

Modelado y Estudio Térmico en TRNSYS de una Pared Verde en un Edificio Gubernamental del Municipio de Veracruz

Modeling and Thermal Study in TRNSYS of a Green Wall in a Governmental Building in the Municipality of Veracruz

V. Ortiz-Garcia, C.A. Sosa-Villalobos, G. Domínguez-Sánchez, A. Rodriguez-Andrade, E. Peñalvo-López, I. Valencia-Salazar
Maestría en Eficiencia Energética y Energías Renovables, Departamento de Ingeniería Eléctrica

INTRODUCCIÓN

Las soluciones basadas en la naturaleza, como las paredes verdes, son efectivas para enfrentar desafíos climáticos como el estrés térmico, las islas de calor y la contaminación. Las paredes verdes no solo reducen la transferencia de calor, sino que actúan como barreras acústicas, mejoran la calidad del aire al absorber CO2 y liberar oxígeno, y contrarrestan el efecto de isla de calor urbano. Además, aportan valor estético y bienestar psicológico, transformando los espacios urbanos en entornos agradables. La simulación térmica, utilizando el software TRNSYS, es clave para evaluar el rendimiento de las paredes verdes y su impacto en el confort térmico y la eficiencia energética, comparando las condiciones térmicas antes y después de su instalación (Nocera et al., 2024).

METODOLOGÍA

Se seleccionó un Sitio Gubernamental (SG) con el objetivo de promover la participación social en la implementación y mantenimiento de una Pared Verde. Como SG, se eligió un salón de clases con una población de siete personas. Se elaboró el Plano Arquitectónico utilizando AutoCAD, además de utilizar el software SketchUp para desarrollar el diseño de la Pared Verde.

Estructura de la Pared Verde

Se seleccionó la estructura de bambú como material base debido a sus propiedad sostenibles y estructurales, pero dado que existen diferentes especies de bambú. En base a los datos analizados, se seleccionó el Bambú Guadua como la mejor opción para la estructura de la pared verde.

Cálculo de Cargas en Flexión para la Estructura de Bambú Guadua

El Bambú Guadua como una viga empotrada con un diámetro(d) de 100mm, con una longitud(L) de 1000mm, su esfuerzo de flexión(σ) es de 50 N/mm2 y se ve afectada por una carga uniformemente distribuida (ω). Para calcular la carga puntual que puede soportar el bambú, se utilizan ecuaciones de momento de inercia circular, momento flector y carga total (Beer y col., 2009). Se estableció un factor de seguridad (FS) de 3.0 para garantizar un almacenamiento seguro de la capacidad de carga (Madhushan y col., 2023)

Selección de Plantas de la Pared Verde

Las plantas ornamentales son empleadas en muros verdes, principalmente por su diversidad de colores, texturas y formas. Sin embargo, su elección no debe basarse únicamente en la apariencia; es fundamental considerar otros criterios que aseguren su viabilidad y desarrollo a largo plazo. (Nod, 2024) . Para ello, se consideraron cuatro criterios de selección:

Green Wall Plant Selection

Ornamental plants are used in green walls, mainly for their diversity of colors, textures and shapes. However, their choice should not be based solely on appearance; it is essential to consider other criteria that ensure their long-term viability and development (Nod, 2024). For this purpose, four selection criteria were considered:

Proceso de Modelado Digital del Edificio y Pared verde en el Software SketchUp

El programa SketchUp se utilizó para modelar un edificio y la pared verde a escala, se añadieron texturas y materiales, y detalles interiores como muebles y un aire acondicionado desde 3D Warehouse.

Methodology

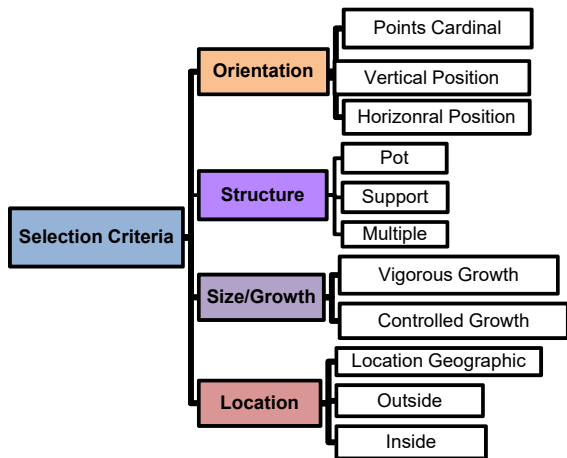
A Government Site (GS) was selected with the objective of promoting social participation in the implementation and maintenance of a Green Wall. As SG, a classroom with a population of seven people was chosen. The Architectural Plan was developed using AutoCAD, in addition to using SketchUp software to develop the design of the Green Wall.

Green Wall Structure

The bamboo structure was selected as the base material due to its sustainable and structural properties, but given that there are different bamboo species. Based on the data analyzed, Guadua bamboo was selected as the best option for the green wall

Calculation of Bending Loads for Guadua Bamboo Structure

Guadua bamboo as an embedded beam with a diameter(d) of 100mm, with a length(L) of 1000mm, its bending stress(σ) is 50 N/mm2 and is affected by a uniformly distributed load (ω). To calculate the point load that the bamboo can withstand, circular moment of inertia, bending moment and total load equations are used (Beer et al., 2009). A factor of safety (FS) of 3.0 was established to ensure safe storage of the load carrying capacity (Madhushan et al., 2023).



Digital Modeling Process of the Building and Green Wall in SketchUp Software

SketchUp was used to model a building and the green wall to scale, textures and materials were added, and interior details such as furniture and an air conditioner were added from 3D Warehouse.

INTRODUCTION

Nature-based solutions, such as green walls, are effective in addressing climate challenges such as heat stress, heat islands, and pollution. Green walls not only reduce heat transfer, but also act as acoustic barriers, improve air quality by absorbing CO2 and releasing oxygen, and counteract the urban heat island effect. In addition, they add aesthetic value and psychological well-being, transforming urban spaces into pleasant environments. Thermal simulation, using TRNSYS software, is key to evaluate the performance of green walls and their impact on thermal comfort and energy efficiency, comparing thermal conditions before and after their installation (Nocera et al., 2024).

Resultados

Para realizar la simulación en TRNSY, es fundamental disponer de las dimensiones del SG, así como de la descripción térmica de los materiales utilizados en su construcción

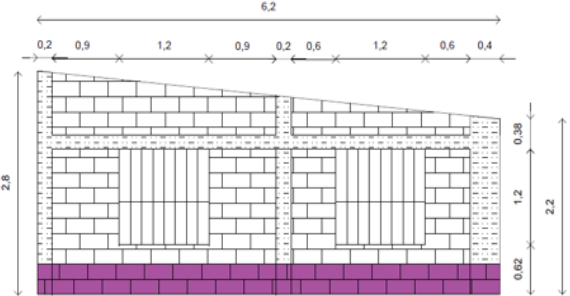


Imagen 2. Dibujo Arquitectónico.
Image 5. Architectural Drawing.

Estructura de la Pared Verde

Los resultados del cálculo de carga en flexión para el bambú Guadua indican una carga total de 333.46 kg, contemplando los factores de seguridad previamente establecidos.

Selección de Plantas de la Pared Verde

De acuerdo a los criterios mencionados en la metodología, las plantas que cumplen con los criterios son:

Green Wall Plant Selection

According to the criteria mentioned in the methodology, the plants that meet the criteria are:

Modelado Digital del Edificio y la Pared Verde

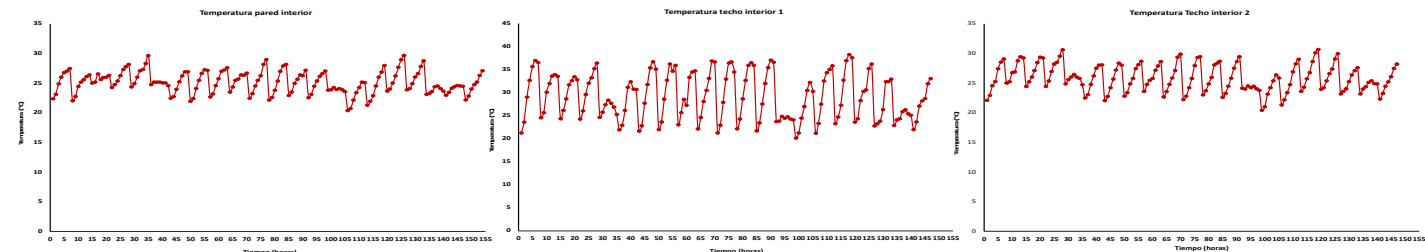
Apartir de la metodología desarrollada, se obtiene un diseño tridimensional detallado tanto del edificio como de la pared verde, integrando los elementos previamente analizados. Este diseño incorpora decisiones sobre la selección de materiales y especies vegetales para garantizar el equilibrio entre funcionalidad y estética. (ver imagen 3)

Digital Modeling of the Building and the Green Wall

From the developed methodology, a detailed three-dimensional design of both the building and the green wall is obtained, integrating the previously analyzed elements. This design incorporates decisions on the selection of materials and plant species to ensure a balance between functionality and aesthetics. (see imagen 3)

Sensores de Temperatura

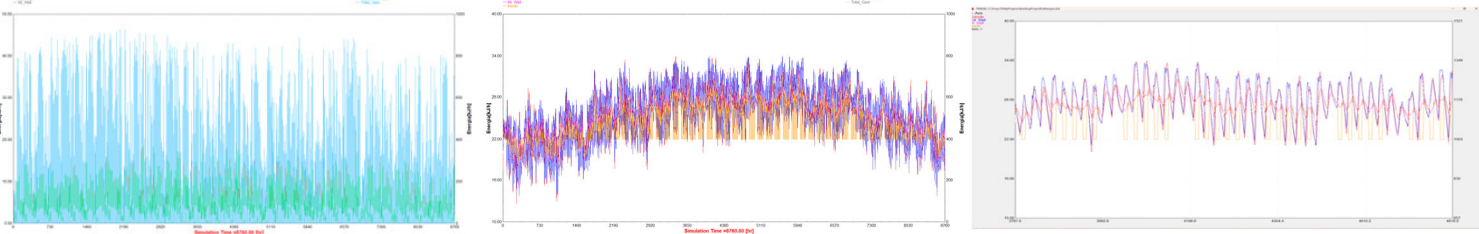
Se registro una temperatura maxima en la pared interior de 29°C, mientras que en el area del techo las temperaturas alcanzan los 38°C. Estos valores permiten observar el comportamiento que hay al interior del edificio anter y una vez instalada la pared verde.



Gráfica 1. Temperatura al Interior del Edificio. Graph 1. Temperature Inside the Building.

Simulación de TRNSYS

Se llevó a cabo la simulación en el software TRNSYS utilizando los valores determinados en la metodología previamente definida. Este análisis permitió modelar las condiciones térmicas del edificio antes de la pared verde (ver gráfica 2), logrando observar la ganancia de calor en el exterior (Total_Gain), y las que son transmitidas por las ventanas (Gains Windows), teniendo como temperatura maxima de la pared a 33°C (Ext Wall).



Gráfica 2. Antes de la Pared Verde: a) Ganancia térmica anual de la pared y ventana. b) Temperatura anual del ambiente, interior y exterior de la pared y del aula. c) Evolución de temperaturas en verano. Graph 2. Before the Green Wall: a) Annual thermal gain of the wall and window. b) Annual temperature of the environment, inside and outside the wall and the classroom. c) Temperature evolution in summer.

Acknowledgment

This work has been carried out within the framework of the research project "The power of diversity and social inclusion as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities" — 'DivAirCity' (Contract Ref: 101003799) of the European Union's H2020 Framework Program.