

Study of energy efficiency in buildings on a university campus in the city of Portoviejo

Estudio de la eficiencia energética en edificios de un campus universitario en la ciudad de Portoviejo

Autores:

Ing. Velepucha-Sánchez, Jorge Milton, MSc.
Universidad Técnica de Manabí
Magister en Mantenimiento Industrial,
Mención en Gestión Eficiente del
Mantenimiento
Portoviejo – Ecuador



jorge.velepucha@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-3600-5896>

Ing. Zambrano-Castro, Jonathan Wilmer, MSc.
Universidad Técnica de Manabí
Magister en Mantenimiento Industrial,
Mención en Gestión Eficiente del
Mantenimiento
Portoviejo – Ecuador



jonathan.zambrano@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-1197-624X>

Ing. Hidrovo-Avellán, Dayton Bryan
Universidad Técnica de Manabí
Ingeniero Mecánico
Portoviejo – Ecuador



dayton.hidrovo@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0001-8483-9468>

Ing. Zevallos-Cobeña, José Gregorio
Universidad Técnica de Manabí
Ingeniero Mecánico
Portoviejo – Ecuador



jose.zevallos@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0003-3460-3902>

Fechas de recepción: 04-ENE-2024 aceptación: 07-FEB-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La eficiencia energética en edificaciones se encuentra en continuo desarrollo y aplicación a nivel nacional e internacional, por su orientación en la reducción de gastos, partiendo de consideraciones como iluminación, aislación térmica, equipos de climatización correctamente dimensionados, entre otras, por ello, la aplicación de esta metodología para la construcción y adecuación de edificios deriva en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y gastos, sin embargo, se desconoce el estado de la aplicación de esta filosofía en las edificaciones del campus matriz de la universidad técnica de Manabí, por tal razón, este proyecto propone exponer los resultados de una evaluación técnica de la condición de las edificaciones. La investigación se desarrolló mediante la aplicación de los métodos analíticos, estadísticos y experimentales, así como también, contó con la aplicación de técnicas de colección de datos mediante entrevista no estructuradas y observación directa. La metodología planteada para la investigación conto con tres etapas, la recopilación de información técnica sobre eficiencia energética, el levantamiento de información y el análisis de resultados. Los resultados del estudio permitieron conocer que los equipamientos con mayor consumo energético por su orden son: acondicionadores de aire y luminarias y de acuerdo a las normativas del Instituto Ecuatoriano de la Construcción se encuentran por debajo de la media.

Palabras clave: Eficiencia energética; Análisis de edificaciones; Energía; Consumo; energético

Abstract

Energy efficiency in buildings is in continuous development and application at national and international level, due to its orientation in the reduction of expenses, starting from considerations such as lighting, thermal insulation, correctly dimensioned air conditioning equipment, among others, therefore, The application of this methodology for the construction and adaptation of buildings results in the reduction of greenhouse gas emissions and costs, however, the status of the application of this philosophy in the buildings of the main campus of the technical university of Manabi is unknown, for this reason, this project proposes to expose the results of a technical evaluation of the condition of the buildings. The research was developed through the application of analytical, statistical and experimental methods, as well as the application of data collection techniques through unstructured interviews and direct observation. The methodology proposed for the research consisted of three stages: the collection of technical information on energy efficiency, the collection of information and the analysis of results. The results of the study showed that the equipment with the highest energy consumption in order are: air conditioners and lighting fixtures, and according to the regulations of the Ecuadorian Construction Institute, they are below the average.

Keywords: Energy efficiency; Building analysis; Energy; Energy consumption

Introducción

A nivel mundial la necesidad de preservar los recursos naturales ha aumentado considerablemente en los últimos años, debido a la conciencia que se ha adquirido sobre el impacto que las acciones humanas tienen en el medio ambiente. El consumo de energía ha pasado de 547,39 exajulios en 2015 a 604,04 exajulios en el 2022, lo que supone un incremento del 9,38 % (Energía primaria, 2023);

La conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, llevada a cabo en Rio de Janeiro en 1992, estableció la importancia de la sostenibilidad. Con ese sentido de pertinencia, se creó el programa denominado Agenda de acción Agenda 21 (the sustainable development goals report 2016_spanish.pdf, 2016.); (División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, 2000); en donde el Ecuador al igual que 177 países participaron en esta iniciativa.

En el Ecuador de acuerdo con el Instituto de Estadísticas y Censos INEC, la proyección de habitantes para el año 2020 es de 17.510.643 millones de habitantes (Censos, 2022);(Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador – Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2020); dentro del marco de sostenibilidad, en el país de acuerdo al Plan de Oportunidades 2021 – 2025 (Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 – Secretaría Nacional de Planificación, 2022) establece el Eje Transición Ecológica, el cual cuenta con 3 objetivos, 9 políticas y 17 metas. El Ecuador se encuentra desde hace varios años en un cambio de la matriz productiva, en ese sentido, actualmente cuenta con presencia de empresas de España, Canada, Corea, China entre otras; el parque eólico del país esta conformado por el proyecto eólico Villonaco y el proyecto de la Isla San Cristóbal con una capacidad de 16. 5 MW y 2.4 MW, respectivamente; además en el 2020 el sector eléctrico ecuatoriano también lanzó la licitación del proyecto fotovoltaico Conolophus ubicado también en el archipiélago de Galápagos, con una capacidad de almacenamiento de 40.9 MWh (ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES – Ministerio de Energía y Minas, 2020).

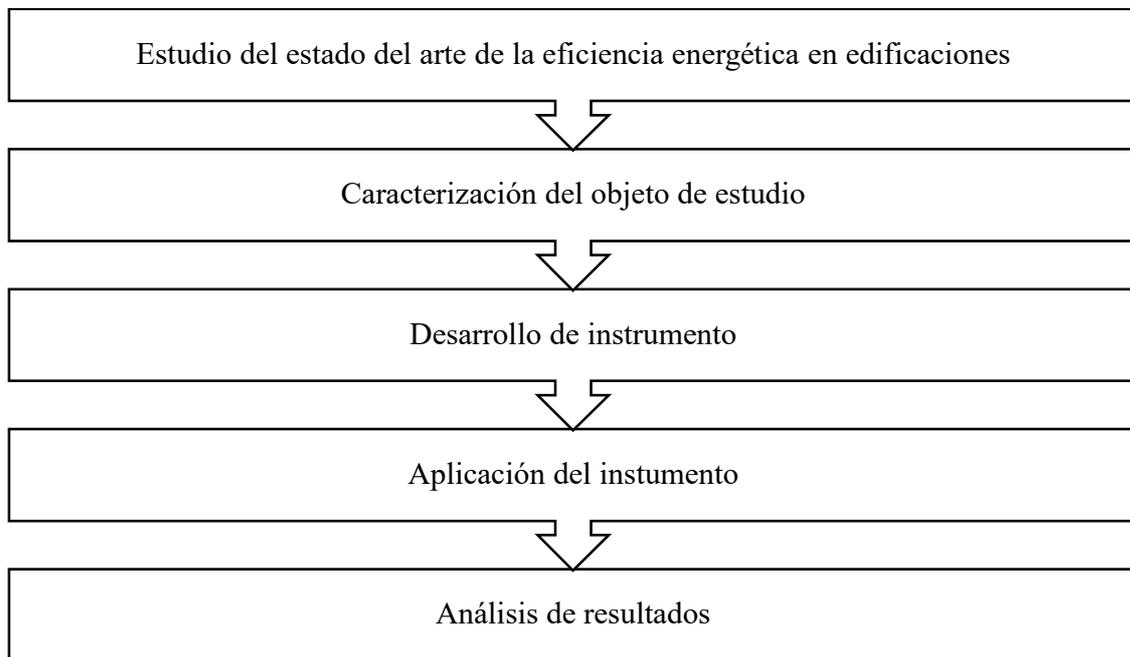
Manabí posee una superficie de 19.532 km², de acuerdo con el INEC, se prevé que la provincia alcance una cifra cercana a los 1.562.079 habitantes, el consumo eléctrico de acuerdo con cifras de la Cooperación Nacional de Electricidad CNEL, en el año 2021 la provincia presento una demanda 2.027,51 GWh, lo que representa alrededor del 11.78% de energía eléctrica nacional, cifras del INEC del 2010, mencionan que el acceso al servicio eléctrico es del 96.2 %.

El análisis de las publicaciones y material investigativo en general disponible en la web, revela la inexistencia de trabajos que evalúen la eficiencia energética en edificaciones del sector educativo en la provincia de Manabí, por lo cual, se desconoce el nivel de eficiencia energética de éstas.

Material y métodos

La investigación se desarrolló utilizando varios métodos e instrumentos de investigación, entre los que se encuentran el análisis documental, la observación científica, la entrevista y el análisis estadístico de información siguiendo un procedimiento compuesto por cinco etapas de trabajo a saber en referencia a la propuesta de (Zambrano-Castro & Pérez-Guerrero, 2021) mostrado en la figura 1:

Figura 1.
Esquema metodológico de investigación.



Fuente: Nota. Adaptado de Zambrano Castro & Pérez Guerrero, 2021.

El análisis documental del estado del arte mundial sobre la eficiencia energética aplicada en edificaciones, permitió establecer, conceptos, factores que influyen en su implementación, técnicas empleadas, elementos destacados, etc., se llevó a cabo con el propósito de precisar las variables o factores claves a tener en consideración para la evaluación exitosa de la eficiencia. La revisión bibliográfica incluyó a más de 30 obras de pertinencia siendo principalmente artículos científicos indexados, libros, citas técnicas de trabajos ejecutados con anterioridad etc.

La caracterización del objeto de estudio tuvo lugar con el propósito de conocer número de elementos y argumentos que de acuerdo a normativas se evaluación para conocer la eficiencia energética en edificaciones, de acuerdo con (L & M, 2016); (Espinosa et al., 2018);(Miranda, 2020), establecen precedentes y una línea metodológica a seguir, a efectos del estudio, se seleccionó dos edificaciones pertenecientes a la Universidad Técnica de Manabí, éstos fueron

seleccionados por sus años de construcción, número de horas de impartición de clases, y consumo de energía.

Los edificios objetivos de estudio poseen una antigüedad no mayor a 10 años, el número uno, cuenta con cuatro pisos, en la planta baja se tiene dos espacios de laboratorios de computación, espacio de cafetería docente y áreas administrativas de carreras, en las plantas dos, tres y cuatro, aulas de clases y oficinas docentes; por su parte, el edificio dos de la Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas, posee en su planta baja oficinas administrativas de carreras y facultad, el auditorio o salón de actos y dos espacios prácticos de dibujo técnico, mientras en los pisos dos y tres, aulas de clases, laboratorios y oficinas docentes.

Para el desarrollo de la investigación de campo se partió del diseño de una lista de chequeo considerando lo expuesto por (Gómez Buitrago, 2013); (JAVIER & ELOY, 2006); (Assiego de Larriva, 2015); (Evaluación de metodologías en el etiquetado de eficiencia energética en edificios, 2019), con el propósito de establecer el número de elementos que conforman la demanda energética de las edificaciones objeto de estudio.

Finalmente, los análisis estadísticos de la información de la lista de chequeo se realizaron mediante software estadístico Excel de Office, para luego proceder con la interpretación y el análisis de los resultados obtenidos de evaluación de campo.

Resultados y discusión

La obtención de marca un hito significativo a través de un enfoque meticuloso y la colaboración activa de estudiantes y docentes, proponiendo soluciones concretas para mejorar la eficiencia energética de los edificios universitarios. En esta investigación, se explorará el proceso de obtención de resultados, destacando la importancia de estos hallazgos en la búsqueda continua de un entorno universitario sostenible y eficiente en términos energéticos.

Resultados de la caracterización.

La tabla 1 muestra los resultados de la caracterización del edificio número uno:

Tabla 1.

Elementos del edificio 1

Elemento	# de elemento	Voltaje	Corriente	Potencia
Luminarias	485	82 V.	1.78 A	0.170 kW
Acondicionadores de aire	39	220 V.	20 A.	3.74 kW
Impresoras	15	100 V.	0.7 A.	0.064 kW
Proyector	8	100 V.	0.5 A.	1.50 kW

Cafetera	5	120 V.	20 A.	3.27 kW
Computadora	93	19,5 V	2,31 A	0,06 kW
Microonda	1	120V	20 A	3,27 kW
Router	6	120V	1 A	0,0165 kW
Lámparas LED de emergencia	17	120V	0,02 A	0,006 Kw
Sensor de movimiento	8	120V	0,0045 A	0,0005 kW
Dispensador de agua	4	120V	5,5 A	0,915 kW
Televisor	1	120V	0,6 A	0,1 kW
Ascensor	1	220V	15.5 A	5,8kW

Fuente: Elaboración propia.

Caracterización de los equipos de la Facultad 1 de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas.

El edificio cuenta con 4 pisos, y dentro del mismo se realizó la contabilidad de los equipos activos tal como se observa en la tabla 1 ya observamos que están el total de los equipos eléctricos y electrónicos del edificio.

Los elementos son: Luminarias, aire acondicionado, impresoras, proyector, cafeteras, computadora, microonda, router, lámparas LED de emergencia, sensor de movimiento, dispensador de agua, televisor y el ascensor, en el cual mediante la ficha de cada equipo se logró identificar el voltaje, corriente y potencia de cada equipo.

Cálculo de eficiencia energética. La tabla 2, muestra el resultado del análisis efectuado a los consumidores de la edificación.

Tabla 2.

Consumo energético individual

Item	Consumo (mensual)	Costo (mensual)
Luminaria	509.94 kWh	\$ 4.91
Acondicionadores de aire	7481.496 kWh	\$ 68.29
Impresora	25.584 kWh	\$ 2.35
Proyector	1500 kWh	\$ 138.02
Cafetera y microondas	654.12 kWh	\$ 60.18
Computadoras	96.019 kWh	\$ 8.83
Router	118.83 kWh	\$ 10.93
Lámparas de emergencia	0.1380 kWh	\$ 0.13
Sensor de movimiento	3.6 kWh	\$ 33.130
Dispensador de agua	183 kWh	\$ 16.836
Televisor	20.004 kWh	\$ 1.84



Ascensores	4640.92 kWh	\$ 426.96
------------	-------------	-----------

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3, muestra el consumo anual de los elementos identificados.

Tabla 3.
Consumo energético mensual

Item	Número de elementos	Costo unitario	Total (mensual)
Luminaria	485	\$ 4.91	\$ 2275.35
Acondicionadores de aire	39	\$ 68.29	\$ 2684.31
Impresora	15	\$ 2.35	\$ 35.25
Proyector	8	\$ 138.02	\$ 110,16
Cafetera	5	\$ 60.18	\$ 30,9
Microondas	1		\$ 821,19
Computadoras	93	\$ 8.83	\$ 60,18
Router	6	\$ 10.93	\$ 6,58
Lámparas de emergencia	17	\$ 0.13	\$ 2,21
Sensor de movimiento	8	\$ 33.130	\$ 2,64
Dispensador de agua	4	\$ 16.836	\$ 6.32
Televisor	1	\$ 1.84	\$ 1,84
Ascensores	1	\$ 426.96	\$ 426,96
Total			\$ 5642,75

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 4 se muestra los resultados de la ficha de observación aplicada al edificio dos:

Tabla 4.
Caracterización de los elementos del edificio 2.

Elemento	# de elemento	Voltaje	Corriente	Potencia
Luminarias	381	82 V.	1.78 A	0.170 kW
Acondicionadores de aire	20	220 V.	20 A.	6 kW
Impresoras	18	100 V.	0.7 A.	0.064 kW
Proyector	7	100 V	5.0 A	1.5 kW
Computadoras	50	19.5 V.	2.31 A.	0,06 kW
Cafetera	4	120 V	20 A.	3,27 kW



Router	5	120 V	1 A.	0.0165 kW
Ascensor	1	120 V.	15.5 A	5,8 kW
Microondas	1	120 V.	20 A.	3.27 kW

Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, la tabla 5 muestra los resultados de consumo anual del edificio 2:

Tabla 5.
Costo energético del edificio 2.

Item	Número de elementos	Costo unitario	Total (mensual)
Luminaria	485	\$ 46,91	\$ 1787,71
Acondicionadores de aire	20	\$ 688,29	\$ 1376,8
Impresoras	18	\$ 2,35	\$ 42,3
Proyector	7	\$ 13,02	\$ 96,14
Computadoras	50	\$ 8,83	\$ 44,5
Cafetera	4	\$ 60,18	\$ 240,72
Router	5	\$ 10, 93	\$ 54,65
Ascensor	1	\$ 426,96	\$ 426,96
Microondas	1	\$ 60,18	\$ 60,18
Total			\$ 4129,95

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La revisión de información partió esclarecer la importancia que posee la eficiencia energética en edificaciones, así como las políticas que desde años atrás, se ven aplicadas alrededor del mundo, y que, en Manabí, existe muy poca información sobre la evaluación de estos parámetros en las edificaciones.

Los resultados de la evaluación diagnóstica, permiten indicar la siguiente conclusión, que dentro del edificio 1 de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas el aparato electrónico que más consumo económico demanda es el aire acondicionado con un costo de \$ 2684,31 en segundo lugar observamos que están las luminarias con un costo de \$ 2275,35, en total la suma del presupuesto que se destinan al pago del servicio eléctrico es de \$ 5642,75; por su parte, en el edificio 2, los resultados muestran que el mayor consumidos son las luminarias con \$ 1787,71 mensuales, seguidas por los acondicionadores de aire con \$ 1376,8.

Referencias bibliográficas

- Assiego de Larriva, R. (2015). Eficiencia energética en edificios desde la perspectiva de ciclo de vida: Casos de estudio [[Http://purl.org/dc/dcmitype/Text](http://purl.org/dc/dcmitype/Text), Universidad de Málaga]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=110327>
- Censos, I. N. de E. y. (2022). Población y Demografía. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador – Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2020). <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>
- División de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. (2000). <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/index.htm>
- ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES – Ministerio de Energía y Minas. (2020). <https://www.recursosyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
- Energía primaria: Consumo global 2000-2022. (2023). Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/635499/volumen-de-energia-primaria-consumido-a-nivel-mundial/>
- Espinosa, V. M., Hechavarría Hernández, J. R., & Torres Espinoza, J. C. (2018, octubre 1). GESTIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS EDIFICACIONES DEL ECUADOR. | Opuntia Brava | EBSCOhost. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:134195012?sid=ebsco:plink:crawler&id=ebsco:gcd:134195012>
- Evaluación de metodologías en el etiquetado de eficiencia energética en edificios. (2019). <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/130818>
- Gómez Buitrago, L. (2013). La lista de chequeo: Un estándar de cuidado. *Colombian Journal of Anesthesiology*, 41(3), 182-183. <https://doi.org/10.1016/j.rca.2013.07.001>
- JAVIER, R. M., FRANCISCO, & ELOY, V. G. (2006). Eficiencia energética en edificios. Certificación y auditorías energéticas: Certificación y auditorías energéticas. Ediciones Paraninfo, S.A.
- L, M. T. B., & M, F. Q. (2016). Eficiencia energética en el sector residencial de la Ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.18537/mskn.07.02.11>
- Miranda, A. C. P. (2020). Análisis del Plan Nacional de Eficiencia Energética en el Ecuador. *Revista de Investigaciones en Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT* ISSN: 2588-0721, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.33936/riemat.v5i1.2500>
- Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 – Secretaría Nacional de Planificación. (2022). <https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/>
- The sustainable development goals report 2016_ spanish.pdf. (s. f.). Recuperado 8 de enero de 2024, de https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/the%20sustainable%20development%20goal%20report%202016_spanish.pdf
- Zambrano-Castro, J. W., & Pérez-Guerrero, J. N. (2021). Estudio de la aplicación del mantenimiento predictivo en motores diésel en la provincia de Manabí. *Revista*

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.