiciones básicas climáticas locales, para lograr espacios confortables, con buena ventilación e iluminación natural, confort térmico y muros verdes (Montonero, 2018).

En la ciudad de Tumbes, el clima se caracteriza por ser muy caluroso, debido a su cercanía con la línea ecuatorial, lo cual impacta significativamente en los escolares de educación básica regular; situación que se traduce en una permanente ola de calor, afectando su salud y rendimiento académico, aspectos que preocupan tanto a padres de familia como a las autoridades educativas. Los techos y paredes de las aulas no reúnen las condiciones para contrarrestar el intenso calor que se produce en su interior. Con el crecimiento constante del sector urbano, el concreto fue colocándose como material predominante en las ciudades, dejando a un lado la vegetación; y, dejando entrever la total ignorancia del sector público y de los pobladores sobre lo beneficioso que es el poseer más áreas verdes, pues generan reducción de la temperatura en espacios interiores y exteriores y la purificación del aire; constituyéndose en una importante aliada natural, para impulsar el desarrollo de las actividades en los espacios educativos.

En este sentido, las instituciones educativas deben contar con ambientes adecuados, espacios sanos y seguros; que faciliten la concentración y el aprendizaje en los estudiantes, así como garantizar la calidad de las actividades educativas, deportivas y culturales que allí se realicen.

De otro lado, según datos actualizados del SENAMHI, en el distrito El Tablazo de Tumbes, se han registrado niveles altos de radiación solar, provocando que ambientes educativos queden fuera de la zona de confort. Del mismo modo, cabe precisar que las altas temperaturas en tiempo de verano afectan el desarrollo de las actividades educativas, generando sofocación en alumnos y profesores; por el contrario, en invierno, las bajas temperaturas generan alta humedad, que también les afecta por los cuadros agudos de resfrío y cuadros de asma y neumonía. A pesar de estos problemas, la institución no cuenta con los mecanismos de ventilación, sistemas de riego en los pasillos para disminuir la temperatura, debido a la falta de presupuesto; asimismo, los diseños del colegio,

su color y forma, no guardan proporcionalidad con los efectos del cambio climático; es más, no se promueve la propagación de especies vegetales como cactus, plantas trepadoras y flores, tan importantes para contrarrestar el calor y la humedad del ambiente. Finalmente, se observa una deficiente disposición y distribución de los sistemas modulares, hidropónicos, de cables, trenzados y plug-in, y un deficiente mantenimiento de las instalaciones educativas.

Teniendo en cuenta esta situación problemática, la presente investigación plantea la siguiente interrogante: ¿Son los muros vegetales una estrategia de confort térmico en la institución educativa pública Cesar Vallejo El Tablazo, Tumbes 2022?

Esta investigación se justifica porque permitió la elaboración de instrumentos de recolección de datos y su análisis, lo cual es útil para futuras investigaciones; también ayudó a definir la relación entre los muros vegetales y el confort térmico; asimismo, permite demostrar el aporte de los muros vegetales como estrategia para el confort térmico en los ambientes educativos, ya que gracias a una temperatura adecuada dentro de los ambientes de clase, se aumenta el nivel de concentración y aprendizaje en los estudiantes; también, este estudio precisa la forma de fortalecer el nivel educativo de los estudiantes de la institución educativa Cesar vallejo , la cual se ve afectada por el aumento de radiación solar, generando un aumento de temperatura dentro de los ambientes educativos, provocando estrés calórico y afecciones respiratorias en estudiantes y profesores, durante el horario de clases, por lo cual la presente investigación será un documento de consulta a estudiantes de las universidades públicas y privadas, a los docentes y profesionales; por último, la información que brinda el presente estudio, permite conocer la situación actual de los estudiantes de las instituciones educativas, en cuanto a su bienestar, así como el beneficio que tendrán a partir de la implementación de muros vegetales, como estrategia de confort térmico, en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022.

En esta misma línea de la investigación, el objetivo general fue, determinar el impacto de los muros vegetales, como estrategia de confort térmico, en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022; del mismo

modo, los objetivos específicos, siguientes: Identificar las actuales condiciones de confort térmico en los ambientes de la institución educativa pública César Vallejo; definir la especie de planta natural que mejor se adaptó para la implementación de muros vegetales; y, determinar los beneficios de los muros vegetales, en el aumento de concentración y aprendizaje de los estudiantes de la I.E.P. César Vallejo.

La hipótesis alternativa de investigación es la siguiente: La implementación de muros vegetales en la IEP César Vallejo-El Tablazo, Tumbes 2022, es una estrategia significativa de confort térmico, en el aumento de la concentración y aprendizaje de sus estudiantes.

.

.

## II. MARCO TEÓRICO

Los estudios previos considerados a nivel internacional, nacional y regional en relación de ambas variables, se consideran a continuación.

A nivel internacional, de acuerdo a Rincón-Martínez (2022), en un estudio sobre confort térmico en edificios educativos en Bogotá, Colombia, logró determinar que, con una temperatura óptima ambiental de 20,2 °C y un rango de confort de 17,7 °C-22,7 °C, el 96% de los estudiantes manifestaron que estas condiciones térmicas eran favorables. Del Campo y Bojórquez (2021), según una investigación, acerca del confort térmico en el interiores y exteriores de espacio educativo, en Costa Rica, observaron que 46.8% de los entrevistados manifestaron la variable de sensación térmica en la escala de “ni calor ni frío”, el 38.3% la escala de “poca” sensación de humedad y el 80.9% la escala de “nada” en sensación de viento. Sin embargo, en relación con la preferencia térmica la escala que resultó mayor fue “más frío” con el 36.2%, la escala de “nada” con un 41.5% para la preferencia de humedad y la escala de “media” con un 33.0% para la preferencia de viento. En lo que refiere a la aceptación de la temperatura la escala de “aceptable” fue la mayor con el 54.3% de los registros y la tolerancia de la temperatura fue la escala de “tolerable” en el 64.9% de los casos.

Ré et al. (2017), en un estudio de niveles de confort térmico en aulas de dos edificios escolares, en Argentina, encontró que, en el turno tarde, el 87% de los alumnos estaba en disconfort por calor, aunque la temperatura interior registrada en el momento de la encuesta era de 23,6°C. Noya (2019), en una evaluación de la percepción de confort térmico que tienen los estudiantes de una universidad de Barranquilla, Colombia, obtuvo como resultado que, el 72% de los estudiantes sintieron una sensación térmica clasificada como confort y 28% disconfort, y que la temperatura interior de las aulas, de 23,6°C, presentó el mayor porcentaje de confort térmico.

Salazar (2017), en su tesis: *“Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced” en Ambato, Ecuador*, llega a determinar que, la clase de jardines verticales con sustrato de jardín e hidroponía, es apta para interiores, por sus características

ideales, su resistencia, y bajo costo de mantenimiento. Carvajal et al., (2017), en su artículo “*Captura de carbono por una fachada vegetada*”, en México, obtuvo la cantidad de Carbono captado por las plantas trepadoras, de dos especies que son; *Clitoria ternatea* y *Pentalinon luteum* usadas en la implementación de muros vegetales. En la primera el tallo y la raíz capturan más CO<sub>2</sub> (entre 25% y 60%), mientras que la *Clitoria ternatea* la hoja y el tallo captan más CO<sub>2</sub> (26% y 44%). En general, la especie vegetal *Pentalinon luteum* capta 471.38g de CO<sub>2</sub> durante año y medio, la especie vegetal *Clitoria ternatea* capta (263 gramos de CO<sub>2</sub>) durante 6 meses.

Giraldo (2018), en su tesis doctoral, manifiesta que la temperatura superficial o temperatura radiante de las envolventes es el factor más influyente en el confort térmico, y éste puede reducirse mediante tecnologías de enfriamiento pasivo como el aislamiento térmico, protección solar, baja absorptividad, muros vegetales y muros ventilados; sin embargo, son poco utilizados, bien sea por falta de recursos o por falta de estudios que demuestren su efectividad y factibilidad, bajo el clima ecuatorial cálido-húmedo como el de Cali, Colombia. En este sentido realizó una investigación, cuyo objetivo principal fue evaluar la reducción de la temperatura superficial en las envolventes verticales opacas y la optimización del confort térmico que pueden alcanzar las viviendas de Cali, y ensayar algunas soluciones constructivas, inspiradas en las estrategias de enfriamiento pasivo; logrando disminuir cerca del 74% la temperatura radiante de las envolventes, y el 60% de insatisfechos de una habitación, en el momento más inconfortable.

Felices (2017), en su tesis, enmarcada dentro del análisis del comportamiento térmico y energético de un edificio educativo en Madrid, España, en el que se incorporaron, en la fase diseño, estrategias pasivas que permitieran cumplir los requerimientos expuestos en las normativas vigentes, a través de soluciones que no provoquen impacto ambiental negativo; concluyeron que, el empleo de materiales naturales sería necesaria para conseguir mejores resultados en el confort térmico, así como la ubicación del edificio completamente orientado hacia el sur, para la reducción del consumo energético, sin provocar temperaturas excesivas en el interior del edificio.

Barón y Navarro (2020), realizaron una comparación entre dos unidades habitacionales equipadas cada una con un sistema de vegetación, la primera con un techo verde convencional y la segunda con un muro verde construido a partir de botellas PET, para evaluar si su implementación logra un confort térmico; concluyendo que, debido a las altas temperaturas en Cartagena de Indias, las reducciones de temperatura que brindan los sistemas de vegetación no son suficientes para tener un confort térmico, pues la sensación térmica durante el día varía de “ligeramente cálidas” a “calurosas” y el porcentaje estimado de insatisfechos supera el 78% en las horas de más calor; asimismo, que, la mejor vegetación empleada en el sistema de muro verde fue el Espárrago y la mejor ubicación para el muro verde fue la orientación Sur.

Angulo (2020), manifiesta que, en el caribe colombiano, las viviendas presentan sensaciones térmicas internas mayores a las temperaturas que se registran fuera de la vivienda, y en ese sentido su investigación buscó conocer los cambios de temperatura y humedad al interior de dos unidades habitacionales a escala de laboratorio; por ello, a una unidad se le adicionó un sistema de almacenamiento hidráulico (agua de lluvia), fabricado con botellas recicladas embebido en muros de mampostería, resultando una mejora de temperatura ambiente al interior, en 3.2°C, temperatura superficial del muro, 0.9°C, y, una mejoría de 20% en el índice de calor.

Day et al. (2021), en un estudio de caso, examinan una amplia gama de impactos en el turismo y la recreación en función de los cambios proyectados en el clima de Indiana. Los impactos directos del cambio climático incluyen aumentos en la cantidad de días calurosos y extremadamente calurosos cada verano, menos días templados, más lluvia y menos nieve; además, una serie de impactos indirectos, incluidos los cambios relacionados con el clima en los problemas de salud, las nuevas necesidades de infraestructura, los cambios en los bosques y otras áreas recreativas.

Según, Zhao, Y., Zhong, L., Ma, Y. *et al.* (2021), la expansión urbana y el cambio climático influyen considerablemente en el ambiente térmico regional e investigan los efectos de los cambios en el tipo de cobertura terrestre y la cobertura vegetal, la emisión de calor antropogénico en cuadrícula y el cambio

climático futuro en el entorno térmico atmosférico en una mega ciudad china, Hefei; encontrando que la contribución del cambio de cobertura vegetal a la intensidad de calor de verano es de aproximadamente 0,76 °C, y la emisión de calor antropogénico es de aproximadamente 0,17 °C; asimismo, los efectos combinados del cambio de cobertura vegetal y la emisión de calor antropogénico en las áreas urbanas antiguas son mayores que los de las áreas urbanas nuevas, lo que lleva a cambios en la temperatura media diaria del aire a 2 m, la humedad relativa) a 2 m y el índice de calor en las áreas urbanas, antiguas y nuevas, en 1,08 °C (0,75 °C), - 5,93 % (- 4,96 %) y 2,77 °C (1,76 °C), respectivamente.

Shepherd (2021), explora cómo los métodos estadísticos frecuentistas utilizados en la ciencia del cambio climático pueden integrarse en el marco más general de la teoría de la probabilidad, que se basa en principios lógicos muy simples; de esta manera, el razonamiento físico representado en las hipótesis científicas, que sustenta la ciencia del cambio climático, puede llevarse a la práctica estadística de manera transparente y lógicamente rigurosa.

Para Schipper (2021), la creciente presión política para encontrar soluciones al cambio climático está generando un mayor llamado a múltiples disciplinas, en particular aquellas que tradicionalmente no forman parte de la investigación sobre el cambio climático, para contribuir con nuevos sistemas de conocimiento que puedan ofrecer perspectivas más profundas y amplias para abordar el problema. El reconocimiento de la complejidad del cambio climático obliga a los investigadores a recurrir al conocimiento interdisciplinario que une las ciencias naturales con las ciencias sociales y las humanidades.

Según, Wullenkord, M.C., Tröger, J., Hamann, K.R.S. *et al.* (2021), la crisis climática es una amenaza existencial sin precedentes que provoca emociones perturbadoras, como la ansiedad. Recientemente, Clayton y Karazsia midieron la ansiedad climática como “una respuesta ‘ansiosa’ clínicamente más significativa al cambio climático” (2020, p. 9). La ansiedad climática se correlaciona positivamente con la ansiedad general y la depresión, la evitación del cambio climático en la vida cotidiana, la frustración de las necesidades psicológicas básicas, las intenciones de comportamiento pro ambiental y el

apoyo a las políticas; se correlaciona negativamente con diferentes formas de negación climática y no está relacionado con creencias ideológicas.

Sloggy et al. (2021), con su investigación, contribuye a la literatura que evalúa las actitudes hacia el cambio climático mediante el uso de información desagregada, especialmente sobre el cambio climático y la exposición a un conjunto de desastres naturales a lo largo del tiempo; plantea que es importante caracterizar las creencias y actitudes hacia el cambio climático y las políticas relacionadas, ya que estas creencias son un factor determinante de la adaptación individual y el apoyo a las políticas relacionadas con la reducción de las emisiones de carbono.

Warren et al. (2021), cuantifican los daños agregados globales y regionales del calentamiento global de 1,5 a 4 °C, por encima de los niveles preindustriales, utilizando un modelo de evaluación integrado bien establecido, que conduce a un costo social medio del CO<sub>2</sub> emitido en 2020 de alrededor de \$ 150 por 4 °C de calentamiento en comparación con \$30 a 1,5 °C.

Tui, Descheemaeker, Valdivia et al. (2021), plantean que los tomadores de decisiones necesitan información precisa para abordar la variabilidad y el cambio climático, acelerar la transformación hacia la sostenibilidad y generar información procesable de planificación hacia la adaptación; pues, en el contexto de una variedad de proyecciones climáticas de mediados de siglo, que probablemente serán más cálidas, más secas y más variables, desarrollaron escenarios socioeconómicos futuros contrastantes.

Para Guido, Lopus, Waldman et al. (2021), la precisión de los pronósticos meteorológicos ha experimentado mejoras notables en las últimas décadas y ahora se considera una herramienta importante para desarrollar la resiliencia climática; sin embargo, no se ha estudiado el efecto de las observaciones del cambio climático en el uso de los pronósticos meteorológicos, planteando una nueva retroalimentación en la que el cambio climático erosiona la confianza en las previsiones meteorológicas, ya que el cambio climático interrumpe la confianza en las formas tradicionales de conocer el clima, reduciendo la confianza en las herramientas técnicas complementarias de pronóstico.

Según Howart et al. (2021), presentan evidencia recopilada a través de entrevistas semiestructuradas con expertos y profesionales involucrados en la emergencia climática y los diferentes roles que se percibe que desempeñan para diferentes comunidades los actores locales; revelando que, la acción del gobierno local en una emergencia climática, requiere un compromiso más profundo, completo y constructivo con el tipo de acción climática que se espera que las declaraciones induzcan, a cómo esto, se alinea con las responsabilidades existentes y las bases de recursos del gobierno local.

Lawrence, Runyon y Gross et al. (2021), indican que, la planificación de escenarios se emplea regularmente en la adaptación al cambio climático, debido a que incorpora explícitamente la incertidumbre; un paso temprano y esencial en el desarrollo de escenarios, para identificar "futuros climáticos", descripciones de los atributos físicos de climas futuros plausibles que podrían ocurrir en un lugar y momento específicos; incluida la comprensión del espectro de posibles respuestas de recursos al cambio climático, el desarrollo de estrategias sólidas para ese rango, evitando sorpresas de gran importancia y evitando la mala adaptación.

Gartner y Schoen (2021), al aplicar regresiones de efectos mixtos a un nuevo conjunto de datos meteorológicos de 514 estaciones, mostraron que experimentar personalmente un clima local inusual o extremo no moldea la conciencia de las personas sobre el cambio climático; además, demuestran que la estrategia de modelado común, de combinar la regresión de efectos fijos con errores estándar agrupados, conduce a errores estándar severamente reducidos y resultados sustancialmente diferentes; concluyendo que no se puede dar por sentado que, experimentar personalmente fenómenos meteorológicos extremos, marca una diferencia en las percepciones del cambio climático y las preferencias políticas relacionadas.

Khan y Munira (2021), plantean que, el financiamiento para la adaptación continúa siendo extremadamente pobre, en relación con las necesidades estimadas, a pesar de que el régimen tiene disposiciones obligatorias para el apoyo de los países desarrollados, es deficiente y se puede atribuir al marco

territorial bajo el régimen que conceptualiza la adaptación en gran medida como un bien público local o nacional.

Schwaller y BenDor (2021). Indican que, el costo creciente de los impactos costeros provocados por el clima requiere una mejor comprensión de cómo las poblaciones costeras se involucran en las decisiones de adaptación. Si bien muchos estudios exploran los factores que impulsan la adaptación costera, en general, pocos evalúan cómo los residentes consideran las relaciones entre la adaptación protectora in situ y la retirada de las áreas en riesgo.

Ngoma et al. (2021), manifiestan que, no está claro cómo será el clima futuro, cómo afectará a diferentes economías, sectores y en qué magnitudes, y evalúan los impactos potenciales del cambio climático en el bienestar a nivel nacional y regional, usando datos de modelos de circulación global, que cubre toda la gama de contextos, desde la ciencia del clima hasta la economía; por tanto, hay la necesidad de promover los presupuestos participativos para orientar más asignaciones presupuestarias, y apoyar acciones de mitigación y adaptación a nivel regional y local.

El estudio de De Oliveira, Angelkorte y Rochedo et al. (2021), desarrolló un análisis integrado de energía, tierra y materiales, que les permitió evaluar si la producción de biocombustibles, en un escenario con restricciones climáticas, puede co-producir biomateriales, en la construcción de instalaciones educativas con cercos vivos o murallas verdes.

Santanichia (2022), plantea que, un valor fundamental para la educación arquitectónica es la voluntad de formar ciudadanos cosmopolitas: profesionales comprometidos y con mentalidad cívica que saben que el mejoramiento de su comunidad está íntimamente relacionado con el mejoramiento del mundo, en relación con un marco teórico de la pedagogía crítica y la educación ciudadana; formulando una teoría práctica de la educación arquitectónica.

Stevens et al. (2021), hacen referencia a un diseño arquitectónico, que incorpora las necesidades psicológicas de los usuarios; pero, en la práctica, aún no se ha formalizado qué necesidades psicológicas pueden abordarse ni cómo los gestos programáticos permanecen implícitos y, por lo tanto, no se incorporan sistemáticamente.

Imam (2021), examinó el confort térmico en dormitorio de estudiantes en Indonesia, a través de la disposición de un huerto hidropónico verticalmente en el edificio y en combinación con *Sansevieria trifasciata* en interiores; relacionándolo con la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del viento y la radiación solar, mostrando una disminución de la temperatura de 0,4 °C y una disminución de los niveles de CO<sub>2</sub> de 0,12 ppm y un aumento/liberación de los niveles de O<sub>2</sub> de 0,4%, y verificando una temperatura neutra de 26 °C y una humedad del 40% que aún está por encima de la zona de confort estándar; sin embargo, era aceptado por los estudiantes.

Libessart y Kenai (2018), en un estudio multidisciplinario amplio sobre el desempeño ambiental y las funciones de los muros verdes, midiendo las conductividades térmicas de los componentes de las paredes verdes, basadas en plantas trepadoras, en condiciones controladas, comparadas con una estructura que contiene sustrato, en condiciones secas, mostraron conductividades térmicas de 0,062 W/m°C para musgo esfagno (*Sphagnum cristatum*), 0,060 W/m°C /mezcla para plantar al aire libre), 0,105 W/m°C (bolas de arcilla) y 0,051 W/m°C, para sustrato de una pared verde; asimismo, las conductividades de la vegetación para la hiedra (*Hedera helix*) y la enredadera de Virginia (*Parthenocissus quinquefolia*), bastante altas, entre 0,220 y 0,274 W/m°C, concluyendo que, con la simulación térmica de edificios, las paredes verdes son técnicamente capaces de mejorar el aislamiento de los edificios.

Según Lamberti et al. (2021), el ambiente térmico en los edificios educativos es crucial para mejorar la salud y la productividad de los estudiantes, ya que pasan una cantidad considerable de tiempo en las aulas; además, las investigaciones se basan en modelos de dosis única-respuesta que no tienen en cuenta las interacciones con otros factores ambientales o las preferencias y necesidades individuales de los estudiantes. En este sentido, realizaron un estudio de literatura sobre el confort térmico en edificios educativos, para identificar todos los posibles parámetros de confusión involucrados en la percepción térmica; mostrando que, los niños, a menudo, presentan sensaciones térmicas diferentes a las de los adultos, lo que debe tenerse en cuenta en el diseño de entornos educativos cómodos y energéticamente eficientes, con impacto en la salud y bienestar de los estudiantes.

Domínguez, et al. (2020), manifiestan que, el cambio climático está aumentando la duración y la intensidad de la temporada cálida en el año académico, con un impacto muy significativo en las condiciones de las aulas interiores, y los episodios cada vez más frecuentes de calor extremo están teniendo un efecto adverso en las actividades escolares, cuya duración puede tener que acortarse o aminorarse el ritmo; asimismo, el equipar las instalaciones con aire acondicionado no siempre resuelve el problema, e incluso puede contribuir al malestar o empeorar las condiciones de salud, a menudo como consecuencia de una ventilación insuficiente; pero, la implementación de medidas de mitigación de los efectos en entornos escolares, en su mayoría, es limitada y costosa. En este sentido, plantearon la necesidad de implementar una estrategia de acción participativa, para empoderar a los ocupantes como agentes que se involucran activamente en su propia comodidad, abordando los parámetros de comodidad del aula, identificados por el usuario, potencialmente aplicables en el diseño y distribución de espacios térmicamente adecuados.

Montiel, et al. (2020), abordan una amplia gama de temas relacionados con la calidad ambiental en los espacios de aprendizaje, como el confort térmico y visual, así como la eficiencia energética; y tras revisar publicaciones de estudios anteriores, observaron diferencias significativas entre las escuelas construidas antes del año 2000 y las construidas después de esa fecha, las mismas que, sorprendentemente, no son más cómodas térmica y visualmente, ni más eficientes energéticamente.

Sugún Charoenkit y Yiemwattana (2016), un número creciente de estudios de paredes vivas en la última década indican el creciente interés en los beneficios ambientales de las paredes vivas, que ayudan a enfriar los espacios interiores y reducen el consumo de energía y las emisiones de carbono del sector de la construcción, porque las paredes vivas también tienen un beneficio de reducción de carbono, ya que pueden secuestrar CO<sub>2</sub> en la biomasa vegetal y el sustrato; por lo tanto, las paredes vivas pueden considerarse una medida importante para la mitigación del cambio climático en entornos urbanos. Para ello, compararon paredes vivas y techos verdes, determinando el rendimiento de secuestro de CO<sub>2</sub> de las paredes vivas; encontrando que, las características de la planta y del

sustrato son los principales factores que tienen impacto tanto en el rendimiento energético como en el de CO<sub>2</sub>.

Según Amoatey et al. (2022), hubo un interés creciente en la aplicación de materiales de cambio de fase (PCM) en edificios, debido a sus propiedades de conservación de energía/almacenamiento de calor latente y su potencial para mejorar el confort térmico; por ello, utilizando cientos de artículos publicados de PCM en las bases de datos PubMed y Scopus, incluido un enfoque de búsqueda manual, demostraron que la incorporación de PCM en los edificios reduce satisfactoriamente la temperatura del aire en su interior, especialmente de aquellos ubicados en zonas de clima cálido, mejorando los niveles de confort térmico.

Galarza, et al. (2022), con el objetivo fue evaluar el acondicionamiento que determina el confort térmico en Instituciones Educativas de la Región Puno, pues observaron que, las escuelas carecen de termalismo y confort, por las bajas temperaturas existentes; utilizando una metodología experimental, ya que las mediciones se realizaron en situ, les permitió comparar y demostrar el uso de materiales pasivos en las aulas, logrando una eficiencia del 85% en el confort térmico.

Oliveira y Corvacho (2021), manifiestan que, para evaluar el confort térmico o la neutralidad térmica de una persona en un espacio interior determinado, es importante conocer su ubicación dentro de ese espacio; por tanto, para evaluar adecuadamente el confort térmico en las áreas cercanas al acristalamiento, se debe caracterizar el ambiente térmico interior para esta ubicación específica. Así, en los espacios interiores, de un salón de clases y una oficina, de un edificio escolar en diferentes períodos del año, observaron mayor variabilidad de las condiciones de confort en las inmediaciones de las paredes vidriadas en comparación con el centro de las habitaciones.

Por su parte, Foster (2021), investigó sobre la aplicabilidad de las técnicas de diseño pasivo, para promover el confort térmico y reducir el consumo de energía dentro de las aulas de una escuela pública, en clima tropical; aplicando un nuevo diseño, de modelo holístico, con métodos que cumplen con ASHRAE Standard 55, Thermal, demostró con éxito óptimas condiciones ambientales para los

estudiantes y personal de la escuela, con efectos climáticos locales que permiten un enfriamiento pasivo efectivo.

Su, et al. (2022), Basándose en datos de estudios de campo sobre el ambiente térmico interior de invierno de tres aulas con diferentes envolventes de edificios, comparó y evaluó el confort térmico de los estudiantes en relación a su salud; identificando que, un aula con masa térmica tiene un 31%, 34% y 9% más de tiempo que un aula sin masa térmica cuando la temperatura interior, alcanza los 16 °C, 18 °C y 20 °C, respectivamente, y tiene un 21,4% más de tiempo que un aula sin masa térmica, cuando la humedad relativa interior estuvo en el rango óptimo de 40% a 60%, en un clima templado, con un invierno templado y húmedo; planteando, además, que la adición de masa térmica a las envolventes de los edificios escolares debe considerarse como una estrategia para mejorar el ambiente térmico interior de invierno en el diseño y desarrollo de futuras escuelas.

Bao, et al. (2022), manifiestan que el reverdecimiento vertical tiene un efecto de enfriamiento y ahorro de energía significativo; sin embargo, las ventanas son el factor crítico que contribuye al ambiente térmico interior. En su estudio desarrollaron un dispositivo de sombreado verde vertical modular, introduciendo suministro de agua, selección de plantas y preparación del sustrato, observando que la mayor temperatura interior se puede reducir en 4 °C y reducir efectivamente la concentración de CO<sub>2</sub> (la tasa de absorción de CO<sub>2</sub> es del 53,1 %); asimismo, la temperatura interior es 2,6 °C más baja, mejorando la humedad interior, lo que tiene un efecto beneficioso sobre el confort térmico de los seres humanos.

Radić, et al. (2019), sostiene que las fachadas verdes y las paredes vivas de los sistemas de vegetación vertical están ganando cada vez más importancia como elementos de diseño de edificios sostenibles porque pueden mejorar el impacto ambiental de un edificio; sin embargo, se necesitan más estudios cualitativos, incluida la percepción humana del confort térmico, porque las mejoras en la calidad del aire, la reducción del ruido, los efectos positivos en la hidrología y los beneficios visuales necesitan muchas más pruebas empíricas, ya que los datos

de respaldo actuales son en su mayoría descriptivos y se basan en las similitudes con los techos verdes.

Finalmente, Trojanowska (2019), indica que las escuelas modernas necesitan ser energéticamente eficientes, de allí que, los edificios y locales escolares deben diseñarse como ejemplos vivos de la búsqueda de la sostenibilidad; además, los terrenos verdes de las escuelas tienen el potencial de convertirse en paisajes que afirman la salud.

A nivel nacional, García (2017), en una investigación sobre el confort adaptativo infantil según las estrategias bioclimáticas en escuelas de la selva baja peruana, encontró que los alumnos en ambientes de 29- 30 °C se encuentran en un nivel mínimo de confort, y, a pesar de ello, los resultados de los sondeos individuales muestran que, incluso con 30 °C, la mayoría de los estudiantes manifiesta tener niveles adecuados de confort. Ocupa et al. (2021), en un estudio de análisis térmico del mejoramiento de un aula escolar en Arequipa, determinó un rango de confort entre 17°C y 22°C. Cuzcano y Robles (2021), ensayó un modelo bioclimático de centros educativos para mejorar el confort térmico en zonas altoandinas del Perú; donde, del total de los encuestados, el 84.72% mostró una insatisfacción con respecto al confort térmico, logrando un confort térmico de hasta 19°C en los ambientes de los centros educativos. Rivera (2017), en su tesis: *“Efecto de la aplicación de un jardín vertical, en la mejora de las condiciones ambientales en la I.E Francisco Tejada Rojas, Moyobamba – 2017”*, utilizó dos aulas de las mismas proporciones, siendo una el grupo control y, la otra, el grupo experimental; durante cinco días, realizaron un muestreo, donde consiguieron las variables de humedad y temperatura, concluyendo que el jardín vertical produjo variaciones en la temperatura como también en la humedad.

Zeballos (2019), en su tesis: *“diseño de prototipo de muro vegetal, usando la especie Aptenia cordifolia y su efecto sobre la mejora de la calidad ambiental, en la ciudad de Tacna”*, con la finalidad de evaluar la disminución del nivel de ruido, concluyó que en el primer día de vigilancia diurna se registró una disminución de 3,38 dB y en la noche de 5,22 dB; el segundo día se registró una disminución de 1,7 dB, durante el día, y durante la noche de 5,77; el monitoreo se redujo en 2.66 dB en el día y 5.16 dB, en la noche.

De otro lado, De la Cruz (2020), para establecer las estrategias de diseño arquitectónico y lograr el confort térmico en los equipamientos educativos en el nivel primario de la provincia de Puno, utilizando el método Fanger y mapeo, concluyó que los materiales utilizados le permitieron evidenciar que las plantas de “totora” y “quillé” proporcionan el calor, y, que los materiales poseen pisos adecuados; sin embargo, los muros no son resistentes.

Por su parte, Huerta (2021), en su tesis, cuyo objetivo fue evidenciar la necesidad de mejorar el confort térmico, mediante estrategias de ventilación natural de espacios de la I.E. San Antonio, concluyó, que la institución educativa necesita confortabilidad térmica, y según el tipo de ventanas, la relación de abertura de ingreso y salida del aire, no tienen una óptima ventilación natural; sin embargo, una buena distribución de la parte interna permite disminuir su velocidad y produce expansiones y contracciones mediante poliestireno extruido, expandido.

Zeballos y Román (2020), en Tacna, instalaron un muro verde, para realizar comparación en los niveles de disminución de calor, y evaluar la percepción ambiental de un centro educativo. Para la instalación, utilizaron la *Aptenia cordifolia*, colocándola en los exteriores de los centros educativos, ubicando dos puntos de monitoreo para evaluar la reducción de calor; concluyendo que, los muros vegetales reducen los niveles de calor, pues sirven de barrera térmica, siendo esta especie utilizada una buena opción.

Meneses (2021), con el objetivo de estudiar el uso de las envolventes vegetales y cómo éstas condicionan el confort térmico del local de la municipalidad de Castilla en Piura, que estén dentro de los indicadores de parámetros ambientales, tales como la temperatura, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento, logró mejorar la calidad laboral de los funcionarios públicos en un ambiente más agradable, además de mejorar las diversas gestiones cívicas y administrativas de los ciudadanos; asimismo, también crear un hito arquitectónico en la región, al diseñar la primera edificación con este tipo de envolventes en el distrito y de esta manera mejorar el perfil urbano.

Vargas (2018), en su tesis, con el objetivo de determinar las características arquitectónicas de la envolvente, para satisfacer la necesidad de confort térmico en los pacientes de un centro de reinserción y capacitación juvenil en la provincia

de Cajamarca, demostró que existe una relación directa entre las características arquitectónicas de la envolvente y el confort térmico (calor específico, materiales, conductividad, humedad interior, inercia calorífica, radiación), ya que la información obtenida determinó la elección de los materiales para mejorar las condiciones térmicas dentro de los espacios.

Portocarrero (2021), en su trabajo de investigación realiza un análisis de la pérdida del confort térmico, sus causas y los factores por los cuales se da; así mismo, menciona cómo se debe mejorar el confort térmico dentro de las viviendas de tierra, como el adobe y el tapial, determinando las características de la arquitectura de tierra, que mejoran el confort térmico climático de una vivienda eco – sostenible, en Huancas, Chachapoyas; concluyendo que, para mejorar el confort térmico climático de una vivienda eco sostenible hay que mantener el diseño vernáculo de las viviendas de adobe, tapial y quincha; así mismo que, los materiales de acabado sean autóctonos de la zona y naturales, adicionando muros térmicos de tecnopor y colchones vegetales.

Herrera (2017), en su tesis, propone un planteamiento de uso de estrategias bioclimáticas orientadas al confort térmico para el diseño arquitectónico de un Centro de Diagnóstico y Tratamiento Alergológico en la zona rural de Simbal, tomando en cuenta los recursos climáticos y naturales de la zona, que incluyen criterios arquitectónicos de orientación, emplazamiento, ventilación e iluminación natural, que ayudaran a ofrecer una mejor calidad de vida al usuario.

Sánchez (2018), realizó un estudio, con la finalidad de determinar las Técnicas de Aislamiento Térmico que logran el Confort en la Institución Educativa Nivel Secundario y Técnico del Centro Poblado la Granja Porcón en Cajamarca, validó técnicas de aislamiento térmico que permitieron confort en las instalaciones, una orientación que permitió capturar mayor cantidad de radiación solar y el uso de los materiales propios de la zona.

Los muros vegetales, también conocidos como muros verdes, son una estrategia bioclimática cada vez más utilizada, gracias a los múltiples beneficios que ofrecen, enfocados en la mejora de la calidad del aire interior y en la regulación de la temperatura. Las paredes activas o muros verdes se unen al sistema de circulación de aire de la construcción. Unos ventiladores soplan aire a través de

la pared y luego es recirculada a través del edificio. Algunas paredes activas poseen superficies vidriadas a fin de que los efectos de los flujos de aire sean más predecibles. Las “paredes inactivas” o “pasivas” no tienen circulación de aire mecanizada, en vez de eso, están abiertas para promover, en la medida de lo posible, la libre circulación del aire (Monterrubio, 2022).

Los muros vegetales, paredes vegetales, muros verdes o green walls son la incorporación de vegetación en forma vertical, tanto en el exterior como en el interior de la edificación. Los muros vegetales exteriores son mucho más que una enredadera en la pared: son verdaderas paredes vegetales que protegen la fachada del edificio, y una nueva forma de hacer paisajismo en la ciudad. Este tipo de cubierta requiere de una tecnología especial y un sustrato tecnificado que permita el desarrollo de especies en condiciones especiales de disponibilidad de sustrato, riego y altura (Verde Activo, 2019). Existen diseños diversos, donde observamos algunos componentes característicos como color, siendo el verde el más representativo a pesar su diversa variedad las cuales aportan una sensación al ser humano en la calidad lumínica y bienestar emocional (García y Pérez, 2021). Entre las especies vegetales utilizadas, tenemos al cactus, trepadoras y flores ornamentales las cuales presentan sus propios tipos de especies vegetales autóctonas y foráneas. Entre ellas perteneciendo a la familia de las cactáceas tenemos a la *Suculenta Graptoveria*, la *Aptenia cordifolia*, y la especie “Buganvilla” de la clase trepadora (Viecco y Héctor, 2019). Cabe resaltar que los muros verdes son una instalación modular donde se van colocando plantas por cada módulo, estos pueden ser utilizados en diferentes espacios interiores y exteriores con la finalidad de tener un mejor nivel de confort térmico de manera sustentable y para mejorar la calidad del aire (Inarquia, 2022). Otro aspecto importante es que reduce los niveles de bulla, trabajando como un aislante sonoro natural, por lo que llega a generar ambientes libres de ruido exterior de tal manera no generaría ningún tipo de distracción dentro de los ambientes estudiantiles (Finanzas, s.f.). Asimismo, para su mantenimiento requiere un sistema de riego, iluminación y sustrato (Pereira, 2016), En el aspecto de iluminación, el aprovechamiento de los rayos del sol, en la mayoría de especies referenciadas, requiere un ambiente con sol para subsistir. (Rivas, 2020).

La Norma ISO 77301 define el confort térmico como *“esa condición de la mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”*. Según dicha norma, dos o más personas en una misma habitación podrán no coincidir en juzgar como confortables las condiciones térmicas del lugar, porque la sensación de bienestar es individual. Entre las variables climático/ambientales que influyen en la sensación térmica, se pueden nombrar: la temperatura del aire, la humedad relativa, la exposición a la radiación solar, la velocidad del movimiento del aire y la temperatura radiante de los objetos que nos rodean. Otras variables que también influyen dependen de aspectos personales como sexo, edad, constitución corporal, actividad, vestimenta, estado de salud y expectativas de confort, y además interviene el diseño de los edificios (Casabianca, 2019).

El confort térmico es la sensación que expresa la satisfacción de los usuarios de los edificios con el ambiente térmico. Por lo tanto, es subjetivo y depende de diversos factores. El cuerpo humano “quema” alimento y genera calor residual, similar a cualquier máquina. Para mantener su interior a una temperatura de 37°C, tiene que disipar el calor y lo hace por medio de conducción, convección, radiación y evaporación. En la medida como se acerca la temperatura ambiental a la temperatura corporal, el cuerpo ya no puede transmitir calor por falta de un gradiente térmico, y la evaporación queda como única forma de enfriamiento. Una de las funciones principales de los edificios es proveer ambientes interiores que son térmicamente confortables. Entender las necesidades del ser humano y las condiciones básicas que definen el confort es indispensable para el diseño de edificios que satisfacen los usuarios con un mínimo de equipamiento mecánico (Blender, 2015).

Al mismo tiempo la importancia del confort térmico nos lleva a relacionarlo por distintos campos, como el confort térmico el cual hace referencia al manejo de parámetros ambientales, el acústico por otro lado se toma en cuenta el acondicionamiento ambiental y la calidad lumínica en espacios. (Saldaña, 2018)

Los aspectos a considerar que dificultan la determinación de la comodidad térmica nos guían a analizar diversas variables como la temperatura que tiene el aire, las paredes, lozas, techos, humedad y velocidad del viento. A) La temperatura media del aire corresponde un mínimo valor de confort en invierno

llega a los 20 grados y en verano llega a un valor excedente de 25 grados. Por ende, un correcto confort, es cuando si la humedad llega a estar entre el 40 y 70%. La relación entre temperatura y humedad puede llegar a alterar nuestro bienestar. Si llegamos a mantener la humedad al punto de no exceder el límite máximo, con la temperatura incluso superior a 25 grados podríamos llegar a tener una sensación de confort positiva. (Gargallos, 2017)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

##### **Básica**

Porque permitió crear información sobre el uso de los muros vegetales, en la institución educativa Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes, y su efecto en el confort térmico.

##### Diseño de investigación:

Diseño no experimental, transversal, descriptivo (comparativo) y explicativo.

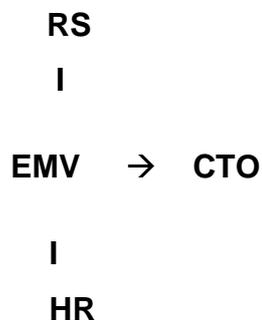
**No experimental**, en la medida que no se manipularon las variables en estudio.

**Transversal**, porque se realizó en el período comprendido entre enero y diciembre del año 2022.

**Descriptivo comparativo**, pues caracterizó el comportamiento de las diferentes especies que conforman el muro vegetal a implementar.

**Explicativo**, porque buscó interpretar los factores que generan el efecto de confort térmico, en las instalaciones educativas.

##### El modelo es el siguiente:



Dónde:

EMV: Estrategia de muros vegetales

CTO: Confort térmico observado

RS: Radiación solar

HR: Humedad relativa

### 3.2. Variables y Operacionalización

Las variables estudiadas fueron las siguientes:

#### **Variable independiente:**

Muros vegetales

#### **Variable dependiente:**

Confort térmico

#### **Descriptores**

- **Muros vegetales:**

- Dimensión 1: diseño

Indicadores: color y forma.

- Dimensión 2: especies vegetales

Indicadores: cactus, plantas trepadoras y flores.

- Dimensión 3: sistema constructivo

Indicadores: sistema modular, sistema hidropónico, sistema de cables trenzados y sistema plug-in.

- Dimensión 4: mantenimiento

Indicadores: sistema de riego, iluminación y sustrato.

- **Confort térmico:**

- Dimensión 1: condiciones ambientales

Indicadores: temperatura, humedad relativa y orientación;

- Dimensión 2: aulas de clase

Indicadores: materiales y ventilación.

En la tabla 2 (Ver anexos) se presenta la Operacionalización de las variables.

### 3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

#### Población

La población en estudio estuvo conformada por los docentes de la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes, y los arquitectos paisajistas hábiles en su colegio profesional, durante el período de estudio y, que, además, reunían las características idóneas para los fines de la investigación (experiencia en el campo de la implementación de muros vegetales).

#### Tabla 1

*Cantidad de docentes de la I.E. Cesar Vallejo*

Población	Cantidad
Población 1	68 docentes
Población 2	27 arquitectos paisajistas

#### Criterios de inclusión:

docentes de la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes, y profesionales en el área de la arquitectura.

#### Criterios de Exclusión:

Personal administrativo, personal de servicio, otros profesionales.

#### Muestra

Para el cálculo de la muestra se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{[d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q]}$$

dónde:

$N$  = total de población (docentes – arquitectos)

$Z$  = 1.96 al cuadrado (si la seguridad es de 95%)

$p$  = proporción esperada (en este caso 5% =0.05)

$q$  =  $1 - p$  (en este caso  $1 - 0.05 = 0.95$ )

$d$  = precisión (en su investigación use un 5%)

Entonces, aplicando la fórmula planteada, calculamos las muestras correspondientes:

En la población 1, la muestra mínima con la cual se va a trabajar es de **25 docentes**.

$$n = 68 * (1,96)^2 * 0.05 * 0.95 / [(0.05)^2 * (68-1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95]$$

**n= 25**

En la población 2, la muestra mínima con la cual se va a trabajar es de **20 arquitectos paisajistas**.

$$n = 27 * (1,96)^2 * 0.05 * 0.95 / [(0.05)^2 * (27-1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95]$$

**n= 20**

El tipo de muestreo que se empleó fue probabilístico aleatorio, ya que cualquier docente que cumpla con ciertas características como laborar en la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes; como también arquitectos.

### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

Se hizo uso de la técnica de encuesta, bajo la modalidad de cuestionario virtual, por lo cual se buscó obtener un tipo de información puntual de sujetos relacionados con el tema. Dicha encuesta fue aplicada a los educadores de la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes; como también a profesionales de la carrera de arquitectura, para poder obtener

información sobre el efecto de confort térmico por parte de los muros vegetales, implementados en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022.

Se elaboró un registro fotográfico, para evidenciar de manera objetiva, exacta y clara, la problemática presentada en la institución educativa publica Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes.

### **3.5. Procedimiento**

Como primer paso, se elaboró una encuesta para la recolección de datos, de manera virtual, por la plataforma de Google Forms. Se hizo una rápida presentación de la investigación, donde se les brindó puntual información. La encuesta es de carácter anónimo y voluntario.

Luego de haber elaborado la encuesta, se procedió a la difusión de los links por medio del director de la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes, quien estaba encargado de enviarle a los docentes; por otro lado, se contactó a profesionales en la rama de la arquitectura, a los cuales se les alcanzó de igual manera una encuesta virtual. La recolección de los datos regularmente se demoró un mes, mediante la prueba piloto. Al momento de llegar al objetivo de sujetos encuestados, se exportó los resultados a una base de datos en Excel, culminando con los análisis estadísticos pertinentes.

Finalmente, se elaboró la guía de observación y ficha de registro fotográfico, donde se presentaron datos reales y concisos del estado de la institución educativa publica Cesar Vallejo, El tablazo – Tumbes. Dichos datos fueron obtenidos con la herramienta de Google Maps o Google Earth.

### 3.6. Método de análisis de datos:

Se aplicó la prueba piloto al 10% de la muestra. La muestra fue de 68 docentes, de los cuales se escogió a 10; porque, el 10% de 68 es 6.8, considerándose, por razones de criterio, a 10 profesores de la institución educativa pública Cesar Vallejo, El tablazo - Tumbes. Para el análisis de las variables se empleó estadística descriptiva, tales como la medida aritmética, la mediana, la moda y la desviación estándar, las frecuencias y porcentajes.

### 3.7. Aspectos éticos

En primer término, esta investigación se realizará con personas (“no en personas”) por tanto se tendrá que observar los siguientes principios éticos:

**Respeto por las personas.** En este caso el personal de la empresa Plaza Victoria, que brindará información y colaborará en el desarrollo de este estudio, gozará de nuestra consideración y respeto en cada momento y circunstancia; desde el personal de planta, hasta el gerente o dueño de la empresa. Todo esto, traducido en el consentimiento informado, para darle al personal la capacidad de decidir voluntariamente y con la información adecuada, si desea participar o no en la investigación. Los participantes deben comprender totalmente los procedimientos a implementar.

**Beneficencia.** Sopesar los costos sociales que implica para los empleados de la empresa Plaza Victoria que participan en el estudio, con el beneficio que ellos obtendrán, así como la importancia del conocimiento que van a adquirir. En cualquier caso, todos los costos se mantendrán al mínimo, y la salvaguarda del trabajador será nuestra principal responsabilidad.

**Justicia.** Todos los empleados de la Empresa Plaza Victoria, sean éstos, participantes o no de la presente investigación, tendrán la misma consideración y respeto; así como la oportunidad a integrarse, o prescindir de participar, en el momento que mejor lo desee. Los

costos y beneficios de este estudio son por igual para todos los trabajadores de la empresa.

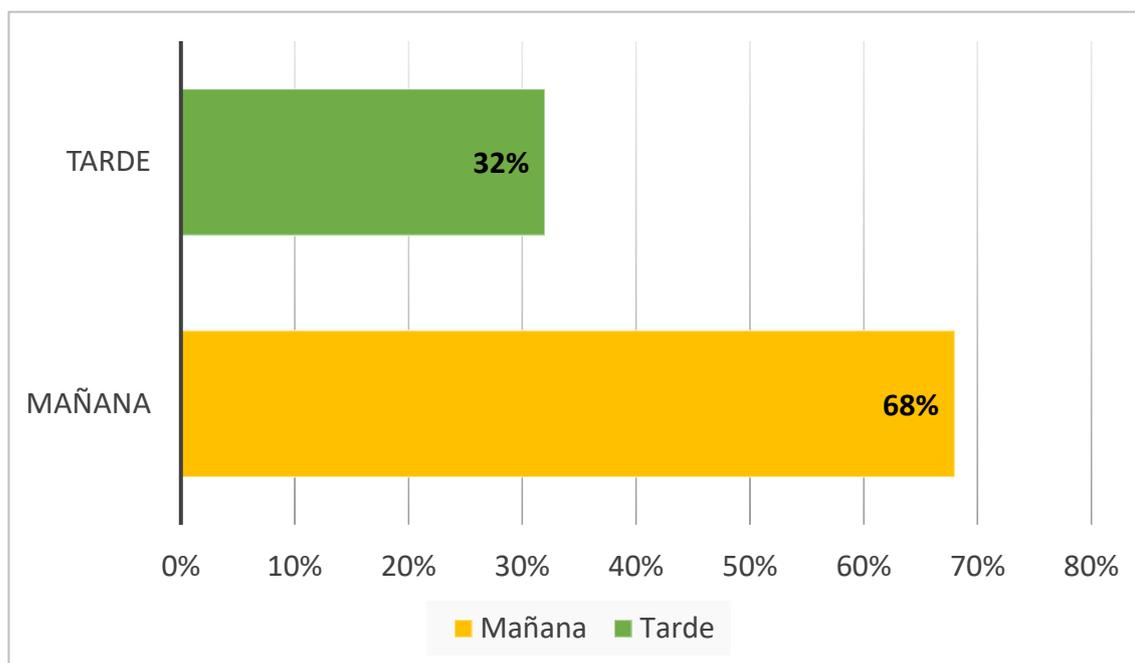
**Respeto a la autoría.** En este estudio propulsamos la protección de autoría, patente y originalidad, impulsando los principios éticos de la investigación. Citamos con derecho a las revistas científicas de alto impacto como a aquellas que están en formación. Respetamos las normas de redacción científica y referenciamos ineludiblemente a los autores de toda producción científica que hemos utilizado.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Condiciones térmicas en los ambientes de la institución educativa pública César Vallejo.

**Figura 1**

*Nivel de calor según el horario de clases, en las condiciones ambientales*

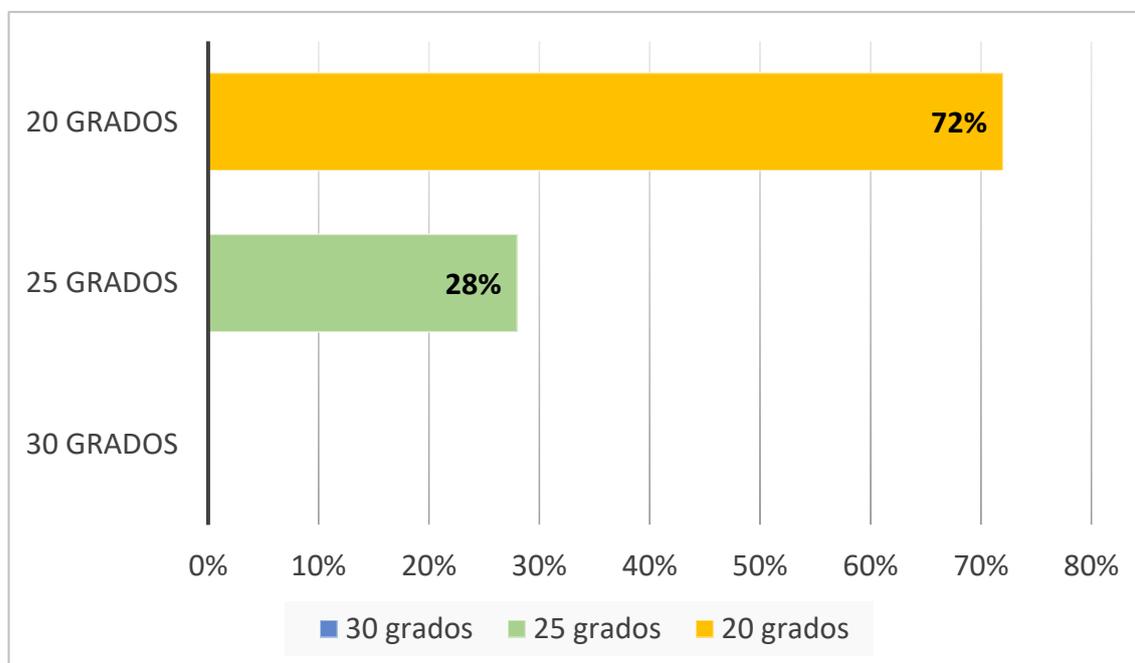


*Nota.* Base de datos.

Según la figura 1, el 68% de los docentes opinan que, en la mañana, durante el horario de clase, hace más calor; mientras el 32% restante opina que, en el horario de la tarde, el ambiente está por encima de los 25°C.

**Figura 2**

*Condiciones ambientales según la temperatura adecuada para un correcto desempeño escolar en la I.E César Vallejo.*

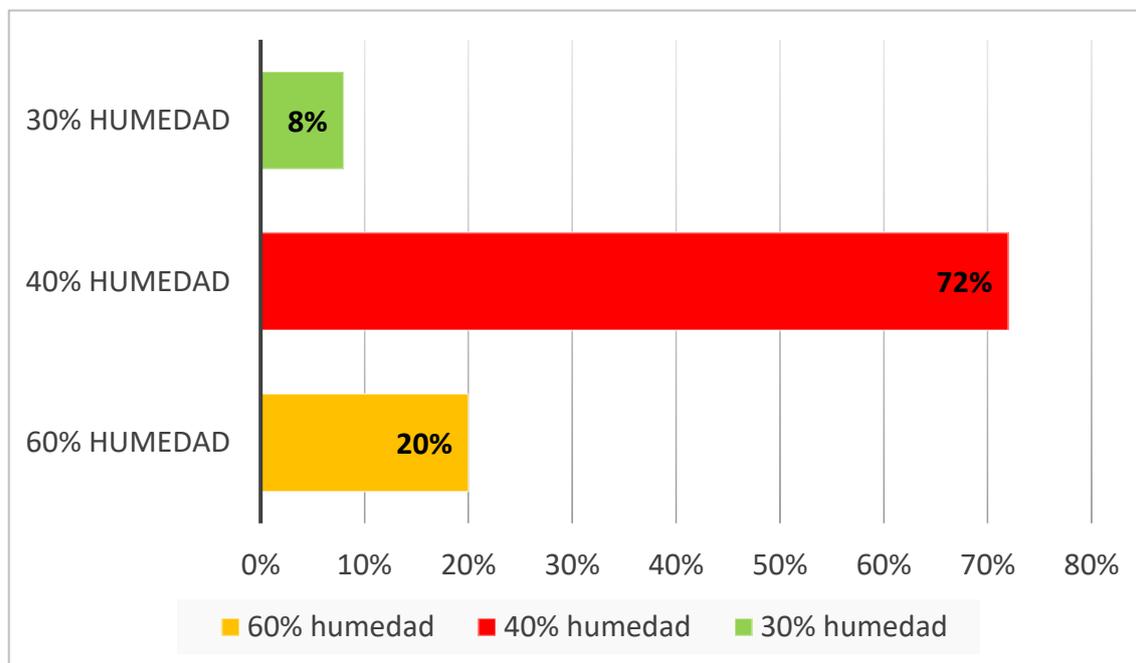


*Nota.* Base de datos.

En la figura 2 se observa que el 72% de los docentes considera la temperatura de 20° C, adecuada para el correcto desempeño escolar; mientras que, el 28% de los docentes estima a 25°C, la temperatura óptima para un buen desarrollo académico durante la clase.

**Figura 3**

*Porcentaje de humedad dentro de un aula de clase en la I.E. César Vallejo*

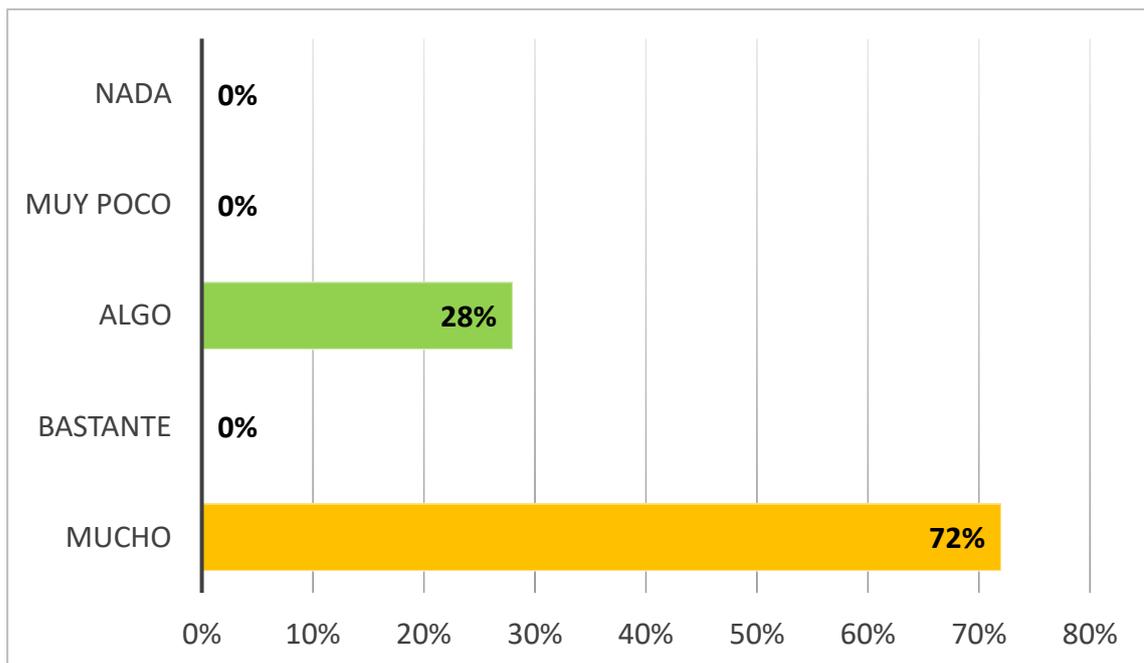


*Nota.* Base de datos.

La figura 3 muestra, en primer lugar, que el 72% de los docentes considera un nivel adecuado de humedad a 40%, en segundo lugar, el 20 %, considera al 60% de humedad, y, por último, el 8% de docentes afirma que el nivel correcto de humedad debe ser 30%.

#### Figura 4

*Impacto de la luz solar, sobre la concentración y aprendizaje de los estudiantes, durante el horario de clases*

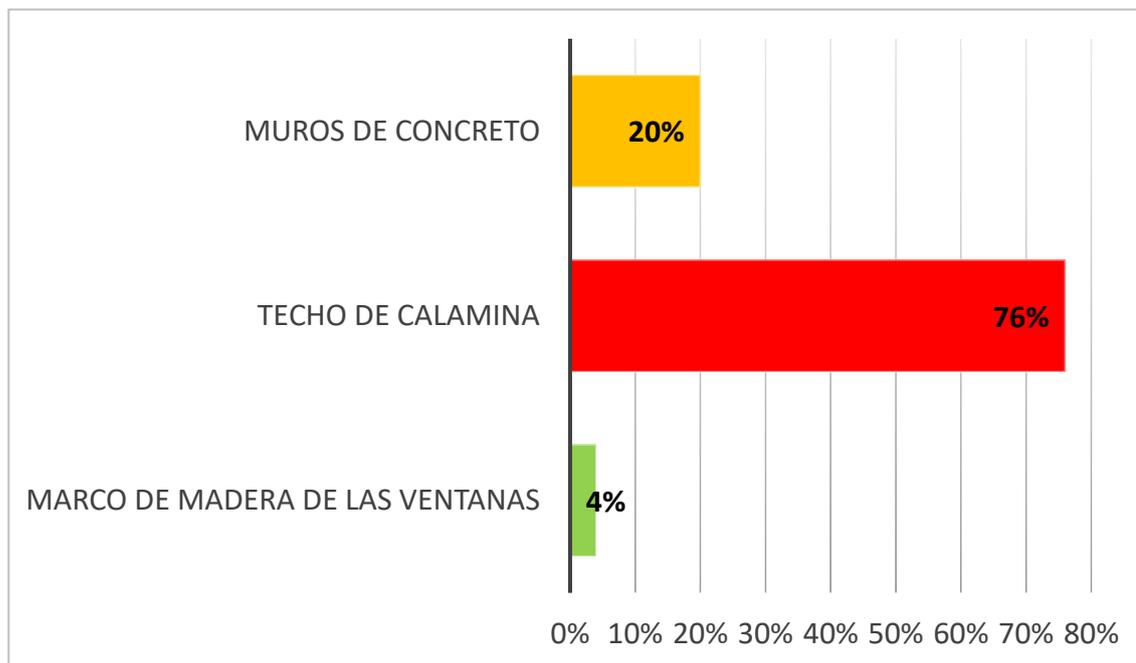


*Nota.* Base de datos.

Según la figura 4, el 72% de los docentes afirma que la luz solar directa afecta, en gran medida, la concentración y aprendizaje de los estudiantes, durante el horario de clase; mientras que el 28%, opina que la exposición a la luz, no les permite observar, claramente la pizarra acrílica o las imágenes que se proyectan sobre ella.

## Figura 5

*Materiales que generan calor en exceso dentro de las aulas de clase*

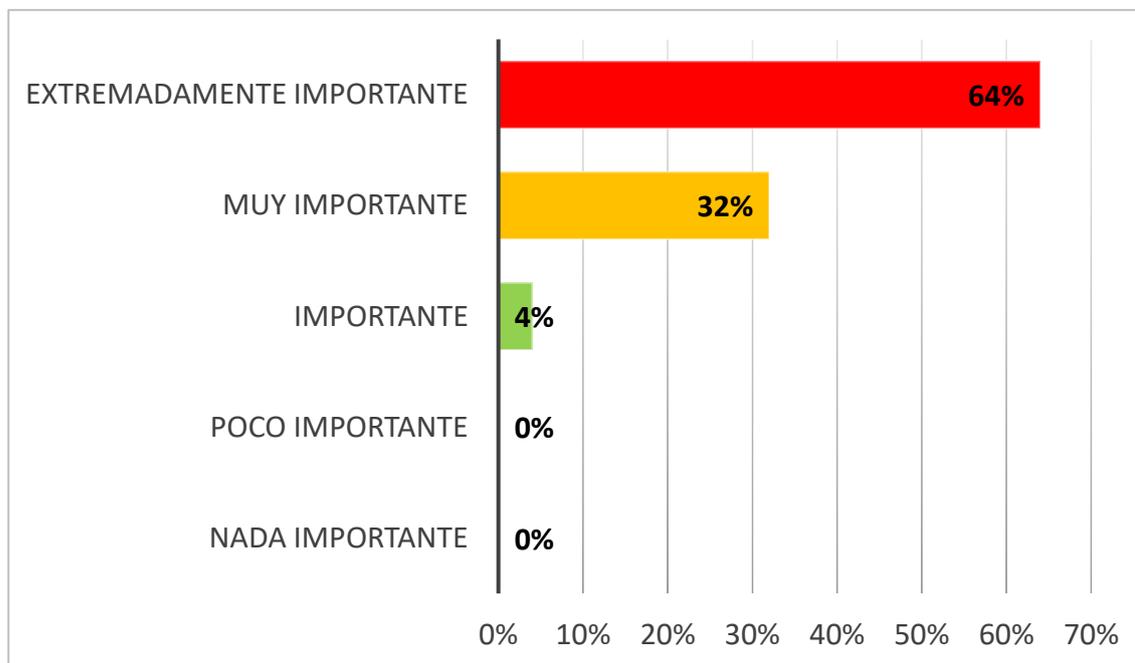


*Nota.* Base de datos.

En la figura 5 se observa, en primer lugar, que el 76% de los docentes indica al techo de calamina como el causante del excesivo aumento de temperatura dentro de las aulas de clase; en segundo lugar, el 20% piensa que el causante del calor en los ambientes de clase son los muros de concreto; por último, el 4% cree que la causa del problema son los marcos de madera utilizados en las ventanas.

**Figura 6**

*Ventilación en el aula de clase durante el proceso de aprendizaje en la I.E. César Vallejo*



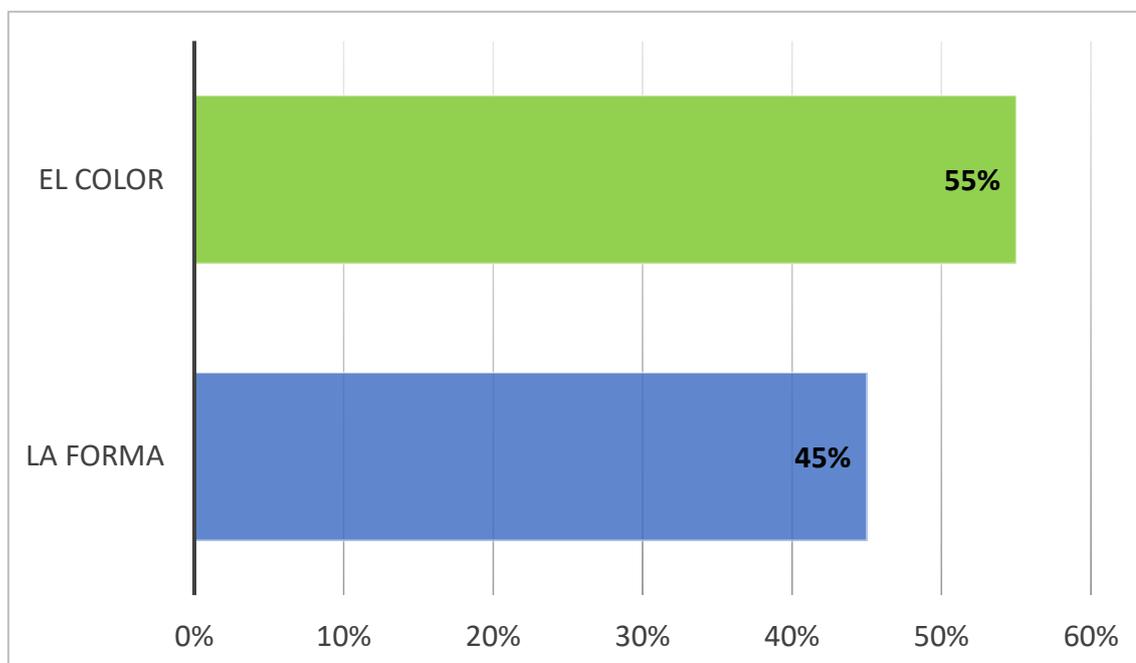
*Nota.* Base de datos.

La figura 6 muestra que el 64% de los docentes opina que es extremadamente importante tener un salón de clase ventilado durante el proceso de aprendizaje; el 32%, lo considera muy importante; por último, el 4% indican que es importante la ventilación en los salones de clase para poder potenciar el nivel de concentración y aprendizaje en los estudiantes.

4.2. Especie de planta natural apta para la implementación de muros vegetales en la institución educativa pública César Vallejo.

### Figura 7

*Impacto sensitivo en los estudiantes de la I.E. César Vallejo.*

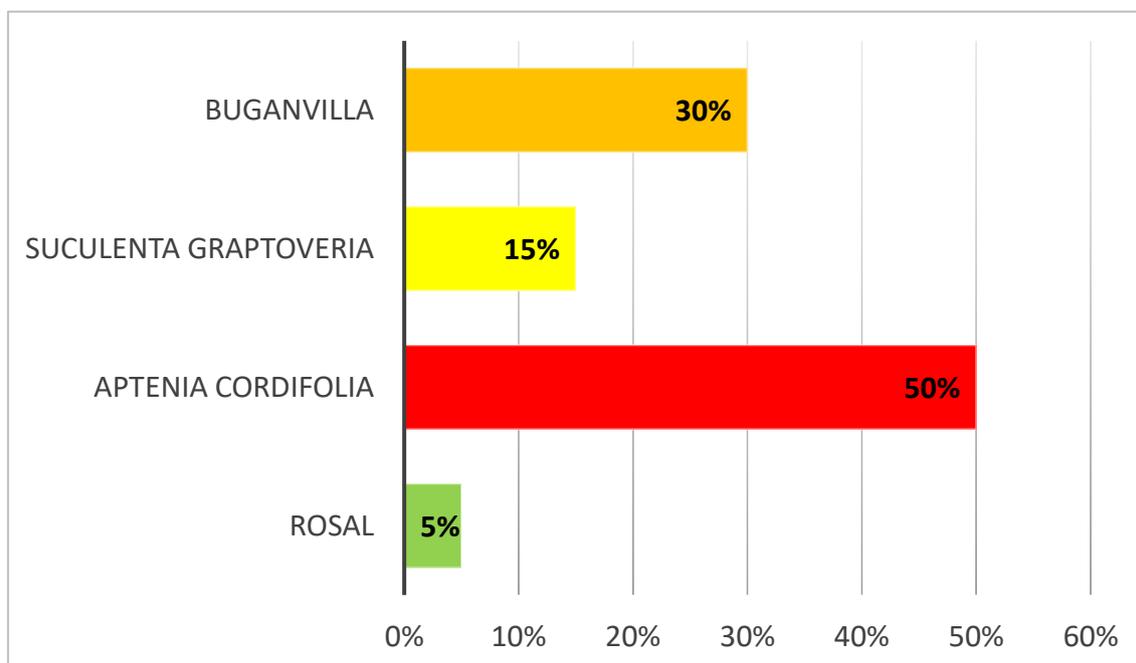


*Nota.* Base de datos.

Según la figura 7, el 55% de los arquitectos opinan que el color de las plantas genera un mayor impacto sensitivo en los estudiantes; mientras que el 45% indica que la forma es lo que genera el mejor impacto visual en los alumnos.

## Figura 8

Identificación de las plantas que se adaptan mejor al clima de la ciudad de Tumbes.

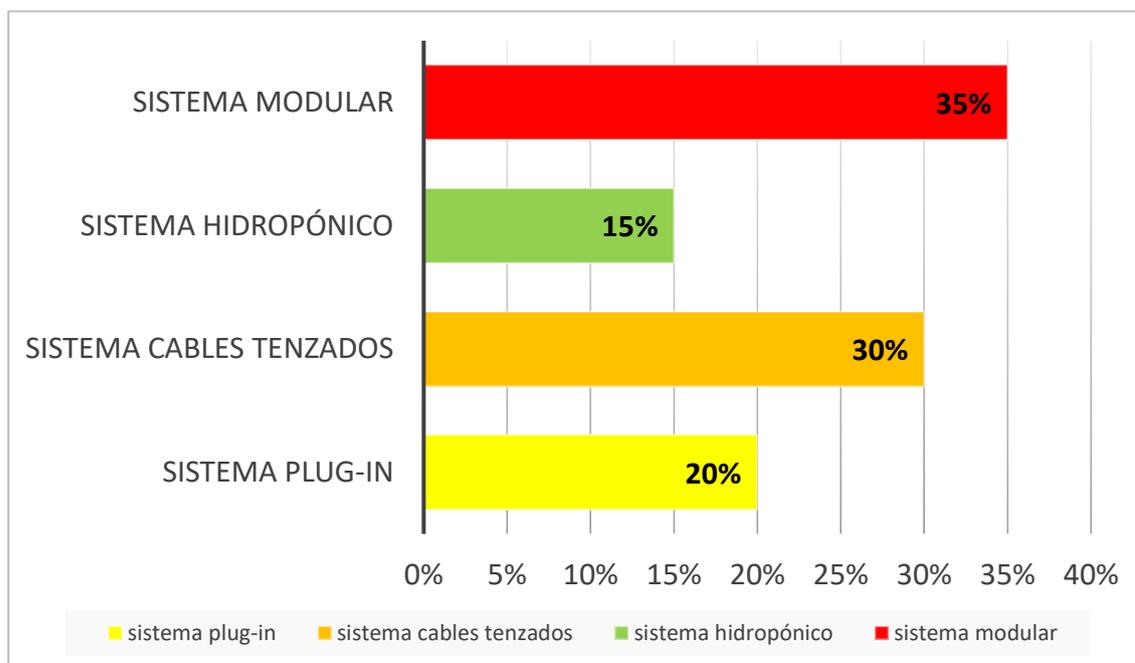


*Nota. Base de datos.*

La figura 8 muestra, en primer lugar, que el 50% de los arquitectos considera a la especie vegetal *Apnea cordifolia* con buena adaptabilidad con respecto al clima de la ciudad de Tumbes; en segundo lugar, un 30% consideró a la buganvilla como especie apta; en tercer lugar, el 15% tomó en cuenta a la suculenta Graptoveria; y, por último, un 5% opinó que el rosal sería una planta apta para la zona.

**Figura 9**

*Sistema constructivo apto para la implementación de un muro vegetal en la institución educativa César Vallejo*

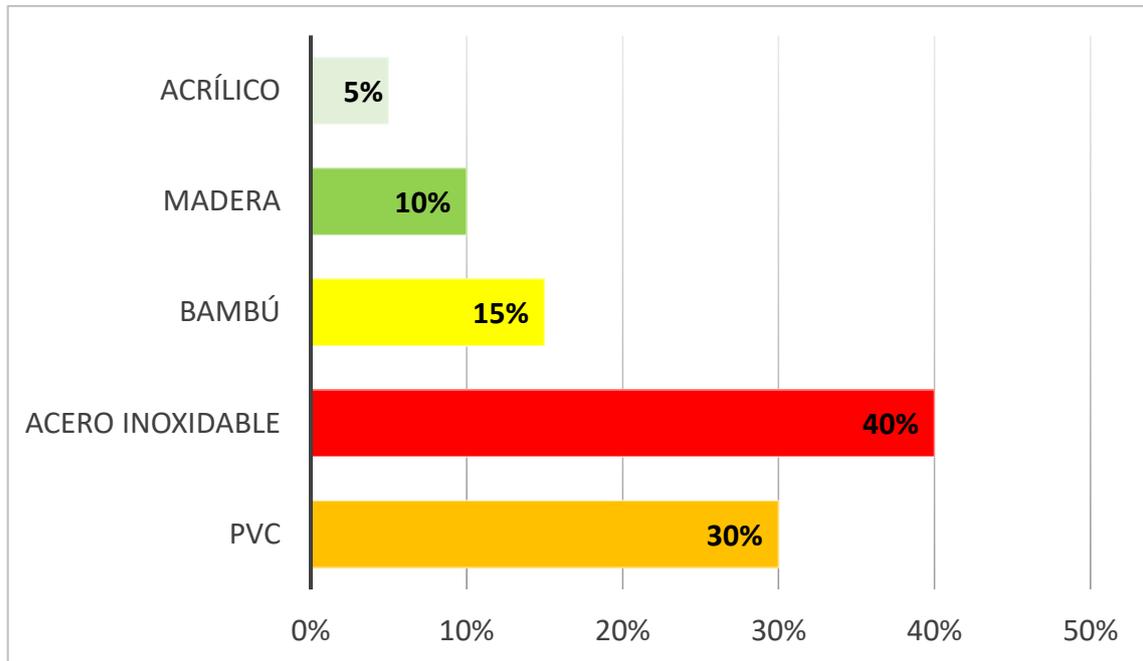


Nota. *Base de datos.*

Según la figura 9, el 35% de los arquitectos optaron por el sistema modular; el 30%, eligieron el sistema de cables tenzados; el 20% prefiere el sistema plug-in; y, por último, el 15%, recomendó el sistema hidropónico.

**Figura 10**

*Materiales aptos para la implementación de muros vegetales*

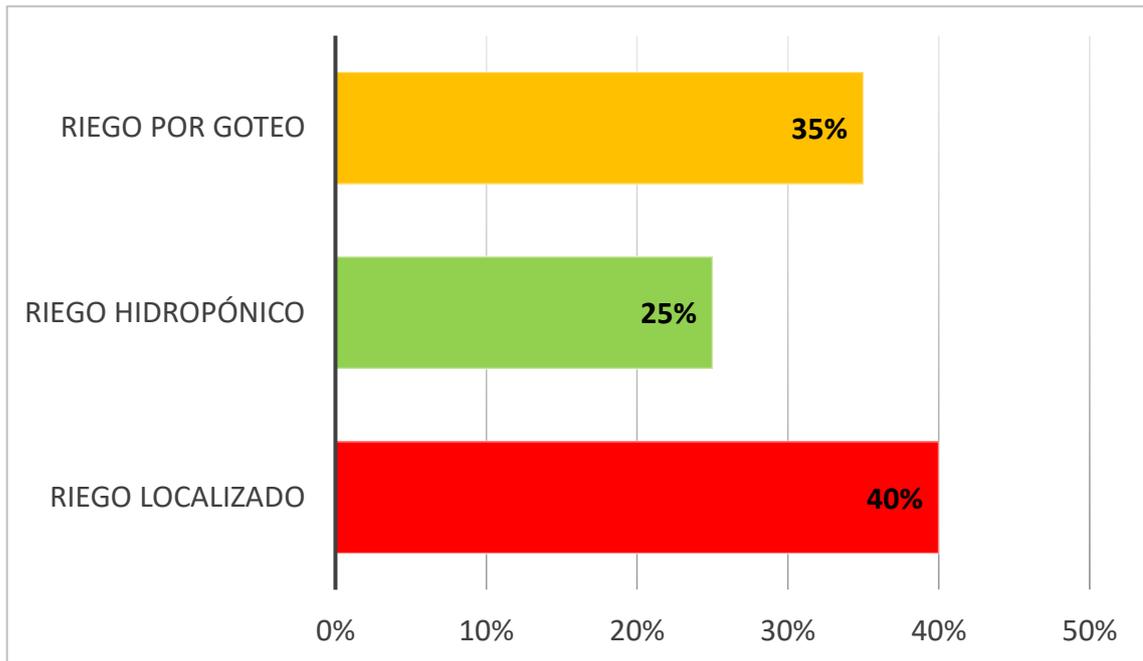


*Nota.* Base de datos.

En la figura 10 se observa, en primer lugar, que el 40% de arquitectos seleccionó al acero inoxidable, como un material apto para la implementación de muros vegetales; en segundo lugar, un 30% eligió al PVC; en tercer lugar, para el 15% está el bambú; en cuarto lugar, el 10% se escogió la madera; y, por último, un 5% consideró al acrílico como material apto.

**Figura 11**

*Opciones del tipo de riego*

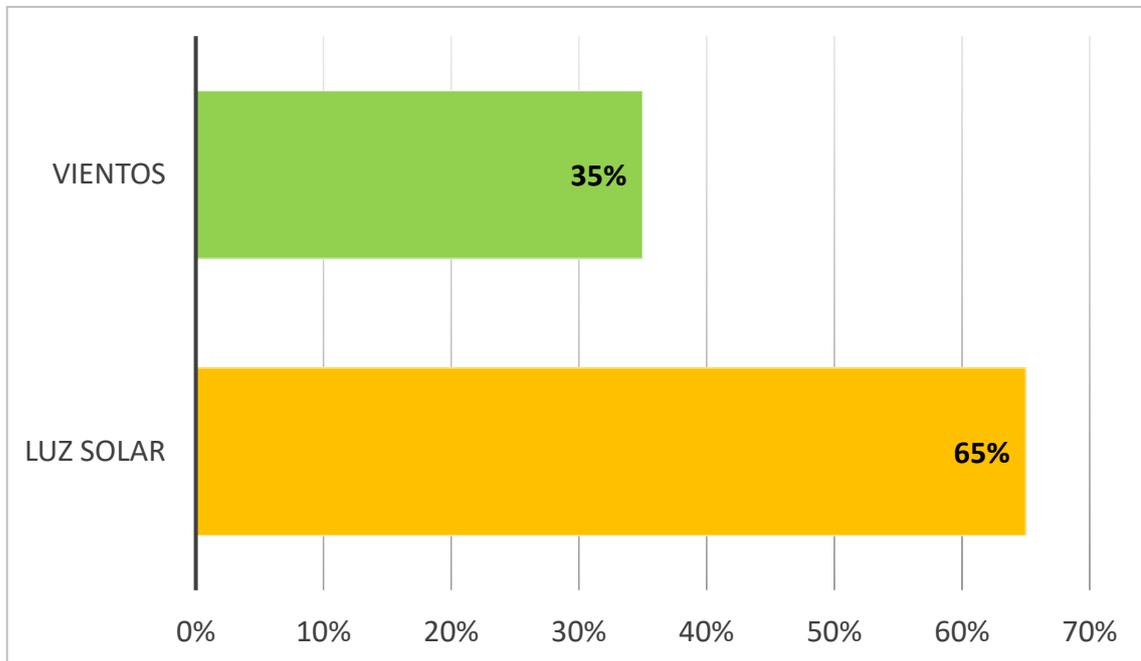


*Fuente: elaboración propia*

El gráfico N° 11 indica que, el 40% de los arquitectos encuestados, opinan que el mejor tipo de riego es el localizado; en segundo lugar, para un 35% está el riego por goteo; y, por último, un 25% optó por el riego hidropónico.

**Figura 12**

*Factores que se toman en cuenta para la ubicación de un muro vegetal*

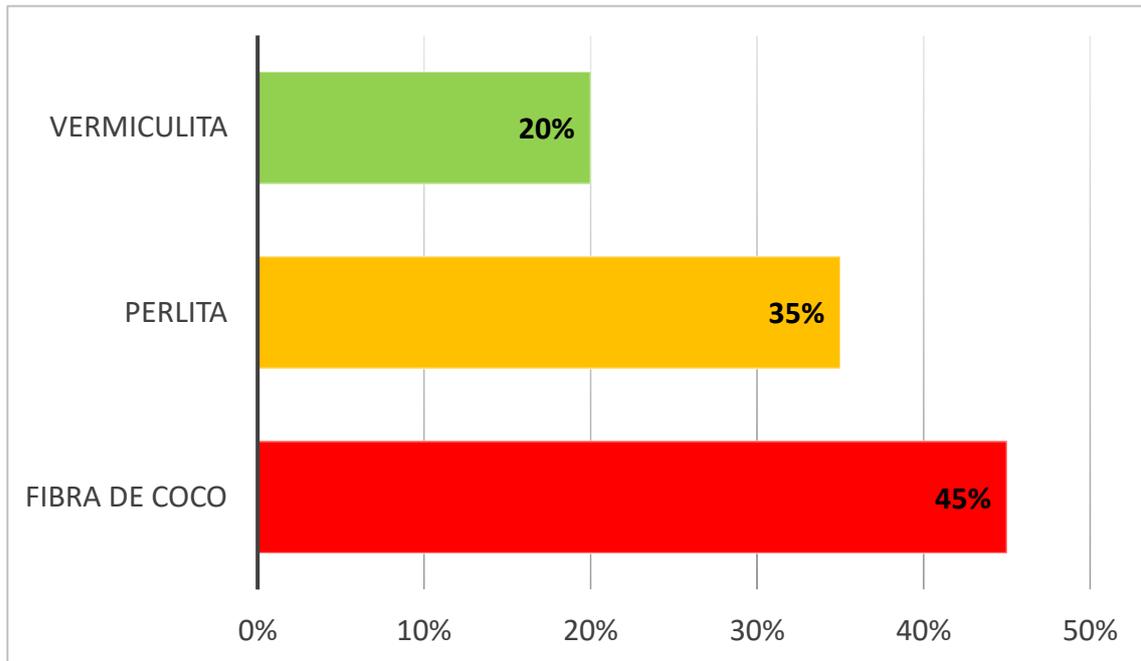


*Nota.* Base de datos.

Según la figura 12, el 65% de los arquitectos opina que el principal factor para la ubicación de un muro vegetal está relacionado con la dirección de la luz solar; por otro lado, el 35% de ellos indicaron que la principal razón para ubicar los muros vegetales es en base a la dirección del viento.

**Figura 13**

*Identificación de sustrato adecuado para ser utilizado en un sistema de muro vegetal*



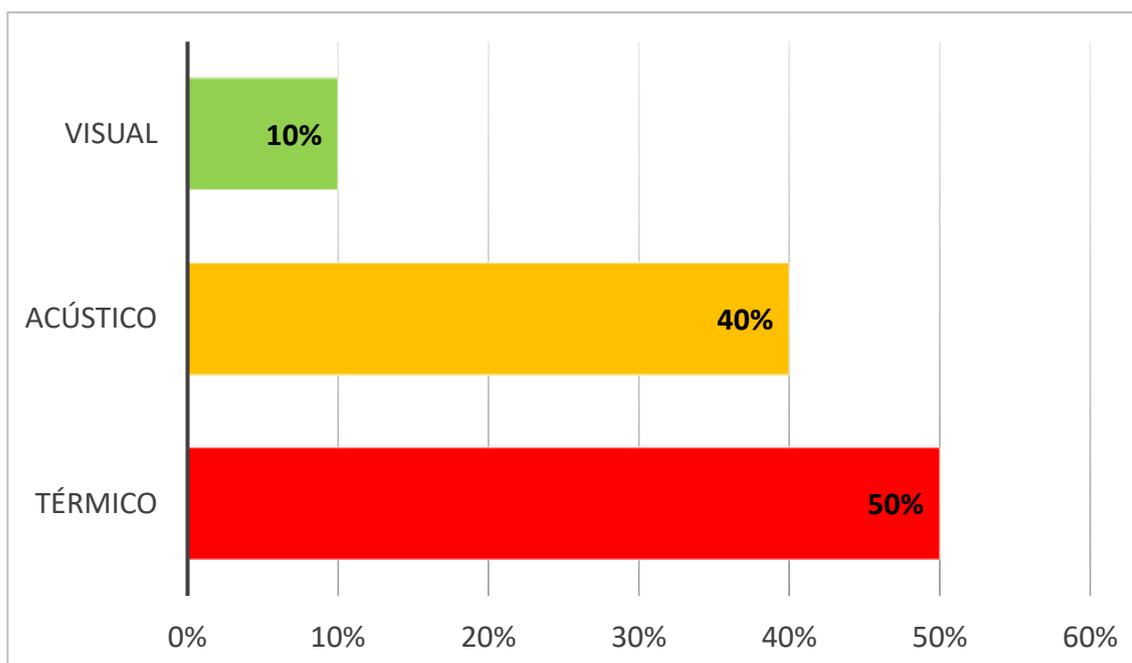
*Nota. Base de datos.*

De acuerdo a la figura 13, en primer lugar, se observa que el 45% de los arquitectos seleccionaron a la fibra de coco, como un buen tipo de sustrato para el muro verde; en segundo lugar, para un 35 % está la perlita como posible opción de sustrato; y, por último, un 20% se inclinó por la vermiculita.

#### 4.3. Beneficios de los muros vegetales en la institución educativa pública César Vallejo.

**Figura 14**

*Principal beneficio de los muros vegetales con respecto al aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa Cesar Vallejo, el tablazo -Tumbes 2022*



*Nota.* Base de datos.

Según figura 14, en primer lugar, el 50 % de los arquitectos afirma que el beneficio térmico que se obtiene con la implementación de los muros vegetales, está estrechamente relacionado con el aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes; de otro lado, el 40% indica que el beneficio acústico es el que está más ligado a este concepto; y, por último, el 10% opina que tiene mucho que ver el beneficio visual con el beneficio de los muros verdes.

## V. DISCUSIÓN

Es muy importante mencionar que, en términos generales, los aspectos investigados en la presente investigación han sido estudiados también por diversos expertos nacionales e internacionales; sin embargo, es necesario aclarar que los indicadores planteados en esta tesis son, por así decirlo, “*de carácter cualitativo*”. De allí que la discusión se hace, también, en base a los hallazgos relacionados a los beneficios del uso de los muros verdes y a indicadores cuantitativos de radiación solar, humedad, ventilación, entre otros aspectos; más no, en función a la preferencia por los materiales utilizados o al impacto en los involucrados. Los estudios sobre esto último son muy escasos, sin embargo, tienen mucho contenido y enfoque socio económico y ambiental.

### **Identificar las actuales condiciones de confort térmico en los ambientes de la institución educativa pública César Vallejo.**

El nivel de calor según el horario de clases, en las condiciones ambientales, para la mayoría de docentes es, en la mañana, durante el horario de clase, donde hace más calor; mientras otro número menor opina que es en el horario de la tarde, donde el ambiente está por encima de los 25°C, temperatura superior a la planteada por Ré et al. (2017). De otro lado, según la temperatura adecuada para un correcto desempeño escolar, la gran mayoría considera la temperatura de 20° C, la adecuada, la misma que es ligeramente inferior a la indicada por Rincón-Martínez (2022), quien, además, estima un rango de confort térmico entre 17,7°C y 22,7°C, temperaturas cercanas a las planteadas por Cuzcano y Robles (2021), así como por Ocupa et al. (2021); mientras que, un menor número de docentes estima a 25°C, la temperatura óptima para un buen desarrollo académico durante la clase, coincidente con lo planteado por Del Campo y Bojórquez (2021), y Noya (2019), en cuanto al número de usuarios entrevistados; e inclusive que, a una temperatura 30°C, los alumnos se encuentran a un nivel mínimo de confort, tal como lo indica García (2017) . Respecto al porcentaje de humedad dentro de un aula de clase en la I.E. Cesar Vallejo, el mayor número de docentes considera 72% un nivel adecuado de humedad, un regular número de ellos estima que es 40%, mientras que un menor número, considera al 60% de humedad, y, por último, muy pocos docentes

afirman que el nivel correcto de humedad debe ser 30%. En cuanto al Impacto de la luz solar, sobre la concentración y aprendizaje de los estudiantes, durante el horario de clases, la mayoría de los docentes afirma que la luz solar directa afecta, en gran medida, la concentración y aprendizaje de los estudiantes, durante el horario de clase; mientras que un menor número, opina que la exposición a la luz, no les permite observar, claramente la pizarra acrílica o las imágenes que se proyectan sobre ella.

De otro lado, en cuanto a los materiales que generan calor en exceso dentro de las aulas de clase, la mayoría de docentes indica al techo de calamina como el causante del excesivo aumento de temperatura dentro de las aulas de clase; un menor número, piensa que el causante del calor en los ambientes de clase son los muros de concreto; por último, unos cuantos creen que la causa del problema son los marcos de madera utilizados en las ventanas. Sobre la ventilación en el aula de clase durante el proceso de aprendizaje en la I.E. César Vallejo, la mayoría de docentes opina que es extremadamente importante tener un salón de clase ventilado durante el proceso de aprendizaje; un regular número, lo considera muy importante; por último, muy pocos indican que es importante la ventilación en los salones de clase para poder potenciar el nivel de concentración y aprendizaje en los estudiantes.

Los resultados de la presente investigación coinciden con los encontrados por Nouh (2020), pues en su estudio logró evidenciar que los alumnos, el 30% de su vida, lo pasan en sus colegios, de lo cual, el 70% están en su salón de clase; por ello, los salones de clase deben contar con ambientes interiores confortables para brindar calidad. Asimismo, concuerdan con lo de Carvajal et al. (2017), quienes precisaron que los muros vegetales captan más CO<sub>2</sub>, entre 25% y 60%, en la utilización de las fachadas vegetales. Además, tiene similitud con lo de Rivera (2017), quien indica que las temperaturas disminuyen de manera favorable con la implementación de los muros verdes o jardines, obteniendo mejores condiciones ambientales para el bienestar de los educandos. También, tiene semejanza con los estudios de Baez (2017), quien considera que la gran mayoría de instituciones educativas no cuentan con un buen tipo de ventilación

natural, ocasionando grandes gastos en aire acondicionado; proponiendo sistemas de ventilación natural para poder proporcionar una correcta calidad del aire en el interior de los salones de clase y así generar un mínimo consumo de energía, y disminuir la humedad y temperatura, tal como lo indica Rivera (2017).

De otro lado, los resultados de esta investigación son superiores a los encontrados por Zhao et al. (2021), Warren et al. (2021), Libessart y Kenai (2018), y Barrón y Navarro (2020), quienes, utilizando una metodología más sofisticada que la del presente estudio, no lograron establecer con claridad el impacto de los factores externos, costos sociales y crecimiento urbano, como lo refrenda Meneses (2021). Asimismo, superan a los resultados obtenidos por Santoso (2021) y Libessart y Kenai (2018), en cuanto a humedad relativa y conductividad térmica, respectivamente; probablemente, debido a que estos estudiosos realizaron sus experiencias en condiciones más extremas de temperatura ambiental.

En tanto, si bien es cierto que la metodología empleada en la presente investigación ha sido la pertinente, los resultados son inferiores a los obtenidos por Giraldo (2018) y Angulo (2020), quienes utilizaron una metodología semejante; esto, probablemente, asociado a los costos en que se incurre al implementar los muros verdes que, en nuestro medio es un factor limitante. En el mismo sentido, puede estar relacionado a la orientación de los locales escolares, respecto al sol, tal como lo sostiene Felices (2017), Herrera (2017) y Sánchez (2018); o, a decir de Day et al. (2021), puede ser producto de los impactos directos del cambio climático, tal como lo refrenda Galarza, et al. (2022) y Charoenkit y Yiemwattana (2016), para referirse a los efectos traumáticos de las bajas temperaturas; por ello, es pertinente tomar en cuenta las estrategias empleada por Su et al. (2022), Vargas (2018), De Oliveira, et al. (2021) y Portocarrero (2021), en cuanto a materiales y métodos utilizados en su investigación, y poder mostrar resultados técnica, económica y socialmente confiables.

Asimismo, teniendo en cuenta los resultados del presente estudio, y en consonancia con la de otros autores, podemos precisar que las instituciones educativas son de suma importancia, ya que favorecen la inserción de los niños

y jóvenes en la sociedad, de manera responsable, capaces de convivir con otras personas, a pesar de sus diferencias; donde se aprende diversas áreas del conocimiento, científicas y sociales. Esto llega a formar parte del acervo cultural del ser humano, que se ha generado a través del tiempo y transmitido generacionalmente, tal como lo indicado por la OMS (2018).

A partir de ello, se llega a identificar una estrecha relación entre lo que es el confort térmico y el proceso de aprendizaje en los estudiantes de la institución educativa Cesar Vallejo, en El Tablazo-Tumbes; ya que las altas temperaturas llegan a interferir con la capacidad de concentración de los estudiantes; esto es, por somnolencia, decaimiento y agitación, generando una serie de problemas en el proceso de aprendizaje, que, por irritabilidad y ansiedad, se traducen en disminución de la capacidad de atención, baja retención de memoria y de rendimiento; por otro lado, con respecto a la ventilación natural, ésta debe de ingresar de una manera correcta a los salones de clase, para que los estudiantes mejoren su nivel de aprendizaje dentro de su centro de estudios, así como lo manifiestan Arrojo (2019) y Bernal (2019).

### **Definir la especie de planta natural que mejor se adaptó para la implementación de muros vegetales**

Respecto al impacto sensitivo en los estudiantes de la I.E. César Vallejo, si en opinión de la mayoría de los entrevistados, el color de las plantas es lo que genera un mayor impacto sensitivo en los estudiantes, probablemente es, porque en el caso de escolares de educación básica regular, la decisión por escoger tal o cual color, es una cualidad inherente a su edad; mientras que, otro tanto manifiesta que es la forma lo que genera el mayor impacto visual en los alumnos, puesto que las cualidades de forma y color están asociadas de una u otra forma.

Puesto que las especies vegetales tienen diferentes principios de adaptabilidad, según la zona geográfica donde se encuentren, algunas plantas pueden llegar a tener mayor resistencia a los rayos solares, mientras otras necesitan de sombra para poder desarrollarse correctamente, sin llegar a presentar problemas durante su crecimiento, encuentra su fundamento con la de concepción de García et al., (2021), quien menciona los componentes característicos de color,

siendo el verde el más representativo, a pesar de su diversidad, que aportan una sensación al ser humano en la calidad lumínica y bienestar emocional; a su vez, la forma del muro requiere una proporción y estructura adecuada para el tipo de especie vegetal, con capacidad de adaptación al entorno urbano, delimitada según el tipo de función requerido; por consiguiente, la implementación de muros verdes está ligado a una serie de factores que se deben tomar en cuenta, como el color, la forma, la especie vegetal, la cual tendrá que ser resistente al clima del sector, como también si el tipo de planta tiene flores o no, ya que puede afectar tanto la estética, en el equipamiento, como también física y psicológica, al personal que labora y, desde luego, a los estudiantes. También concilia con la definición de San Juan (2014), en cuanto al confort térmico y las condiciones ambientales que permiten el construir ambientes confortantes y satisfactorios para cada individuo.

En cuanto a la identificación de las plantas que se adaptan mejor al clima de la ciudad de Tumbes, si la mitad de entrevistados consideró a la *Aptenia cordifolia* como la que mejor se adapta para formar muros verdes, es porque esta especie es la más abundante y de mayor uso en la zona. Si bien es cierto, la buganvilla es muy aparente para construir muros vegetales necesita de un buen material de soporte. La suculenta *Graptopoveria* es escasa en la zona y, por tanto, su uso necesita mayor inversión; por último, aun cuando el rosal es una planta muy aparente para la zona, más se la utiliza como planta ornamental.

Los resultados de la presente investigación concuerdan con la de Zeballos (2019), quien considera como aspecto importante el uso de *Aptenia cordifolia*, aunque disminuye más la temperatura durante la noche. Del mismo modo, estos resultados tienen similitud con los De Soto (2017), quien precisa que las plantas ornamentales como la “buganvilla”, que disminuye el estrés, mejora la concentración en los alumnos, entre otros beneficios. Sin embargo, existen otras especies que proporcionan bondades semejantes, a aquellas ensayadas en la presente investigación, tales como *Pentalinon luteum* y *Clitoria ternatea*, nombradas por Carvajal et al., (2017), Según Charoenkit y Yiemwattana (2016) y Bao, et al. (2022). También, la *Sansevieria trifasciata*, pero, en interiores, según Imam (2021); aunque no, con los mismos efectos para el clima de Tumbes, en el caso del musgo esfagno (*Sphagnum cristatum*), hiedra (*Hedera helix*) y la

enredadera de Virginia (*Parthenocissus quinquefolia*), tal como lo manifiestan Libessart y Kenai (2018).

Sin embargo, la metodología utilizada en la presente investigación ha permitido obtener resultados significativos que superan a los planteados por Zeballos y Román (2020), De la Cruz (2020) y Zeballos (2019); debido, probablemente, a que estos investigadores utilizaron especies vegetales no muy bien adaptadas al medio, en el establecimiento de sus muros verdes. Pero, como dice Radić et al. (2019), esto recién empieza y, ahí, la necesidad de realizar estudios más precisos y contundentes; aunque, esto, muchas veces necesita implementar metodologías muy sofisticadas y ambiciosas, tal como lo fundamenta Amoatey et al. (2022); claro está que, todos los aciertos de los resultados a obtener en futuras investigaciones, dependerán de la probabilidad estadística en el planteamiento de las hipótesis de estudio, y de la lógica del desempeño de los actores involucrados, tal como lo sostiene Shepherd (2021). Más aún, cuando se tiene que incorporar la variable: cambio climático, en el contexto o realidad problemática de los estudios, aspecto muy bien puntualizado por Schipper (2021). Por su parte, Imam (2021), Libessart y Kenai (2018), Barón y Navarro (2020), y Salazar (2017), obtuvieron mejores resultados, comparados con los planteados en la presente investigación, en la medida de que estos expertos utilizaron especies vegetales mejoradas, o exóticas, en la implementación de sus paredes verdes.

En términos de la arquitectura de los muros vegetales, los expertos entrevistados, en términos generales, dividieron sus expectativas respecto a los sistemas constructivos apto para la implementación de un muro vegetal en la institución educativa Cesar Vallejo. Unos optaron por el sistema modular, otro tanto por el de cables trenzados y otros cuantos prefirieron el sistema plug-in. No obstante, un grupo menor recomendó el sistema hidropónico. Pero, sea cual fuese el sistema, tiene que reunir las especificaciones técnicas mínimas, y las condiciones básicas climáticas locales, para lograr espacios confortables, con buena ventilación e iluminación natural y confort térmico, como lo indica Montonero (2018), y en la medida que los niños, a menudo, presentan sensaciones térmicas diferentes a las de los adultos, lo que debe tenerse en cuenta en el diseño de entornos educativos cómodos y energéticamente

eficientes, con impacto en la salud y bienestar de los estudiantes, según lo manifiestan Lamberti et al. (2021).

En cuanto a los materiales aptos para la implementación de muros vegetales, un buen número de entrevistados seleccionó al acero inoxidable, lógicamente, porque es un material más duradero; otro tanto eligió al PVC, en la medida que también siendo duradero, es más barato que el acero inoxidable; pocos se inclinaron entre el bambú y la madera, por ser éstos materiales que con la humedad del vegetal del muro y del medio ambiente, se deterioran fácilmente; y, muy pocos consideraron al acrílico, en la medida que es un material poco utilizado para estos fines. En tanto, Felices (2017) recomienda el empleo de materiales naturales; Barón y Navarro (2020) manifiestan que, la mejor vegetación empleada en el sistema de muro verde es el espárrago; y, De Oliveira, Angelkorte y Rochedo et al. (2021), y Galarza, et al. (2022), desarrollaron biomateriales, en la construcción de instalaciones educativas con cercos vivos o murallas verdes. Finalmente, Foster (2021), demostró que el uso de materiales pasivos en las aulas, generan una eficiencia del 85% en el confort térmico.

En las opciones del tipo de riego, un buen número de los encuestados, opinan que el mejor tipo de riego es el localizado, porque los muros vegetales son estructuras de alguna manera estáticas; otros tantos se inclinaron hacia el riego por goteo, que también es un riego localizado; y, un regular número optó por el riego hidropónico, coincidente con lo manifestado por Salazar (2017), con la salvedad de que los muros verdes son aptos para interiores.

Respecto a los factores que se toman en cuenta para la ubicación de un muro vegetal, la mayoría de los encuestados opinan que el principal factor para la ubicación de un muro vegetal está relacionado con la dirección de la luz solar, aspecto que es un sentido común en la mayoría de construcciones civiles y estructuras arquitectónicas alternativas; y, un regular número, indicaron que la principal razón para ubicar los muros vegetales está en función de la dirección del viento, argumento que no necesariamente tiene el mismo tenor, cuando nos referimos a la dirección de la luz solar.

En cuanto a la identificación de sustrato adecuado para ser utilizado en un sistema de muro vegetal, las opiniones se dividieron para seleccionar a la fibra de coco y la perlita, posiblemente, porque son sustratos un tanto semejantes en sus características de durabilidad; y, un número regular se inclinó por la vermiculita. Aunque, para otros entendidos en la materia, las bolas de arcilla y el sustrato de jardín e hidroponía, son buenas alternativas; tal como lo manifiestan Libessart y Kenai (2018), y Salazar (2017), respectivamente.

### **Determinar los beneficios de los muros vegetales, en el aumento de concentración y aprendizaje de los estudiantes de la I.E.P. César Vallejo.**

Tratándose del principal beneficio de los muros vegetales con respecto al aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes de la institución educativa Cesar Vallejo, el tablazo -Tumbes 2022, la mitad de los arquitectos entrevistados, afirmaron que el beneficio térmico que se obtiene, está estrechamente relacionado con el aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes, en la medida que el rendimiento escolar en el área de investigación se encuentra en la media, respecto al rendimiento nacional; un buen número, indica que el beneficio acústico es el que está más ligado a este concepto, lógicamente porque el ruido es un factor distractor y que causa molestia en los estudiantes, mucho más, cuando este es un ruido estridente y permanente; y, un menor número, opinaron que el efecto visual esté relacionado al beneficio de los muros verdes.

Teniendo en cuenta la condición en que se encuentra la institución educativa Cesar Vallejo, El Tablazo- Tumbes, se puede apreciar que, ésta, podría mejorar significativamente, si se decide implementar un sistema de muro vegetal en su fachada, ya que traería diversos beneficios, como la disminución de la temperatura dentro de los salones de clase, brindar un excelente confort visual, generar ambientes más saludables, disminuyendo los niveles de CO<sub>2</sub> en el ambiente, y también ayudaría con la reducción del ruido; todo esto generaría el aumento del nivel de concentración de los estudiantes en el horario de clase y por ende un mejor aprendizaje; aspectos que encuentran sustento en la definición de Domínguez (2020), quien precisa que, el aumento de temperatura,

a un nivel extremo, en espacios escolares, repercute en la calidad del aire, afectando la visualización y la comodidad de los estudiantes.

En tal sentido, se logró evidenciar que los muros vegetales son de gran importancia, puesto que reduce los decibeles y la temperatura, brindando confort térmico en los salones de clase de los estudiantes, tal como se plantea en los estudios De la Cruz (2020), quien considera que las áreas verdes reducen el índice de masa térmica, además es de vital importancia el uso de las tecnologías constructivistas, como la quincha, que posee un alto nivel de plasticidad, generando resistencia. De la misma manera, como lo fundamenta Huerta (2021), que logró evidenciar la utilización de espacios confortables, en estudiantes que tenían problemas de salud.

Por otro lado, encuentra coincidencias con lo de Saldaña (2018), en el sentido de que el confort térmico hace referencia a los parámetros ambientales tomados en cuenta para el condicionamiento ambiental y la calidad lumínica. De igual modo, es importante tomar en cuenta que, el confort térmico, no solamente es una condición inherente a los factores físicos ambientales, sino que, además, es una respuesta objetiva de los estudiantes frente a las condiciones de vida en general; sean estas, materiales, psíquicas, espirituales, políticas o de creencia, así como lo plantean Wullenkord et al. (2021) y Sloggy et al. (2021). Más aún, cuando entra en juego la problemática del cambio climático y el conflicto de intereses en la toma de decisiones para enfrentarla; situaciones que, por su propia naturaleza, son muy complejas, según lo indicado por Tui et al. (2021) y Guido et al. (2021), y relacionadas a los recursos económicos locales disponibles y el financiamiento como lo manifiestan Howart et al. (2021) y Khan y Munira (2021), respectivamente; el impacto y riesgo, planteado por I Schwaller y BenDor (2021), mitigación y adaptación, indicado por Ngoma et al. (2021), e incertidumbre, como lo asevera Lawrence et al. (2021); finalmente, dependerá, de igual modo, de las preferencias políticas, como lo refieren Gartner y Schoen (2021), para promover una educación arquitectónica de ciudadanos cosmopolitas, como lo propone Santanicchia (2022).

Es importante recalcar que, muchas veces los estudiantes, aun cuando no encuentran el confort, aceptan las condiciones ambientales de su entorno, las

mismas que impactan negativamente en la concentración y aprendizaje de los alumnos; aspectos claves, refrendado por Santoso (2021). De allí, la necesidad de diseñar aulas cómodas y energéticamente eficientes, con impacto en la salud y bienestar de los estudiantes, aunque estas sean más costosas; aseveraciones muy pertinentes, coincidentes con lo manifestado por Lamberty et al. (2021) y Domínguez, et al. (2020). Por último, si bien es cierto que para tener bienestar los costos económicos son mayores; pero, frente a ello, los costos sociales son menores, con óptimas condiciones ambientales y de salud, para los estudiantes y personal de la escuela, según lo remarca Foster (2021) y Trojanowska (2019), y mejor calidad de vida, a decir de García y Pérez (2021) y Herrera (2017).

## VI. CONCLUSIONES

1. Las actuales condiciones térmicas en los ambientes de la institución educativa pública Cesar Vallejo, están referidas a que, por la mañana, durante el horario de clases, la temperatura está alrededor de los 25°C; sin embargo, la temperatura de 22,5° C, es adecuada para el correcto desempeño escolar; asimismo, un nivel adecuado de humedad promedio de 43%; la luz solar directa afecta, en gran medida, la concentración y aprendizaje de los estudiantes, así como no les permite observar, claramente la pizarra acrílica o las imágenes que se proyectan sobre ella; el techo de calamina causa el excesivo aumento de temperatura dentro de las aulas de clase; y, además es importante la ventilación en los salones de clase para poder potenciar el nivel de concentración y aprendizaje.
2. La especie que mejor se adapta a las condiciones del ámbito de investigación, para la implementación de muros vegetales, es la especie vegetal *Apnea cordifolia*, seguido por la “buganvilla” y, la fibra de coco, pero como un buen sustrato; plantas naturales, bajo riego localizado o por goteo; asimismo, el color y la forma de la especie utilizada, impactan en la sensibilidad visual de los estudiantes; bajo un sistema modular o de cables trenzados, con un material apto para la implementación de los muros, en base a acero inoxidable o, en su defecto, PVC, y orientados en base a la dirección a la luz solar.
3. El beneficio térmico que se obtiene con la implementación de los muros vegetales, en la institución pública César Vallejo de El Tablazo-Tumbes, está estrechamente relacionado con el aumento de la concentración y aprendizaje de los estudiantes; y, el beneficio acústico, es el que está más ligado a estos beneficios.
4. El impacto de los muros vegetales, como estrategia de confort térmico, en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes, es muy significativo; en la medida que baja la temperatura, reduce el ruido,

disminuye la humedad y mejora la visibilidad, en los salones de clase de los estudiantes.

5. La implementación de muros vegetales en la IEP César Vallejo-El Tablazo, Tumbes 2022, es una estrategia significativa de confort térmico, en el aumento de la concentración y aprendizaje de sus estudiantes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Al Ministerio de educación, edificar o remodelar las instituciones educativas atendiendo a las exigencias geográficas y medioambientales de cada sector, del mismo modo, diseñando ambientes e instalaciones educativas que permitan la implementación de muros vegetales, con el objetivo de generar espacios interiores más frescos y confortables.
2. Al arquitecto diseñador, aplique adecuadamente los conocimientos básicos de diseño arquitectónico de una institución educativa aprovechando al máximo los principios de ventilación pasiva dentro de los ambientes educativos; tomando en cuenta la Norma A 0.40 del reglamento nacional de edificaciones, garantizando una correcta ventilación, buena acústica e impacto visual, normalizando los niveles de humedad relativa, y la adecuada ubicación de las ventanas en los salones de clase.
3. A los profesionales especialistas en implementación de jardines botánicos, para que tomen en cuenta los niveles de radiación solar que necesita cada especie vegetal; a los especialistas en Botánica, quienes orienten sobre el tipo correcto de sustrato que necesitaría cada especie vegetal, para su óptimo crecimiento.
4. A los directivos de instituciones de educación pública y privada, para que repliquen esta iniciativa en sus establecimientos, beneficiando a la comunidad educativa, en general.
5. A los investigadores, tesistas, para que ensayen y validen la metodología y resultados de este estudio, en otros ámbitos de la región.
6. A la academia y comunidad científica local y regional, para que socialicen los hallazgos de esta investigación.

## REFERENCIAS

- Amoatey, P; Al-Jabri, K.; Al-Saadi, S. (2022). Influence of phase change materials on thermal comfort, greenhouse gas emissions, and potential indoor air quality issues across different climatic regions: A critical review. *International Journal of Energy Research* (Review Paper). <https://doi.org/10.1002/er.8734>
- Angulo, M. (2020). *Evaluación del confort térmico en una vía por la implementación de un sistema de almacenamiento de aguas de lluvias dentro de muros exteriores de mampostería*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena] <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/11508?show=full>
- Arango, F. y Guevara, D. (2019.). *Aporte de los escudos verdes al confort térmico en viviendas vis en la ciudad de Medellín*. [Tesis de pregrado, Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia (EIA)]. <https://repository.eia.edu.co/handle/11190/2516>
- Bao S, Zou S, Zhao M, Chen Q, Li B. Experimental Study on the Modular Vertical Greening Shading in Summer. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(18), 11648. <https://doi.org/10.3390/ijerph191811648>
- Barón Martínez, M y Navarro Castillo, D. (2020). *Confort térmico en una unidad habitacional de muro verde con botellas pet versus una de techo verde, en un clima tropical*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena]. <http://hdl.handle.net/11227/11733>
- BH Concretos (2018). *La masa térmica de la concreta mejora la eficiencia energética de los edificios*. <https://medium.com/@bhconcretos/edificios-21788919c06e>
- Bernal, D. (2019). *Estrategias pasivas de ventilación natural en la envolvente de un modelo de edificación dotacional, para el mejoramiento del confort térmico en la ciudad de Bogotá*. [Tesis de Maestría, Universidad Católica de Colombia]. Archivo digital. <https://repositorio.ucatolica.edu.co/handle/10983/23360>
- Blender, María. (2015). *Arquitectura y Energía*. Portal de eficiencia energética y sostenibilidad en Arquitectura y edificación. Universidad Técnica de Hamburg-Harburg.

- <http://www.arquitecturayenergia.cl/home/arq-maria-blender/>
- Castillo Vega, J; García Castiblanco, A. (2018). *Ambiente de aprendizaje a Través de “muros verdes” para estudiantes de grado cuarto colegio psicopedagógico nueva generación*. [Tesis de pregrado, Universidad del Tolima]. <http://repository.ut.edu.co/handle/001/2964>
- Cabrera, M. (2016). *Construcción experimental de jardines verticales y su relación con el confort termo higrométrico en ambientes cerrados* [Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Marcos], <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/>
- Carbajal Avila, J., Rodríguez Rosales, A. A., Ávila Caballero, L. P., Rodríguez Herrera, A. L., & Hernández Cocoletzi, H. (2017). Captura de carbono por una fachada vegetada. *Acta Universitaria*, 27(5), 55-61. <https://doi.org/10.15174/au.2017.1388>
- Casabianca, Gabriela (2019). ¿Sabías que... existe una definición técnica de “confort térmico”? Centro Hábitat y Energía. Universidad de Buenos Aires. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/existe-una-definicion-tecnica-de-confort-termico>
- Charoenkit, Sasima & Yiemwattana, Suthat. (2016). Living walls and their contribution to improved thermal comfort and carbon emission reduction: A review. *Building and Environment*, 105, 82-94. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.05.031>
- Cuzcano, K. y Robles, B. (2021). *Modelo bioclimático de centros educativos para mejorar el confort térmico en zonas altoandinas* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4715/T030\\_73479833](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/4715/T030_73479833)
- Day, J., Chin, N., Sydnor, S., Widhalm, M., Shah, K. U., & Dorworth, L. (2021). Implications of climate change for tourism and outdoor recreation: an Indiana, USA, case study. *Climatic change*, 169(3-4), 29. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03284-w>

- D'Elia, M., Pilar, C., Morán, R. (2019). *Muros verdes para las condiciones ambientales de la región nordeste argentina. At arquitecto*. [Tesis de posgrado, Universidad de Buenos Aires] <http://dx.doi.org/10.30972/arq.0144150>
- De la Cruz, L. (2020) *Identificación de las estrategias de diseño arquitectónico para lograr el confort térmico en los equipamientos educativos de la provincia de Puno* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57565>
- de Oliveira, C.C.N., Angelkorte, G., Rochedo, P.R.R. *et al.* The role of biomaterials for the energy transition from the lens of a national integrated assessment model. *Climatic Change*, 167, 57. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03201-1>
- del Campo, F. y Bojórquez, G. (2021). Confort térmico en interiores y exteriores de espacio educativo en clima cálido semi-seco. *REVISTARQUIS*, 10, (1), 96-111. <https://doi.org/10.15517/ra.v10i1.45248>
- Domínguez-Amarillo, S.; Jesica Fernández-Agüera, J.; Minaksi, M.; Cuervo-Vilches, T. (2020). Overheating in Schools: Factors Determining Children's Perceptions of Overall Comfort Indoors. *Sustainability*, 12(14), 5772; <https://doi.org/10.3390/su12145772>
- Felices Puértolas, Rubén (2017). *Influencia de las estrategias pasivas de la envolvente en el confort térmico de un edificio bioclimático* [Tesis de Doctorado, Universidad politécnica de Madrid (UPM)]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.48351>
- Figueira, A., Faggi, A., & Portmann, J. G. (2017). Cubiertas verdes y jardines verticales. Comportamiento térmico y acústico de sistemas modulares. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente AVERMA*, 21, 13-24.
- Foster, Sidney (2021). *Designing an educational building for thermal comfort using passive design techniques in the hot and humid climate* [Tesis de Doctorado, Universidad de Hawai]. <http://dissertations.umi.com/hawii:10983>
- Galarza, M., Esenarro, D., Livia, J., y Segovia, E. (2022). Evaluation of the conditioning to determine their thermal comfort in the educational institutions of the Puno region. *3C Tecnología. Glosas de innovación*

aplicadas a la pyme, 151-165. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2022.specialissue9.151-165>

García Barragán, D. F., & Pérez Ramírez, F. J. (2021). *Implementación de un prototipo de granja vertical para el control y monitoreo del crecimiento de las plantas, haciendo análisis de imágenes, forma, tamaño y color utilizando internet de las cosas–Ibagué* [Tesis de pregrado, Universidad del Tolima].

<http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/4470/1/2021>

García, R. (2017). El confort adaptativo infantil según las estrategias bioclimáticas en escuelas de la selva baja peruana: colegios “12 de Abril” y “Rumococha”, San Juan Bautista, Loreto. *Investiga territorios* (6), 31-46.

<https://revistas.pucp.edu.pe>

Gareca, M; Villarpando, H. (2017). Impacto de las áreas verdes en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, 14, 877-892. [http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v14n15/v14n15\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/rcti/v14n15/v14n15_a06.pdf)

Gargallo, Sergio (2017). *¿Qué es el confort térmico? Arquitectura eficiente energética*. Recuperado de: <https://sgargq.com/que-es-el-confort-termico/>

Gärtner, L., Schoen, H. (2021). Experiencing climate change: revisiting the role of local weather in affecting climate change awareness and related policy preferences. *Climatic Change* 167 (31). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03176-z>

Giraldo-Castañeda, W.; Czajkowski, J.; Gómez, A. (2021). Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23 (1), 115-124.

<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2938>

Gómez Martínez, K. F. (2019). *Implementación de jardines verticales en el campus de la Universidad de Cundinamarca- Seccional Girardot* [Tesis de Doctorado, Universidad de Cundinamarca].

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2059>

González W. J. (2017). *Fachadas verdes, arquitectura alternativa y sostenible: aplicación y caso práctico en España*.

Guido, Z., Lopus, S., Waldman, K. et al. Perceived links between climate change and weather forecast accuracy: new barriers to tools for agricultural decision-making. *Climatic Change* 168, (9).

<https://doi.org/10.1007/s10584-021-03207-9>

- Guzmán, Y. E. (2018). *Fachada vegetal para la mejora del comportamiento térmico y acústico de edificaciones unifamiliares en República Dominicana* [Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2117/121562>
- Herrera, D. A. (2017). *Estrategias bioclimáticas orientadas al confort térmico para el diseño de un centro de diagnóstico y tratamiento alergológico en la zona rural de Simbal* [Tesis de Maestría, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <http://hdl.handle.net/11537/11687>
- Howarth, C., Lane, M. & Fankhauser, S. What next for local government climate emergency declarations? The gap between rhetoric and action. *Climatic Change*, 167 (27). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03147-4>
- Inarquia (30 de junio de 22). Especies usadas en Paredes Vegetales:<https://inarquia.es/fachadas-vegetales-sistemas-constructivos/>
- Khan, M.R., Munira, S. Climate change adaptation as a global public good: implications for financing. *Climatic Change*, 167 (50). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03195-w>
- Lamberti, G.; Salvadori, G.; Leccese, F.; Fantozzi, F.; Bluysen, P. (2021). Advancement on Thermal Comfort in Educational Buildings: Current Issues and Way Forward. *Sustainability*, 13(18), 10315; <https://doi.org/10.3390/su131810315>
- Laurent Libessart, Mohamed Amine Kenai (2018). Measuring thermal conductivity of green-walls components in controlled conditions. *Journal of Building Engineering*, 19, 258-265. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2018.05.016>.
- Lawrence, D.J., Runyon, A.N., Gross, J.E. et al. Divergent, plausible, and relevant climate futures for near- and long-term resource planning. *Climatic Change* 167 (38). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03169-y>
- López Benítez, T. (2016). *Jardines verticales* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/69118/>

- Meneses, A. M. (2021). *Uso de envolventes vegetales que condicione el confort térmico en el diseño de una Municipalidad distrital en Castilla - Piura* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/29977>
- Monterrubio, P. (2022). Muros vegetales alternativa para mejorar edificaciones. *Revista Digital Mundo HVAC&R*. Universidad Nacional Autónoma de México. [www.proyectotierra.com.mx](http://www.proyectotierra.com.mx).
- Montiel, I.; Mayoral, A.; Navarro, J.; Maiques, S.; Dos Santos, G. (2020). Linking Sustainable Development Goals with Thermal Comfort and Lighting Conditions in Educational Environments. *Educ. Sci.*, 10(3), 65; <https://doi.org/10.3390/educsci10030065>
- Montoya, O., & Viegas, G. (2020). Confort térmico en aulas escolares del trópico, a partir de la aplicación de estrategias de diseño bioclimáticas pasivas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Averma*, 23, 55-65.
- Morán, C. (19 de abril de 2018). *Jardines verticales, una solución de adaptación al cambio climático*. <https://www.tiempo.com/noticias/divulgacion/>
- Ngoma, H.; Lupiya, P.; Kabisa, M.; Hartley, F. (2021). Impacts of climate change on agriculture and household welfare in Zambia: an economy-wide analysis. *Climatic Change* 167(3-4). <https://repository.cimmyt.org/handle/10883/21750>
- Noya, A. (2019). *Evaluación de la percepción de confort térmico que tienen los estudiantes en el bloque 10 de la Universidad de la Costa* [Tesis de grado; Universidad de la Costa]. Barranquilla, Colombia. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/3238/1143147666>
- Ocupa, D.; Marcelo, C.; Molina, J. (2021). Análisis térmico del mejoramiento de un aula escolar en Yanaquihua, Condesuyos, Arequipa (3130 msnm). En XXVIII Simposio Peruano de Energía Solar y del Ambiente (XXVIII-SPES), 15-19.11.2021. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. <https://xxviiispes.perusolar.org/wp-content/uploads/2022/01/17.-Daniel-Ocupa.pdf>
- Olimpiada de ajedrez de 1939. (23 de septiembre de 2019). En Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Olimp%C3%ADada\\_de\\_ajedrez\\_de\\_1939&oldid=119643209](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Olimp%C3%ADada_de_ajedrez_de_1939&oldid=119643209)

- Oliveira, António M., & Corvacho, Helena. (2021). Application of thermal comfort assessment models to indoor areas near glazed walls - experimental evaluation. *Revista de la construcción*, 20(1), 106-127. <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.20.1.106>
- Organización Mundial de la Salud. (2018, 2 de mayo). *Calidad del aire y salud*. [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-airquality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-airquality-and-health)
- Pereira Fernández, J. (2016). *Fachadas vegetales: análisis del impacto medioambiental y aplicaciones*. <https://core.ac.uk/download/pdf/61919016.pdf>
- Pérez, N. (2017). *Respuesta térmica de edificaciones con envolventes vegetales: cubiertas verdes y fachadas verdes* [Tesis de Doctorado, Universidad de São Paulo]. <http://dx.doi.org/10.11606/T.18.2017.tde-08082017-165024>
- PLANDET (2021). Plan de desarrollo territorial y urbano de la ciudad de Trujillo. <https://www.cap-lalibertad.org/reglamentos>
- Pontificia Universidad Católica del Perú (2021). Causas del cambio climático. <https://www.pucp.edu.pe>
- Portocarrero, F. (2021). *Arquitectura de tierra para mejorar el confort térmico climático de una vivienda eco - sostenible, en Huancas - Chachapoyas 2021* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo (UCV)]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79880>
- Radić, M., Brković Dodig, M., & Auer, T. (2019). Green Facades and Living Walls—A Review Establishing the Classification of Construction Types and Mapping the Benefits. *Sustainability*, 11 (17), 4579. <https://doi.org/10.3390/su11174579>
- Ré, M. G., Filippín, C., & Lucas, I. B. (2020). *Niveles de confort térmico en aulas de dos edificios escolares del área metropolitana de San Juan. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-AVERMA*, 21, 37-48.
- Ré, M. G., Filippín, C., & Lucas, I. B. (2017). Niveles de confort térmico en aulas de dos edificios escolares del área metropolitana de San Juan. *Revista Argentina de microbiología*, 5, 108. <https://www.researchgate.net/publication/320711510>
- Rincón-Martínez, J. C. (2022). *Confort térmico en edificios educativos naturalmente ventilados: un estudio en bioclima templado-seco*. *Revista*

(Bogotá), 25(1). <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.3051>

Rivas-Sánchez, Y. A. (2020). *Eficiencia del uso de muros verdes para disminuir los efectos negativos de la pérdida de áreas verdes en las ciudades con el uso de materiales reciclados.*

<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/19295/>

Rivera, Jhon (2018). *Efecto de la aplicación de un jardín vertical, en la mejora de las condiciones ambientales en la I.E Francisco Tejada Rojas, Moyobamba – 2017.* [Tesis de pregrado, UCV].

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/19165>

S&P. (2021) “La importancia del confort térmico en los colegios”.

<https://www.solerpalau.com/es-es/blog/confort-termico-colegios/>

Salazar Cruz, Daniela (2017). *Diseño de jardines verticales en el interior de viviendas y la calidad de vida de los habitantes de la parroquia La Merced.*

[Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26160>

Saldaña León, C. A. (2018). *Criterios de confort ambiental y su incidencia en la optimización del espacio público recreativo de la urbanización California, distrito Víctor Larco, Trujillo.* [Tesis de pregrado, UCV].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/11780/>

Sánchez, J. Y. (2018). *Aplicación de técnicas de aislamiento para lograr el confort térmico en el diseño de la I.E Secundaria y Técnica - Granja Porcón, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].

Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

<http://hdl.handle.net/11537/21966>

Santanichia, M. (2021). *Becoming Cosmopolitan Citizen-Architects: An Educator's Reflections on Architectural Education Across the Nordic Baltic Academy of Architecture.* *Nordic Journal of Architectural Research.*

<http://arkitekturforskning.net/na/article/view/1265>

Santoso, E. I. (2021). *Improving the Thermal Comfort of Room through a Combination of Outdoor and Indoor Parks: Evidence from Indonesia* *University Academy of Strategic Management Journal*, supl. 20, 1-14.

<https://www.proquest.com/openview/>

- Santoso, E. I. (2015). *Effect of Vegetable Garden in the Vertical Indoor Thermal Comfortability*. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 5(5)113-123. <https://www.proquest.com/openview/>
- Schwaller, N.L., BenDor, T.K. Differential residential perspectives on in situ protection and retreat as strategies for climate adaptation. *Climatic Change*, 167 (42). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03055-7>
- Shepherd, T.G. Bringing physical reasoning into statistical practice in climate-change science. *Climatic Change*, 169 (2). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03226-6>
- Schipper, E.L.F., Dubash, N.K. & Mulugetta, Y. Climate change research and the search for solutions: rethinking interdisciplinarity. *Climatic Change*, 168 (18). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03237-3>
- Sloggy, M. R., Suter, J. F., Rad, M. R., Manning, D. T., & Goemans, C. (2021). Changing climate, changing minds? The effects of natural disasters on public perceptions of climate change. *Climatic change*, 168 (3-4), 25. <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03242-6>
- Stevens, R.; Petermans, A.; Vanrie, J. (2021). *A Human-Centred Strategy Explicating and Designing Hidden Programs in Architectural Design*. *Nordic Journal of Architectural Research*. <http://arkitekturforskning.net/na/article/view/1236>
- Su B, Jadresin Milic R, McPherson P, Wu L. Thermal Performance of School Buildings: Impacts beyond Thermal Comfort. *Int J Environ Res Public Health*, 19(10):5811. doi: 10.3390/ijerph19105811.
- Tui, S.HK., Descheemaeker, K., Valdivia, R.O. *et al.* Climate change impacts and adaptation for dryland farming systems in Zimbabwe: a stakeholder-driven integrated multi-model assessment. *Climatic Change*, 168 (10). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03151-8>
- Trojanowska, M. (2019). Paisajes que afirman la salud y arquitectura sostenible de las escuelas modernas. *Transacciones Técnicas*, 12 (4), 85–101. <https://doi.org/10.4467/2353737XCT.19.045.10357>
- Vargas, M. D. (2018). *Características arquitectónicas de la envolvente que satisfagan la necesidad de confort térmico en pacientes de un centro de reinserción juvenil en Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada

- del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.  
<http://hdl.handle.net/11537/13916>
- Verde Activo (2019). Muros vegetales. Cubiertas vegetales en las edificaciones. Empresa B Certificada. Santiago de Chile. <https://verdeactivo.cl/muros-vegetales/>
- Viecco, M., Vera, S., & Jorquera González, H. (2019). *Configuración de techos y muros verdes en edificaciones para disminuir la contaminación atmosférica urbana*. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería. <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/185>
- Warren, R., Hope, C., Gernaat, D. E. H. J., Van Vuuren, D. P., & Jenkins, K. (2021). Global and regional aggregate damages associated with global warming of 1.5 to 4 °C above pre-industrial levels. *Climatic Change*, 168 (3-4) <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03198-7>
- Wullenkord, M.C., Tröger, J., Hamann, K.R.S. *et al.* Anxiety and climate change: a validation of the Climate Anxiety Scale in a German-speaking quota sample and an investigation of psychological correlates. *Climatic Change*, 168 (20). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03234-6>
- Zhao, Y., Zhong, L., Ma, Y. *et al.* WRF/UCM simulations of the impacts of urban expansion and future climate change on atmospheric thermal environment in a Chinese megacity. *Climatic Change*, 169 (38). <https://doi.org/10.1007/s10584-021-03287-7>
- Zeballos, A., & Román, C. (2020). *Evaluación de muro verde en la disminución de ruido y su percepción ambiental en un centro educativo*. *INGENIERÍA INVESTIGA*, 2 (01), 246 - 253. <https://doi.org/10.47796/ing.v2i01.294>
- Zeballos, A. C. (2019). *Diseño de un prototipo de muro verde usando la especie *Aptenia cordifolia* y su efecto sobre la mejora de la calidad ambiental, en la ciudad de Tacna* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1247>

**ANEXOS:**

- Matriz para seleccionar el instrumento de recolección de datos

**Tabla 2**

*Operacionalización de variables de muros vegetales*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Muros vegetales	Un muro vegetal consiste en recubrir espacios internos o externos con especies vegetales de manera parcial o total, los beneficios que ello trae es la mejora estética en el espacio, la reducción de la temperatura interna, como también muchos más beneficios para el medio ambiente (Vintimilla, 2013, p. 19).	Esta variable consta de 5 dimensiones, las cuales son: beneficio, diseño, especies vegetales, sistema constructivo y condiciones; lo que permitió determinar si la implementación de muros vegetales puede llegar a ser una estrategia para llegar al confort térmico dentro de la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022. Para su medición se aplicó un cuestionario de 8 ítems y ficha de observación.	diseño	color forma Cactus plantas trepadoras flores	Nominal
	especies vegetales	especies vegetales	especies vegetales	plantas trepadoras flores	
	sistema constructivo	sistema constructivo	sistema constructivo	sistema modular sistema hidropónico sistema de cables trenzados sistema plug-in	
	mantenimiento	mantenimiento	mantenimiento	sistema de riego iluminación sustrato	

**Tabla 3**

*Operacionalización de variables de confort térmico*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Confort térmico	El confort térmico es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico; puede manifestarse como una sensación neutra del individuo con determinado ambiente térmico (Revueltas, Betancourt, Del Toro y Martínez ,2015)	Esta variable consta de 2	condiciones ambientales	temperatura	°C
		dimensiones, las cuales son:		humedad relativa	%
		condiciones ambientales y espacios arquitectónicos en aulas de clase lo que permitió determinar si la implementación de muros vegetales puede llegar a ser una estrategia para llegar al confort térmico dentro de la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022. Para su medición de aplicó un cuestionario de 6 ítems y ficha de observación.	aulas de clase	orientación	Nominal
				materiales	
			ventilación	Nominal	

- **Anexo 01.** Autorización de aplicación de instrumentos

### **CARTA DE PRESENTACIÓN**

Señor(a): ARQ. Paulo A. Alcalde ~~Apuestegui~~

Presente

Asunto: Validación de instrumentos a través de juicio de experto

Es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento, siendo estudiante del programa de investigación de la Universidad César Vallejo, en la sede Trujillo - promoción 2022, requiero validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación.

El título nombre del proyecto de investigación es: "Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022" y siendo imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas referente a gestión pública, arquitectura, paisajismo, planeamiento territorial, urbanismo y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Encuesta
- Anexo: Validez de contenido del instrumento de recolección de datos mediante juicio de expertos.

Expresándole mis sentimientos de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente



FIRMA

Huamán Meléndez, Diego  
Alejandro

DNI: 74217642

- **Anexo 02.**



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

**ENCUESTA DIRIGIDA HACIA ARQUITECTOS PAISAJISTAS  
CONOCEDORES SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE MUROS  
VEGETALES EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS-2022**

Estimado Arquitecto(a), Soy estudiante de la Universidad Cesar Vallejo, cursando actualmente el X ciclo, elaboré este cuestionario como instrumento de recolección de datos para el presente proyecto de investigación denominado "Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la institución educativa pública César Vallejo-El Tablazo, Tumbes 2022". Para ello, esta encuesta tiene como finalidad recopilar información en base a su conocimiento, percepción y valoración sobre el tema presentado.

Para cumplir ello le pedimos con total cordialidad responda con mucha certeza, y así poder obtener respuestas claras y concisas. Asimismo, esta información será manejada de manera anónima para una mejor profundización sobre el tema. Agradecemos de antemano su participación

**INSTRUCCIONES:** En las siguientes interrogantes que le presentamos, constan de alternativas en las cuales deberá marcar con un aspa (x) dentro del cuadrado (□) según su apreciación, asegúrese de marcar solo una respuesta por pregunta, y responder todos los ítems presentados.

Pregunta 1: ¿En el diseño de un muro vegetal cual crees que generaría un mayor impacto sensitivo hacia los estudiantes?

- Color
- Forma

## VALIDADOR



### VALIDACION DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS MEDIANTE JUICIO DE EXPERTOS

**TÍTULO DE LA INVESTIGACION:** "Arborización como sistema de tratamiento espacial en el entorno urbano paisajista de Salaverry - Trujillo - 2022"

APELLIDOS Y NOMBRES DEL ESPECIALISTA	CARGO O INSTITUCION	NOMBRE DEL INSTRUMENTO	AUTORES DEL INSTRUMENTO
ARQ. Paulo A. <del>Alcalde</del> <u>Opesstequi</u>	Arquitecto	CUESTIONARIO	Huamán Meléndez Diego Alejandro

#### Aspectos de Validación:

Coloque un ASPA (X) de acuerdo con la siguiente calificación: Inaceptable (0-70%), Mínimamente Aceptable (75-80%), Aceptable (85-100%).

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE				MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible											X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación										X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica										X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X
6. INTENCIONALIDAD	Es adecuado para valorar las categorías											X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos									X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los indicadores e ítems											X
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito de la investigación											X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra relación con los componentes de la investigación											X

- **Anexo 03.** Encuesta a Arquitectos

“Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la institución educativa pública Cesar Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022”

PREGUNTAS ARQUITECTOS

1- ¿En el diseño de un muro vegetal cual crees que generaría un mayor impacto sensitivo hacia los es

a)El color

b)La forma

2- ¿Cuáles son las plantas que mejor se adaptarían al clima de la ciudad de Tumbes?

a)Buganvilla

b)Suculenta graptoveria

c)Aptenia cordifolia

d)Rosal

3- ¿qué sistema constructivo sería el mas apto para la implementación de un muro vegetal en la institución educativa Cesar vallejo?

a)sistema modular

b)sistema hidropónico

c)sistema de cables trenzados

d)sistema plug-in

4- ¿Qué material cree que se debería utilizar en la implementación de muros vegetales en la institución educativa Cesar Vallejo?

a)acrílico

b)madera

c)bambú

d)acero inoxidable

e)pvc

5- ¿Cuál es el mejor tipo de riego, apto para un muro vegetal?

a)riego por goteo

b)riego hidropónico

c)riego localizado

6- ¿Qué es lo que se tiene que tener en cuenta para establecer la ubicación del muro vegetal ?

a)luz solar

b)vientos

7- ¿Qué tipo de sustrato considerarias el mas adecuado para utilizar en un muro vegetal?

a)Fibra de coco

b)perlita

c)vermiculita

8- entre los beneficios que tiene la implementación de un muro vegetal¿Cuál crees que sería la mas importante para potenciar el nivel de concentración y aprendizaje en los estudiantes de la institución educativa Cesar Vallejo?

a)térmico

b)acústico

c)visual

- **Anexo 04.** Encuesta a Docentes

“Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la institución educativa pública Cesar Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022”

PREGUNTAS DOCENTES

1- ¿ en que horario escolar se siente mas calor?

mañana

tarde

2- ¿ cual es la temperatura adecuada para un correcto desempeño escolar ?

20 grados

25 grados

30 grados

3- ¿Cuál cree usted que es un nivel de humedad adecuado para un aula de clase sea confortable?

30% de humedad

40% de humedad

60% de humedad

4- ¿ en que nivel crees que la luz solar directa afecta en el proceso de concentración y aprendizaje de los estudiantes?

mucho

bastante

algo

muy poco

nada

5- ¿Que material constructivo crees que es el principal causante del excesivo calor dentro del aula de muros de concreto

techo de calamina

marco de madera de las ventanas

6- ¿ cree importante la ventilación dentro del aula de clase durante el proceso de aprendizaje?

extremadamente importante

muy importante

importante

poco importante

nada importante



**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 Completa titulada: "Muros vegetales como estrategia de confort térmico en la institución educativa pública César Vallejo- El Tablazo, Tumbes 2022", cuyo autor es HUAMAN MELENDEZ DIEGO ALEJANDRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, 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 Completa 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, 28 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
SANCHEZ VASQUEZ CESAR JULIO <b>DNI:</b> 17810099 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7772-6799	Firmado electrónicamente por: CSANCHEZV17 el 28-11-2022 20:06:06

Código documento Trilce: TRI - 0458822