

EVALUACIÓN DE LA CERTIFICACIÓN EDGE EN LA EFICIENCIA OPERATIVA DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES

Recibido 26/07/2025
Aceptado 10/11/2025

EVALUATION OF THE EDGE CERTIFICATION IN THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF MULTIFAMILY BUILDINGS

AVALIAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO EDGE NA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES

Sofía Cueva-Villanueva

Estudiante de Arquitectura, Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño Profesional de Interiores
Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú
<https://orcid.org/0009-0008-3730-6077>
U20200848@utp.edu.pe

Sharon Espinoza-Morillas

Estudiante de Arquitectura, Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño Profesional de Interiores
Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú
<https://orcid.org/0009-0000-5496-6490>
U20205547@utp.edu.pe

Víctor Miranda-Alfaro

Doctor en ingeniería Ambiental
Docente, Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño Profesional de Interiores
Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-4857-8800>
c26968@utp.edu.pe

Ady Uceda-Yarango

Magíster en Gerencia Social
Docente Tiempo Parcial, Departamento de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño Profesional de Interiores
Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-1528-6182>
C20822@utp.edu.pe



RESUMEN

En un contexto de creciente urbanización y presión sobre los recursos, la certificación EDGE se presenta como una estrategia clave para fomentar edificaciones sostenibles en países en desarrollo. Este estudio evaluó el impacto real de EDGE en la eficiencia operativa de edificios multifamiliares en Lima, Perú, enfocándose en el consumo de agua y energía. Mediante un enfoque mixto, se analizaron datos post-ocupacionales de tres edificios: dos certificados (uno nuevo y otro con 24 meses de operación) y uno sin certificación. El edificio EDGE más reciente superó su proyección de ahorro energético (28% frente a 25%), mientras que el más antiguo solo alcanzó un 10,64%, lo que evidenció la brecha de desempeño. En contraste, el consumo hídrico aumentó un 14,89 % en el edificio EDGE antiguo, debido a la remoción de dispositivos eficientes y a la falta de monitoreo. Estos hallazgos resaltan la necesidad de estrategias educativas, mantenimiento técnico y evaluación post-ocupacional para optimizar el impacto de la certificación.

Palabras clave

EDGE, edificación multifamiliar, costo operativo, sostenibilidad operativa

ABSTRACT

In the context of increasing urbanization and resource pressures, the EDGE certification is presented as a key strategy for promoting sustainable buildings in developing countries. This study evaluated the real impact of EDGE on the operational efficiency of multifamily buildings in Lima, focusing on water and energy consumption. Using a mixed approach, post-occupancy data from three buildings were analyzed: two certified (one new and one with 24 months of operation) and one uncertified. The newer EDGE building exceeded its projected energy savings (28% vs. 25%), while the older one achieved only 10.64%, indicating a performance gap. In contrast, water consumption increased by 14.89% in the older EDGE building, due to the removal of efficient devices and a lack of monitoring. These findings highlight the need for educational strategies, technical maintenance, and post-occupancy evaluation to optimize the impact of certification.

Keywords

EDGE, multifamily building, operating cost, operational sustainability

RESUMO

Em um contexto de crescente urbanização e pressão sobre os recursos, a certificação EDGE surge como uma estratégia fundamental para promover edifícios sustentáveis em países em desenvolvimento. Este estudo avaliou o impacto real da EDGE na eficiência operacional de edifícios multifamiliares em Lima, Peru, com foco no consumo de água e de energia. Por meio de uma abordagem mista, foram analisados dados pós-ocupacionais de três edifícios: dois certificados (um novo e outro com 24 meses de operação) e um sem certificação. O edifício EDGE mais recente superou sua projeção de economia de energia (28% contra 25%), enquanto o mais antigo atingiu apenas 10,64%, o que evidenciou a diferença de desempenho. Em contrapartida, o consumo de água aumentou 14,89% no edifício EDGE mais antigo, devido à remoção de dispositivos eficientes e à falta de monitoramento. Essas descobertas destacam a necessidade de estratégias educacionais, de manutenção técnica e de avaliação pós-ocupacional para otimizar o impacto da certificação.

Palavras-chave

EDGE, edifício multifamiliar, custo operacional, sustentabilidade operacional

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el proceso acelerado de urbanización y la creciente demanda de vivienda han impulsado la expansión de edificios multifamiliares como solución a la densificación urbana. Esta dinámica es especialmente evidente en Lima, metrópoli caracterizada por la alta concentración población, presión sobre suelo urbano y creciente verticalización en distritos de centro y mayor consolidación residencial, donde la disponibilidad del terreno viene siendo cada vez más limitada. Este modelo multifamiliar se convirtió en la respuesta predominante a la necesidad de vivienda, aunque ello genera un incremento sustancial en consumo de recursos críticos como energía, agua y sistemas sanitarios, debido a la alta densidad de usuarios y al uso simultáneo de infraestructuras (Aini & Tarigan, 2023).

La certificación EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies), promovida por la Corporación Financiera Internacional [IFC] desde 2014, se consolidó como referencia internacional para fomentar edificaciones sostenibles en países en desarrollo, que exige al menos un 20 % de reducción en agua, energía y carbono embebido en materiales frente a métodos tradicionales (IFC, 2025).

EDGE evalúa tres pilares (energía, agua y materiales) mediante estructura de créditos que exigen reducciones relativas respecto a proyectos de referencia. Este estudio consideró dicha estructura, resumida en Tabla 1, que incluye criterios como aislamiento e iluminación eficiente, griferías y sanitarias de bajo consumo y materiales con menor huella de carbono. Coherente con lo señalado por Ibrahim et al. (2023), que destaca la integración del diseño funcional que requiere la sostenibilidad.

Experiencias en Indonesia, Egipto y México reportan reducciones significativas en consumo energético e hídrico mediante simulaciones EDGE (Velázquez-Robles et al., 2022; Alsabry et al., 2024). Sin embargo, en América Latina, el 24 % de proyectos certificados en Colombia no cumplen metas de ahorro energético y el 12 % incumplen los objetivos hídricos (Rodríguez et al., 2021), lo que evidencia la brecha (performance gap) entre lo proyectado y lo ejecutado. En Perú, la adopción de EDGE crece desde 2016 en línea con el ODS 11, aunque con limitaciones en la validación empírica de su impacto (Isimbi & Park, 2022). La literatura indica que los reportes se basan en simulaciones, sin contrastar datos post-ocupacionales en condiciones reales (Reyes et al., 2022). Esto cuestiona la efectividad de tecnologías cuando no se acompañan de educación al usuario ni de monitoreo continuo (Cabeza et al., 2018). Asimismo, Mannan & Safiri (2025) demostraron que incluso las edificaciones certificadas, depende de configuración operativa, reforzando la persistencia del performance. Filippini & Obrist (2022) señalan que estos hogares no necesariamente presentan menor consumo energético,

destacando así la influencia del comportamiento del usuario.

En este contexto, Agyekum et al. (2021) destaca que la evaluación post ocupación es determinante para comprender el desempeño real. Condezo Solano et al. (2024) profundiza en análisis del comportamientos operativo de edificios EDGE, mientras que Mach et al. (2025) evidencian que las edificaciones eficientes pueden registrar desviaciones notables entre desempeño real y proyectado, asociado al uso cotidiano. Marques et al. (2024) indica que la percepción del valor atribuido no siempre coincide con su rendimiento operativo. Del mismo modo que Marzouk (2023) identifica que los logros teóricos de EDGE pueden verse condicionados por prácticas de uso y mantenimiento, reforzando la necesidad de evaluación post-ocupacional sistemática.

Dicho trabajo, al igual que la presente investigación, resalta la necesidad de contrastar metas de certificación con consumos reales, aunque difiere en enfoque metodológico, ya que centró un análisis agregado a nivel de casos, mientras que este estudio aplica una comparación directa entre edificios certificados y no certificados bajo un mismo contexto urbano.

Con el fin de analizar esta situación, la investigación se centró en tres edificios multifamiliares ubicados en un mismo sector residencial de Lima Top, área caracterizada por alta consolidación urbana y predominio de proyectos verticales: el edificio A, recién construido y certificado EDGE; el edificio B, con dos años de operación bajo certificación; y edificio C, sin certificación, con más de cinco años de uso. La selección de casos se realizó mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, se consideraron ocho departamentos comparables en superficie, estándar constructivo y número de residentes.

La recolección de información siguió un enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo. Se revisaron boletas de servicio, registros de medidores y estados financieros; y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a propietarios, complementadas con observación directa, fotografías y planos. Del mismo modo; herramientas como Excel, Google Forms, AutoCAD y software EDGE, facilitaron la sistematización de datos. Obteniendo así una visión integral que combinó percepción de usuarios con evidencia técnica.

Los resultados indicaron que edificios certificados EDGE lograron una reducción notable en consumo de agua mediante inodoros de doble descarga, griferías eficientes y diseño hidráulico optimizado. sin embargo, se registró un aumento en consumo energético respecto a lo proyectado, debido principalmente a sistemas domóticos mal configurados o subutilizados. este hallazgo guarda relación con resultados reportados por Condezo-solano et al. (2024) e investigaciones en

Colombia y México, que documentan inconsistencias entre simulación inicial y desempeño real en operación.

Otro aspecto relevante fue el comportamiento de los residentes, que impactó en el consumo por duchas prolongadas, uso inadecuado de grifos y desconocimiento de equipos. las entrevistas mostraron falta de sensibilización y acompañamiento post-ocupacional. Coincidiendo con Gil-Ozoudeh et al. (2024) que muestran que el desempeño de la certificación depende tanto de tecnología como satisfacción, hábitos. Que confirma el performance gap y la necesidad de procesos educativos para optimizar resultados.

Por tanto, la certificación EDGE constituye una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia en edificios multifamiliares, especialmente en ahorro de agua; sin embargo, su efectividad se ve condicionada por factores técnicos y conductuales. El estudio aporta tres contribuciones principales: evidencia empírica del desempeño real de Edge en Perú, análisis de variables que afectan sus resultados y la propuesta de integrar evaluaciones post-ocupacionales obligatorias en certificaciones sostenibles. Así, la investigación refuerza el debate académico y aporta insumos prácticos para gestión de proyectos urbanos más eficientes y responsables.

METODOLOGÍA

Este estudio adoptó un enfoque mixto, orientado a evaluar objetivamente el impacto de la certificación EDGE y analizar la percepción de los residentes sobre costos operativos asociados al consumo de agua, energía y mantenimiento en edificaciones multifamiliares (Figura 1). El propósito fue identificar relaciones entre tecnologías sanitarias certificadas y los resultados en indicadores de consumo hídrico y gasto mensual.

El alcance fue descriptivo-correlacional, al analizar la relación entre variable independiente (certificación EDGE) y dependientes (costos operativos y consumo de agua). Se compararon edificaciones certificadas y no certificadas, estableciéndose patrones cuantitativos de impacto. La población incluyó tres edificios en Surco: edificio A (2023–2024, certificado EDGE), B (2022–2023, certificado EDGE) y C (más de diez años, sin certificación). Los casos fueron seleccionados por criterio de comparabilidad en tipología multifamiliar, área construida por departamento y valor aproximado por metro cuadrado; además de accesibilidad a la información y autorización de propietarios. La muestra fue no probabilística por conveniencia, que incluyó un total de ocho departamentos con características diversas.

Se emplearon instrumentos como Excel, Google Forms, AutoCAD y EDGE. Se elaboró guía de entrevistas para

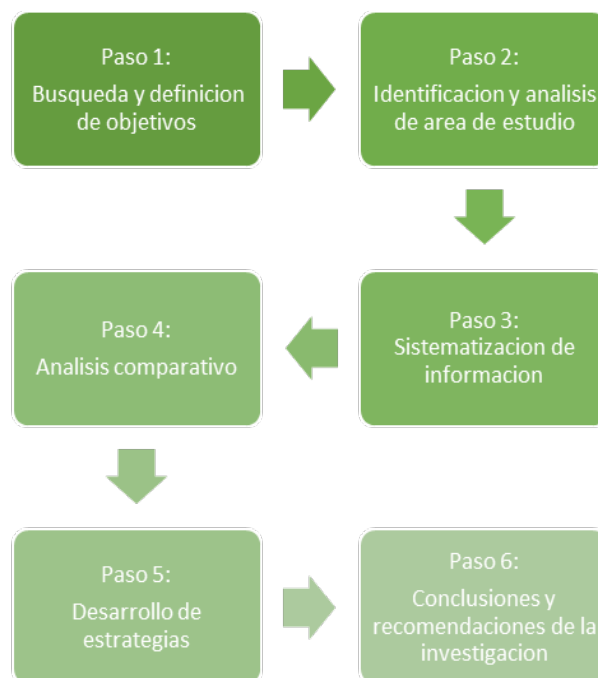


Figura 1. Diagrama de proceso metodológico. Fuente: Elaboración de los Autores

contextualizar los datos cuantitativos y explorar patrones de uso y barreras en consumo, aplicada a propietarios de los edificios A y B. Los datos de consumos de agua y energía se obtuvieron directamente de boletas de las empresas prestadoras, lo que garantizó su fiabilidad. Las entrevistas permitieron identificar variaciones de uso, como mayor tiempo de permanencia en edificio B o modificación de artefactos ahorradores, aspectos determinantes en diferencias de consumo.

Se ejecutó trabajo de campo en los tres edificios mediante observación directa de instalaciones, toma de fotografías y contraste con planos. En caso del edificio A, se registraron dos meses con consumos atípicamente bajos debido a la desocupación temporal de unidades, los que fueron ajustados mediante la sustitución de promedios mensuales por la mediana de la serie que evitan distorsiones. En el edificio B, las variaciones mensuales respondieron a diferencias mínimas en número de ocupantes, mayor permanencia diaria y la desinstalación de aireadores, que incrementaron significativamente el caudal de consumo. Asimismo, se revisaron fuentes secundarias que incluyó planos, estudios previos y documentos técnicos relacionados con certificación EDGE en edificaciones multifamiliares.

PRIMERA ETAPA

Se revisó antecedentes teóricos, estudios previos y documentación técnica sobre EDGE en edificios multifamiliares. La búsqueda permitió identificar vacíos vinculados al consumo de agua, energía y costos operativos. A partir de ello, se formularon objetivos

Tabla 1. Estructura de créditos certificación EDGE. Fuente: Elaboración de los Autores.

CATEGORÍA	CRITERIOS PRINCIPALES	PARÁMETROS EVALUADOS
ENERGÍA	Reducción del consumo energético en operación	<ul style="list-style-type: none"> - Aislamiento y eficiencia térmica de muros y techos - Vidrios y sombreados - Iluminación eficiente - Sistemas de climatización y ventilación - Bajo consumo de ascensores y electrodomésticos.
AGUA	Optimización del consumo potable	<ul style="list-style-type: none"> - Inodoros de bajo consumo - Duchas y griferías eficientes - Lavadoras de bajo consumo - Reuso de aguas grises - Captación de aguas pluviales
MATERIAL	Reducción de carbono embebido en materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Muros, techos y pisos con baja huella de carbono - Acabados y carpinterías sostenibles - Uso de materiales reciclados o reciclables - Sistemas constructivos industrializados

generales y específicos, como analizar comparativamente la relación entre la certificación EDGE y reducción de costos operativos asociados al consumo de agua y energía en Lima, mientras que los específicos delimitaron variables medibles que guiaron el proceso investigativo (Tabla 1).

SEGUNDA ETAPA

El análisis de los edificios A y B, construidos por la misma inmobiliaria, y del C, otra constructora, pero ubicado en el mismo entorno urbano que permitió evaluar beneficios de la certificación EDGE con énfasis en instalaciones sanitarias. Se enfocó en residentes cuyos departamentos mantenían aparatos sanitarios originales certificados, que consideró además la diversidad de integrantes por vivienda para comparar consumos y hábitos.

TERCERA ETAPA

Se comprobó el ahorro de agua y energía proyectado por la certificación. Los consumos reales tanto en el edificio A como en el B reflejaron la data obtenida. Para compensar diferencias departamentos se aplicó una fórmula que uniformizó cantidades y facilitó la comparación de recibos de agua y electricidad (Ecuación 1 y Ecuación 2).

$$\frac{\left(\frac{8}{18}\right) \times \text{Monto Edificio A}}{\left(\frac{8}{14}\right) \times \text{Monto Edificio B}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\left(\frac{\text{Costo de C} - \text{Costo Ajustado de A}}{\text{Costo de C}}\right) \times 100 \quad (\text{Ecuación 2})$$

CUARTA ETAPA

El enfoque comparativo de casos analizar el desempeño real de edificaciones multifamiliares con y sin certificación EDGE en condiciones urbanas similares. Esta metodología respondió la necesidad de validar empíricamente, beneficios proyectados por EDGE en términos de eficiencia energética e hídrica, ya que supera limitaciones de estudios basados en simulaciones (Reyes et al., 2022; EDGE, 2021). Diversos autores advierten brecha entre ahorros estimados y comportamiento real de edificios durante su operación (Rodríguez et al., 2021; Whitehead et al., 2014). Por ello, la comparación directa del consumo de agua y electricidad permitió identificar indicadores de eficiencia y comprender el impacto de las tecnologías aplicadas, al considerar además el rol del usuario en el cumplimiento de objetivos sostenibles (Isimbi & Park, 2022; Defilippi-Shinzato et al., 2024). Este enfoque aporta evidencia cuantitativa y cualitativa para evaluar la efectividad de certificación en contextos latinoamericanos.

QUINTA ETAPA

Las estrategias incluyeron selección de casos controlados para entender variaciones de desempeño operativo, recolección de datos post-ocupacionales, evaluación de tecnologías sanitarias para identificar uso y mantenimiento de dispositivos eficientes, aplicación de encuestas estructuradas y cálculo de indicadores de eficiencia mediante fórmulas relativas. Todo ello facilitó la comparación entre edificios y permitió identificar brechas, que destacan el performance gap.

SEXTA ETAPA

Finalmente, se desarrolló la discusión en función de los resultados sistematizados. El análisis mostró que, si bien la certificación EDGE promueve reducciones en consumo

Tabla 2. Cuadro Comparativo de Certificación EDGE. Fuente: Elaboración de los Autores.

Criterio	Edificio A	Edificio B
N° Departamentos	18	14
Fecha de Certificación	certificado en 2024	05/12/2022
Entidad Certificadora	GBCI (Green Business Certification Inc.)	GBCI (Green Business Certification Inc.)
Ahorro Energético Proyectado	24.95%	24%
Ahorro Agua Proyectado	39.03%	34%
Reducción en materiales (carbono embebido)	61.00%	62%
CO ₂ evitado (tCO ₂ /año)	34.93	45.76
Software EDGE utilizado	EDGE v3.0.0	EDGE v3.0.0
Medidas energéticas	- Vidrio eficiente - Techos reflectivos - Submedidores - Control de iluminación	- Ventanas de relación reducida - Techo aislado
Medidas sanitarias	- Ducha de 6.79 L/min- Inodoros dual flush- Lavadoras eficientes	- Ducha, griferías y sanitarios eficientes
Observaciones	Certificado para múltiples tipologías	Certificado para 14 unidades

de agua, a través de tecnologías eficientes, su efectividad depende en gran medida de la conducta de los usuarios y mantenimiento de los dispositivos. En algunos casos, la eliminación de aireadores o uso intensivo de los espacios contrarrestaron los beneficios previstos. La información recolectada permitió, además, identificar la necesidad de incluir procesos de educación al usuario y monitoreo post-ocupacional en implementación de certificaciones sostenibles.

RESULTADOS

Se analizaron tres edificios multifamiliares en Lima: el edificio "A" (nuevo con certificación EDGE), edificio "B" (con certificación EDGE y 24 meses de antigüedad) y edificio "C" (sin certificación, con más de 24 meses). Los edificios A y B, de la misma inmobiliaria, permitieron evaluar el impacto de la certificación en consumo de energía, agua y costos operativos en etapa post-ocupacional.

El edificio C se incorporó como referencia de contraste, al presentar una línea base real de prácticas convencionales en edificaciones multifamiliares limeñas. Con 16 departamentos de dimensiones similares a los edificios A y B, su diseño corresponde a estándares tradicionales con sistemas sanitarios y eléctricos básicos. A pesar de su antigüedad, se mantiene condiciones operativas adecuadas, aunque sin innovaciones tecnológicas en ahorro de agua o energía. Este caso permitió medir la brecha entre proyecciones EDGE y consumos reales en entornos urbanos homogéneos.

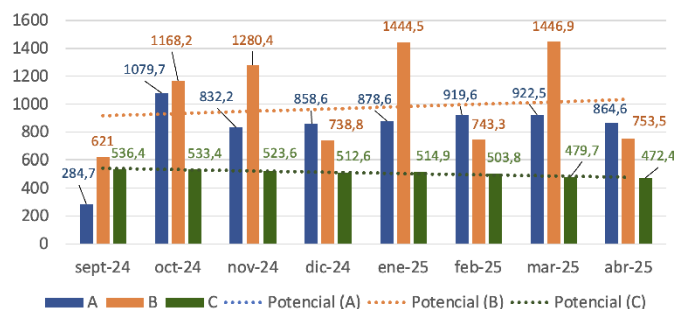


Figura 2. Consumo de luz en edificio A, B y C desde el mes de septiembre del 2024 hasta abril del 2025. Fuente: Elaboración de los Autores.

En el cuadro comparativo de certificación EDGE (Tabla 2), se observó que el edificio B cuenta con 14 departamentos y dos años de ocupación, mientras que A, con 18 unidades, está próximo a cumplir su primer año. Ambos poseen certificación EDGE, con proyecciones de ahorro del 24.95% en energía, 39.03% en agua y 61.00% en materiales. El edificio C, sin certificación, reforzó el contraste metodológico al permitir verificar diferencias operativas frente a edificaciones convencionales.

La figura 2 muestra los costos de consumo eléctrico recopilados en recibos de Luz del Sur durante ocho meses (noviembre 2024–abril 2025). El edificio A, la tendencia se mantuvo estable; en el B, se redujo un 8.5%; y en el C, la disminución fue de 1.6%. Estos resultados evidencian un comportamiento diferencial en eficiencia energética, en que destaca el edificio B con la mayor reducción porcentual.

Respecto al consumo de agua (Figura 3), entre septiembre 2024 y abril 2025, el edificio A registró un aumento del 25.5% con un pico en marzo (27.2%); el B creció 10% hasta enero, aunque en abril descendió un 8.5%; mientras que el C mostró una disminución de 1.6%. Estos resultados reflejan comportamientos variables y sugieren que hábitos de consumo de los usuarios influyen la efectividad de las tecnologías implementadas.

ENTREVISTAS

Se aplicaron 16 encuestas en los edificios A y B. Nueve propietarios desconocían que su inmueble contaba con certificación EDGE, por lo que este factor no influyó en su decisión de compra. Según la Tabla 3, solo un propietario expresó insatisfacción, mientras que un 11% de los residentes reconoció no revisar sus recibos de agua. Estos hallazgos muestran baja sensibilización de los usuarios sobre el valor agregado de la certificación.

De acuerdo con la certificación EDGE, ambos edificios obtuvieron certificación en energía, agua y materiales. Sin embargo, los consumos reales mostraron diferencias. Según la figura 2 y tabla 3, el edificio A mantuvo un consumo energético estable, mientras que B registró una menor reducción, en concordancia con que solo 12.5% de residentes percibe ahorro energético. En agua, la figura 3 evidencia mejor desempeño del edificio A, frente al incremento del 10% en B, coherente con el 68.8% de usuarios que no monitorea su consumo. En emisiones de CO₂, el edificio B reportó 45.76 toneladas anuales, frente a 34.93 de A, lo que confirma mejor desempeño ambiental del segundo.

Los datos de la Tabla 4 indican que el edificio A registró un costo promedio mensual por departamento de S/ 490.50, más elevado que el esperado para proyecto certificado, lo que podría explicar mayores gastos comunes o diferencias en distribución de cuotas. En este

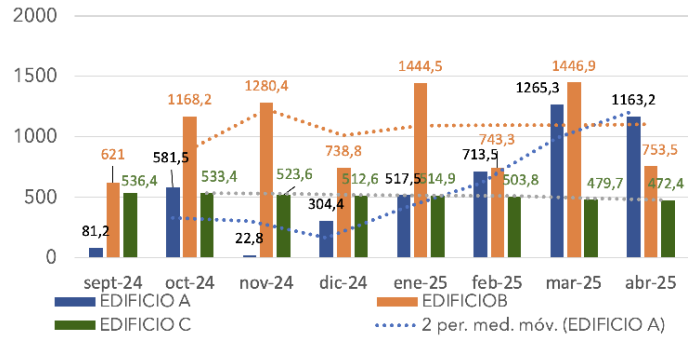


Figura 3. Consumo de agua en edificios A, B y C desde septiembre del 2024 hasta abril del 2025. Fuente: Elaboración de los Autores.

Tabla 3. Resultados de encuestas a residentes de edificios EDGE. Fuente: Elaboración de los Autores.

INDICADOR	OPCION	CANT.	%
Conocimiento sobre la certificación EDGE	Si	7	43.8
	No	9	56.3
Percepción de beneficios de EDGE	Ahorro de agua	5	31.3
	Mayor valor del inmueble	4	25.0
	Ahorro de energía	2	12.5
	No sabe	5	31.3
Satisfacción con funcionamiento sanitario.	No satisfecho	1	6.3
	Satisfecho sin observaciones	15	93.8
Monitorio del consumo de agua	Nunca	11	68.8.
	Rara vez	2	12.5
	Usualmente/ casi siempre	3	18.7

Tabla 4. Tabla Comparativa de Costos Operativos – mayo 2025. Fuente: Elaboración de los Autores.

CATEGORÍA	Edificio A (EDGE)	Edificio B (EDGE)	Edificio C (sin EDGE)
N° total de departamentos	18	14	8
Total gasto mensual (S/)	8829.03	8361.41	3011.55
Promedio mensual por dpto (S/)	490.50	597.24	376.44
Gasto mensual (8 dptos comparables)	3924.01	4777.95	3011.55
Promedio por dpto (8) (S/)	490.50	597.24	376.44
Consumo de agua promedio (S/)	332.10	597.24	291.20
Consumo eléctrico promedio (S/)	368.92	585.47	509.60
Otros egresos	Incluidos	Egresos comunes + provisionales	Detallado

Tabla 5. Costos de electricidad. Fuente: Elaboración de los Autores.

Edificio	kWh/mes ajustado	Costo ajustado (S/.)	% de certificación EDGE	Equipos domóticos	Iluminación LED	Observaciones
A (EDGE)	531.66	2951.33	25	Sí	Sí	Uso intensivo de domótica
B (EDGE)	461.26	3642.26	24	Parcial	Sí	Uso parcial
C (sin EDGE)	317.6	4076.80	0	No	No	Poco uso

caso, el consumo promedio de agua y electricidad fue de S/ 701.02. El edificio B, también certificado, presentó el costo promedio más alto, con S/ 597.24 por vivienda, junto con consumos de agua y luz de S/ 1 170.94, posicionándose como el menos eficiente operativamente. En contraste, el edificio C, sin certificación, tuvo el costo más bajo con S/ 376.44, con consumo de agua y electricidad promedio de S/ 800.80, lo que evidenció una mayor eficiencia económica, aunque sin respaldo en criterios de sostenibilidad.

Tabla 6. Costos de agua. Fuente: Elaboración de los Autores.

DPTO	Edificio	m³/mes	Costo (S/.)	% de certificación EDGE
Dpto. A1	A (EDGE)	90.22	2066.40	39
Dpto. B2	B (EDGE)	109.21	4683.77	34
Dpto. C3	C (sin EDGE)	102.3	4076.80	0

DISCUSIÓN

Para la comparación de resultados se empleó la ecuación (1), cuyo propósito fue calcular el porcentaje real de ahorro que considera como base el edificio C, al no contar con certificación EDGE. De este modo, se evaluó el desempeño de los edificios A y B, ambos certificados, frente al convencional.

ANÁLISIS ELECTRICIDAD:

Los resultados obtenidos mediante la ecuación (1) evidencian discrepancias entre ahorros proyectados y reales en los edificios EDGE. En el caso del consumo eléctrico (Tabla 5), el edificio A superó su meta certificada (28% de ahorro real frente al 25% proyectado), mientras que B apenas logró 10.64%, confirmándose un performance gap (Whitehead et al., 2014). Este fenómeno se explicó principalmente por dos factores: implementación parcial de sistemas domóticos en B, que redujo su potencial de eficiencia (Cabeza et al., 2028), y modificación del sistema de iluminación por los usuarios, lo que incrementó el consumo, reforzándose la hipótesis de Aini y Tarigan (2023) sobre influencia del factor humano.

ANÁLISIS DEL CONSUMO DE AGUA:

En el caso hídrico (Tabla 6), se identificó un patrón más marcado: el edificio A superó la meta (49% vs. 39%), mientras que B presentó un sobreconsumo del 14.89%. Este hallazgo concuerda con Rodríguez et al. (2021),

quienes señalaron que el 12% de proyectos EDGE en Colombia incumplieron metas de ahorro. Un aspecto crítico fue la remoción de aireadores en griferías por parte de residentes, lo que anuló beneficios de tecnologías eficientes y evidenció la importancia de programas educativos permanentes (Isimbi & Park, 2022).

El análisis integral (Tabla 7) mostró que el edificio A incrementó en 26.44 % sus gastos de mantenimiento respecto al edificio sin certificación (C), mientras que B los elevó en 53.95 %. EDGE no establece metas en este rubro, al carecer de referencias certificadas. El edificio C, aunque registró menor costo absoluto, no incluye provisiones sanitarias ni reposición de equipos, lo que explica su baja proporción en el gasto total. Estas diferencias se asociaron a la mayor permanencia diaria de los residentes en B (Tabla 3), variable usualmente excluida de proyecciones (EDGE, 2021). También se identificaron fallas en la gestión operativa, como contratación de proveedores económicos que ocasionaron la avería de bombas de agua. Dichos hechos respaldan la necesidad de protocolos más estrictos de verificación post-ocupacional (Defilippi-Shinzato et al., 2024).

Si bien la certificación EDGE demostró potencial en la optimización energética e hídrica, su efectividad depende de tres dimensiones clave: (1) implementación integral de tecnologías eficientes, (2) gestión del comportamiento de los ocupantes mediante educación continua y (3) marcos normativos que exijan evaluaciones periódicas post-ocupación. Estos resultados constituyen evidencia

Tabla 7. Resumen comparativo de ahorro estimado EDGE vs sin certificación. Fuente: Elaboración de los Autores.

Edificio	Promedio mensual mantenimiento (S/.)	% que representa del costo total de servicios	Incluye mantenimiento sanitario	Observaciones
A (EDGE)	S/ 3,924.01	44%	Sí	Se ajustó al valor de 8 departamentos
B (EDGE)	S/ 4,777.95	57%	Parcial	
C (sin EDGE)	S/ 3,011.55	100%	No	Total de dptos

Tabla 8. Comparación entre ambos edificios. Fuente: Elaboración de los Autores.

Rubro	Ahorro Certificado Edificio A (%)	Ahorro Certificado Edificio B (%)	Ahorro A vs C (%)	Ahorro B vs C (%)
Agua (S/.)	39	34	49	-14.89
Electricidad	25	24	28	10.64
Mantenimiento	-No especifica	No especifica	-26.44	-53.95

empírica relevante para fortalecer la implementación de certificaciones sostenibles y las políticas urbanas alineadas al ODS 11 en contextos latinoamericanos.

CONCLUSIONES

Los resultados evidenciaron que la certificación EDGE presentó una eficacia diferenciada según el ámbito de aplicación. En el edificio A, se verificó un desempeño favorable al superar en tres puntos porcentuales su meta certificada (28 % vs. 25 % de ahorro energético) y alcanzar un 49 % de ahorro en agua respecto al edificio convencional, que supera también la meta proyectada del 39 % (Tabla 8). Estos resultados confirmaron el potencial de la certificación para optimizar el desempeño hídrico-energético.

Sin embargo, el hallazgo más crítico correspondió al edificio B, que tras dos años de ocupación registró un consumo de agua 14.89 % superior al edificio convencional con más de diez años de uso. Este resultado reflejó una vulnerabilidad importante de la certificación, pues el sobreconsumo no podía atribuirse únicamente a la falta de concientización de los residentes, sino también a factores estructurales vinculados a implementación (remoción de aireadores) y operación de las medidas EDGE.

La comparación con el edificio C fue especialmente relevante, pues su carácter convencional ofreció un

punto de referencia empírico para validar el impacto de la certificación EDGE en A y B. Este contraste permitió demostrar que los ahorros observados en el edificio A no fueron circunstanciales, sino atribuibles a las medidas implementadas, y que las deficiencias de B no representaban el promedio del parque inmobiliario limeño. En ese sentido, la inclusión del edificio C reforzó la solidez metodológica y aseguró que los resultados obtenidos tuvieran mayor validez externa, constituyéndose en referente clave para futuras investigaciones comparativas sobre eficiencia hídrica y energética en viviendas multifamiliares.

En conclusión, la eficacia de EDGE dependió de tres condiciones técnicas: (1) Implementación integral de los sistemas proyectados, (2) Operación conforme al diseño y (3) Monitoreo automatizado con retroalimentación en tiempo real. Solo mediante estas condiciones fue posible sostener los ahorros a largo plazo, que consolida a EDGE como instrumento valioso para sostenibilidad urbana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aini, T. N., & Tarigan, S. G. (2023). Analysis of the EDGE Rating System Implementation in PKN STAN Buildings. *Architectural Research Journal*, 3(2), 46-49. <https://doi.org/10.22225/arj.3.2.2023.46-49>

- Alsabry, A., Szymański, K. & Backiel-Brzozowska, B. (2024). Analysis of the Energy, Environmental and Economic Efficiency of Multi-Family Residential Buildings in Poland. *Energies*, 17(9), 2057. <https://doi.org/10.3390/en17092057>
- Agyekum, K., Akli-Nartey, E. E. K., Kukah, A. S., & Agyekum, A. K. (2021). Importance-performance analysis (IPA) of the indoor environmental quality (IEQ) of an EDGE-certified building in Ghana. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(1), 73-95. <https://doi.org/10.1108/ijbpa-03-2021-0040>
- Cabeza, L. F., de Gracia, A., & Pisello, A. L. (2018). Integration of renewable technologies in historical and heritage buildings: A review. *Energy and Buildings*, 177, 96–111. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.07.058>
- Condezo-Solano, M. J., Erazo-Rondinel, A. A., Barrozo-Bojorquez, L. M., Rivera-Navarrete, C. C., & García-Puella, A. Z. (2024). Un análisis del impacto de la certificación EDGE en edificaciones: el caso de Perú. *Hábitat Sustentable*, 14(1), 66–79. <https://doi.org/10.22320/07190700.2024.14.01.05>
- Defilippi-Shinzato, M., Castañeda-Pérez, L., Rodríguez-Cerrón, L., Watanabe-Takayama, A., Holguín-Defilippi, D., Mantilla-Huertas, J., & Dueñas-Dávila, A. (2024). Desempeño ambiental y percepción social de una edificación con certificación ambiental. Estudio de caso del hotel de tres estrellas en Miraflores, Ciudad de Lima, Perú. *AUS – Arquitectura / Urbanismo / Sustentabilidad*, (35), 74–89. <https://doi.org/10.4206/aus.2024.n35-09>
- EDGE (2021). *EDGE User Guide: Certification for Resource-Efficient Buildings*. <https://edge.gbci.org/?language=en>
- Filippini, M., & Obrist, A. (2022). Are households living in green certified buildings consuming less energy? Evidence from Switzerland. *Energy Policy*, 161, 112724. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112724>
- Gil-Ozoudeh, I., Iwuanyanwu, O., Okwandu, A. C., & Ike, C. S. (2024). The impact of green building certifications on market value and occupant satisfaction. *International Journal of Management & Entrepreneurship Research*, 6(8). <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i8.1466>
- Ibrahim, H., SalahEldin Elsayed, M., Seddik Moustafa, W., y Mohamed Abdou, H. (2023). Functional analysis as a method on sustainable building design: A case study in educational buildings implementing the triple bottom line. *Alexandria Engineering Journal*, 62, 63–73. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.07.019>
- International Finance Corporation [IFC]. (18 de Julio de 2025). What is EDGE? *Excellence in Design for Greater Efficiencies Edge Buildings*. <https://edgebuildings.com/about/about-edge/>
- Isimbi, D., & Park, J (2022). The Analysis of the EDGE Certification System on Residential Complexes to Improve Sustainability and Affordability. *Buildings*, 12(10), 1729. <https://doi.org/10.3390/buildings12101729>
- Mannan, K., & Safitri, R. (2025). Energy Efficiency Improvement Strategies for High-Rise Apartment in Bintaro Using the EDGE Assessment Tool. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1439, 012021. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1439/1/012021>
- Mach, A., Parra, M., & Teamah, H. (2025). Post-Occupancy Evaluation of a Passive Multi-Unit Residential Building and a Single-Family Passive House. *Sustainability*, 17(9), 3799. <https://doi.org/10.3390/su17093799>
- Marques, A., Januário, J. F., & Cruz, C. O. (2024). Sustainability Certifications in Real Estate: Value and Perception. *Buildings*, 14(12), 3823. <https://doi.org/10.3390/buildings14123823>
- Marzouk, O. A. (2023). Zero Carbon Ready Metrics for a Single-Family Home in the Sultanate of Oman Based on EDGE Certification System for Green Buildings. *Sustainability*, 15(18), 13856. <https://doi.org/10.3390/su151813856>
- Reyes, N., Huaman, K., Neyra-Rivera, C. D., Acevedo-Flores, J., Perez-Acuña, K., Morales-Barrenechea, J., Gutierrez-Aguado, A., & Gutiérrez, E. L. (2022). Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS) en el Perú: estado actual y retos futuros. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 15(1), e1543. <https://cmhnaaa.org.pe/ojs/index.php/rcmhnaaa/article/view/1543>
- Rodríguez, A. M., Fernández, A. C. R., Rojas, L. V., Palma, F. P., & Oliveros, A. B. (2021). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 871, 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012008>
- Velázquez-Robles, J. F., Picó, E. C., & Hosseini, S. M. A. (2022). Environmental performance assessment: A comparison and improvement of three existing social housing projects. *Cleaner Environmental Systems*, 5, 100077. <https://doi.org/10.1016/j.cesys.2022.100077>
- Whitehead, B., Andrews, D., Shah, A., & Maidment, G. (2014). Assessing the environmental impact of data centres part 1: Background, energy use and metrics. *Building And Environment*, 82, 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.08.021>