

ANÁLISIS DEL IMPACTO ENERGÉTICO DE UN TECHO VERDE EN UN EDIFICIO DE AULAS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BOCA DEL RÍO

GREEN ROOF ENERGY IMPACT ANALYSIS ON A CLASSROOM BUILDING AT THE TECHNOLOGICAL INSTITUTE OF BOCA DEL RÍO

José-Juan Huesca-Lopez¹ Iván Valencia-Salazar² Elisa Peñalvo-López² Juan-David Garay-Marin¹ Fabiola Lango-Reynoso¹
IInstitute Tecnológico de Boca del Río / Tecnológico Nacional de México¹ Instituto de Ingeniería Energética / Universitat Politècnica de València²

INTRODUCCIÓN

El innegable cambio climático que afecta a toda la humanidad ha creado la necesidad de buscar opciones para mitigarlo. Para el 2030 debemos disminuir la temperatura global en 1.5°C por debajo del nivel preindustrial para revertir sus efectos. El proyecto DivAirCity plantea la solución de este problema mediante el reconocimiento y aceptación de las diferencias entre los diferentes grupos humanos en las ciudades y los convierte en los actores principales para combatir la contaminación del aire y el cambio climático mediante la implementación de Soluciones Basadas en la Naturaleza (NBS). En la mayoría de los países, más de la mitad de las emisiones de CO2 provienen de la generación de energía eléctrica, por lo que hacer un uso eficiente de esta implica una reducción en el consumo de energía eléctrica y por lo tanto una reducción en la generación de CO2. Normalmente, los equipos de aire acondicionado representan más del 50% del consumo de energía eléctrica del edificio o vivienda. La instalación de techos verdes en edificios y viviendas es una solución basada en la naturaleza que a dado buenos resultados para disminuir el consumo de energía eléctrica de equipos de aire acondicionado, además, tiene otros beneficios ambientales como el control de escorrentías, disminución del efecto de isla de calor, mejora del microclima y mejora del paisaje entre otros. El Tecnológico Nacional de México tiene una política energética en la que busca hacer uso eficiente de la energía eléctrica, además está interesado en utilizar soluciones basadas en la naturaleza, la instalación de techos verdes en sus aulas atenderá adecuadamente ambos intereses.

INTRODUCTION

The undeniable climate change affecting all of humanity has created the need to seek options to mitigate it. By 2030, we must reduce the global temperature by 1.5°C below pre-industrial levels to reverse its effects. The DivAirCity project proposes the solution to this problem through the recognition and acceptance of differences among different human groups in cities, making them the main actors in combating air pollution and climate change through the implementation of Nature-Based Solutions (NBS). In most countries, more than half of CO2 emissions come from electricity generation, so making efficient use of it implies a reduction in electricity consumption and therefore a reduction in CO2 generation. Normally, air conditioning equipment represents more than 50% of the electricity consumption of a building or home. The installation of green roofs in buildings and homes is a nature-based solution that has yielded good results in reducing the electricity consumption of air conditioning equipment. Additionally, it has other environmental benefits such as runoff control, reduction of the heat island effect, improvement of the microclimate, and enhancement of the landscape, among others. The National Technological Institute of Mexico has an energy policy that seeks to make efficient use of electricity and is also interested in using nature-based solutions. The installation of green roofs in its classrooms will adequately address both interests.



Imagen 1. Área de estudio, Edificio L
Image 1. Study area, Building L

Diseño experimental

Se utilizará el software comercial TRNSYS para correr una simulación del techo verde propuesto. La simulación se ejecutará por un periodo de 8760 horas (1 año) considerando 2 escenarios, el edificio con y sin techo verde, esto permitirá evaluar el comportamiento energético en ambos casos y determinar el ahorro derivado de la instalación del techo verde. El área de estudio se localiza al interior del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, se trata de un edificio de aulas de una planta techo es plano y de concreto con un grosor entre 9 y 11 cm y una superficie de 560m2, Imagen 1. El diseño del techo verde se describe en la imagen 2.

Experimental set-up

The commercial software TRNSYS will be used to run a simulation of the proposed green roof. The simulation will be executed over a period of 8760 hours (1 year) considering two scenarios: the building with and without a green roof. This will allow the evaluation of energy performance in both cases and determine the savings derived from the installation of the green roof. The study area is located within the National Technological Institute of Mexico, Boca del Río Institute of Technology. It is a single-story classroom building with a flat concrete roof, 9 to 11 cm thick, and an area of 560m² (Image 1). The design of the green roof is described in Image 2.

Resultados

Los resultados de la simulación con TRNSYS se muestran en las imágenes 3 a 8. El consumo anual de energía para la simulación sin techo verde es de 47.480,61 kWh (142.441,83 kWh térmicos), lo que representa un costo de EUR 3.391,47 y un total de emisiones de 20,80 tCO2 por concepto de generación de energía eléctrica. Para el caso de la simulación con techo verde, el consumo anual de energía es de 32.564,67 kWh (97.694,00 kWh térmicos), con un costo de EUR 2.326,04 y 14,26 tCO2 de emisiones. De lo anterior se obtiene que la instalación del techo verde significa un ahorro de 14.915 kWh (44.747,83 kWh térmicos), EUR 1.065,42 y 6,53 tCO2 en emisiones. De manera general, se observa disminución en la temperatura y la energía en la simulación con techo verde, lo que implica una disminución en el consumo de energía por parte de los equipos de aire acondicionado. La temperatura exterior fluctúa hasta 40°C sin techo verde contra 10°C con techo verde, esto implica una disminución las fluctuaciones de aproximadamente 30°C. La temperatura interna del techo no supera los 30°C con techo verde contra 45°C sin techo verde, además la temperatura interior tiene menos fluctuaciones, alrededor de 5°C

Results

The results of the TRNSYS simulation are shown in images 3 to 8. The annual energy consumption for the simulation without a green roof is 47,480.61 kWh (142,441.83 thermal kWh), which represents a cost of EUR 3,391.47 and a total of 20.80 tCO2 emissions due to electricity generation. For the simulation with a green roof, the annual energy consumption is 32,564.67 kWh (97,694.00 thermal kWh), with a cost of EUR 2,326.04 and 14.26 tCO2 emissions. From this, it is concluded that the installation of the green roof results in savings of 14,915 kWh (44,747.83 thermal kWh), EUR 1,065.42, and 6.53 tCO2 in emissions. In general, a decrease in temperature and energy is observed in the simulation with a green roof, which implies a reduction in energy consumption by air conditioning equipment. The external temperature fluctuates up to 40°C without a green roof compared to 10°C with a green roof, implying a reduction in fluctuations of approximately 30°C. The internal roof temperature does not exceed 30°C with a green roof compared to 45°C without a green roof. Additionally, the interior temperature has fewer fluctuations, around 5°C.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado dentro del marco del proyecto de investigación “The power of diversity and social inclusion as a mean for reducing air pollution and achieving green urban nexus in climate neutral cities” — ‘DivAirCity’ (Referencia: 101003799) del Programa Marco H2020 de la Unión Europea.

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.

Objetivo

La finalidad del presente trabajo es cuantificar los ahorros energéticos potenciales derivados de la instalación de un techo verde en un edificio del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Boca del Río, Veracruz, México, mediante una simulación en el software TRNSYS para realizar una propuesta de ahorro energético escalable a los más de 200 planteles que conforman el Tecnológico Nacional de México.

Objective

The goal of this work is to quantify the potential energy savings derived from the installation of a green roof in a building of the National Technological Institute of Mexico, Boca del Río Institute of Technology, Veracruz, Mexico, through a simulation in the TRNSYS software to make an energy-saving proposal scalable to the more than 200 campuses that make up the National Technological Institute of Mexico

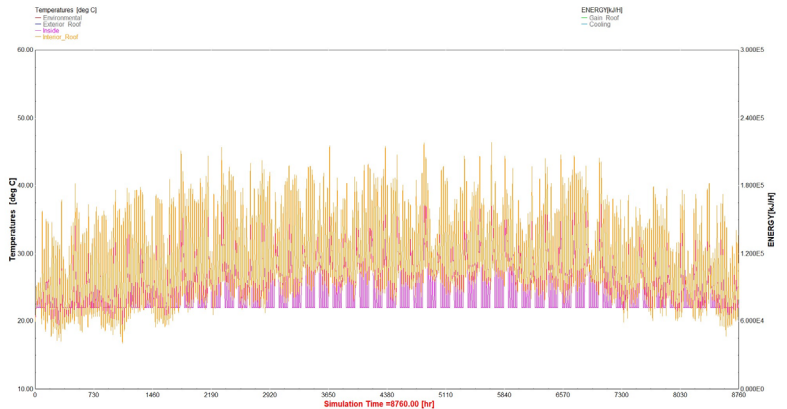


Imagen 5. Temperaturas interior y techo, sin techo verde
Image 5. Interior and Roof Temperatures, without Green Roof

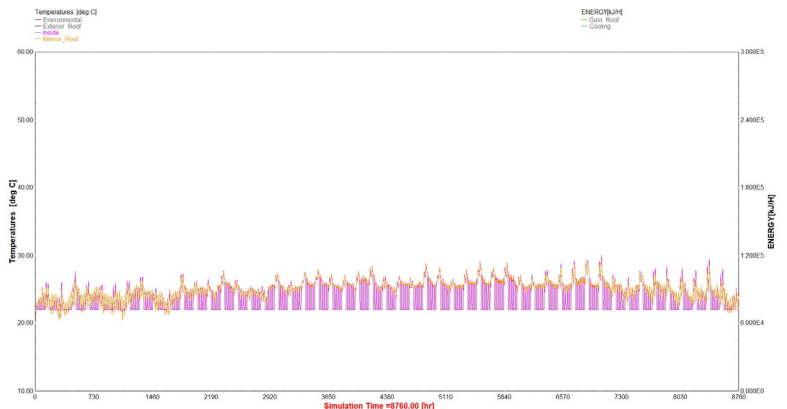


Imagen 6. Temperaturas interior y techo, con techo verde
Image 6. Interior and Roof Temperatures, with Green Roof

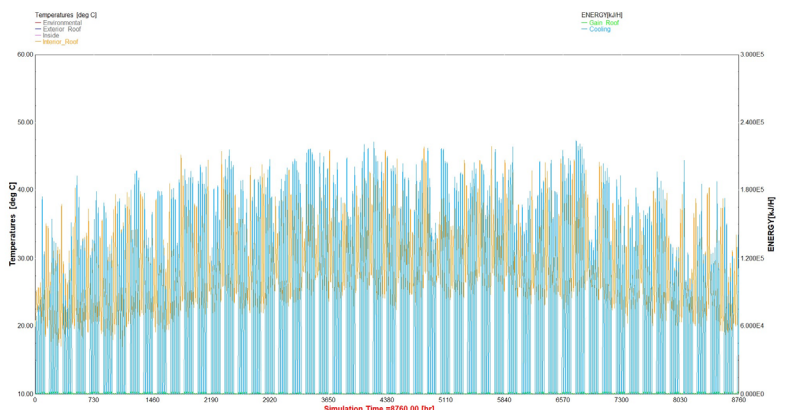


Imagen 7. Ganancia del techo y enfriamiento, sin techo verde
Image 7. Roof Gain and Cooling, without Green Roof

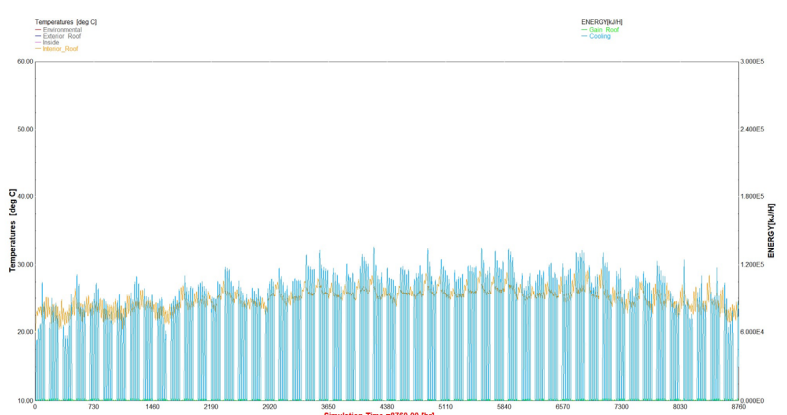


Imagen 8. Ganancia del techo y enfriamiento, con techo verde
Image 8. Roof Gain and Cooling, with Green Roof

Conclusiones

- La simulación demuestra que con la instalación de un techo verde en el edificio L del Instituto Tecnológico de Boca del Río, se lograría una disminución de la temperatura al interior de las aulas de alrededor de 15°C
- Las gráficas de energía muestran igualmente una disminución en los consumos energéticos con fines de enfriamiento, lo cual se refleja en una disminución en el consumo de energía eléctrica por parte de los equipos de aire acondicionado, la cual representa un ahorro anual de 14.915,94 kWh cuyo costo es de EUR 1.065,42.
- La disminución en el consumo de energía eléctrica para este caso de estudio representa una disminución anual de 6,53 tCO2 por concepto de generación de energía eléctrica.

Conclusions

- The simulation demonstrates that with the installation of a green roof in Building L of the Technological Institute of Boca del Río, a temperature reduction of around 15°C inside the classrooms would be achieved.
- The energy graphs also show a decrease in energy consumption for cooling purposes, which is reflected in a reduction in the electrical energy consumption by air conditioning equipment, representing an annual saving of 14.915,94 kWh, costing EUR 1.065,42.
- The reduction in electrical energy consumption for this case study represents an annual decrease of 6,53 tCO2 in terms of electricity generation.