

Caracterización del consumo de electricidad en viviendas residenciales de la región andina Cuenca - Ecuador: propuesta de reducción ante la crisis energética

Characterization of electricity consumption in residential homes in the Andean region Cuenca - Ecuador: proposal for reduction in the face of the energy crisis

- ¹ Edgar Froilán Guamán Tenecora  <https://orcid.org/0009-0003-2132-5402>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Construcciones con Mención en Administración en la Construcción Sustentable
efguamant77@est.ucacue.edu.ec
- ² Jefferson Torres-Quezada  <https://orcid.org/0000-0002-1832-1369>
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Construcciones con Mención en Administración en la Construcción Sustentable
jefferson.torres@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/01/2025

Revisado: 17/02/2025

Aceptado: 28/03/2025

Publicado: 30/04/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v7i2.1.605>

Cítese:

Guamán Tenecora, E. F., & Torres Quezada, J. (2025). Caracterización del consumo de electricidad en viviendas residenciales de la región andina Cuenca - Ecuador: propuesta de reducción ante la crisis energética. AlfaPublicaciones, 7(2.1), 32–53. <https://doi.org/10.33262/ap.v7i2.1.605>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves:

Crisis energética,
Consumo
energético,
Viviendas
residenciales,
Eficiencia
energética,
Energías
renovables

Keywords:

Energy crisis,
Energy

Resumen

Introducción. La crisis energética que atraviesa Ecuador, impulsada por la alta dependencia de la energía hidroeléctrica y la variabilidad climática, ha afectado principalmente a las viviendas residenciales, con cortes de energía, mayores costos y una menor calidad de vida. Esta situación requiere una respuesta eficaz en términos de políticas públicas y de hábitos de consumo energético en los hogares. **Objetivo.** Caracterizar el consumo de energía en las viviendas residenciales de la región andina de Ecuador, mediante la implementación de encuestas y mediciones de consumo eléctrico, para la identificación de patrones y oportunidades de eficiencia energética que contribuyan a la reducción del consumo energético y a la mitigación de la crisis energética actual. **Metodología.** Encuestas a hogares residenciales en Cuenca. Los datos fueron analizados exploratoriamente. Se verificaron los supuestos de normalidad con el test de Shapiro-Wilk y de homogeneidad de varianzas con el test de Levene. Se aplicaron pruebas estadísticas, t y ANOVA. Además, se utilizó regresión lineal para analizar la asociación entre las variables y el consumo energético. Finalmente, se aplicó clustering. **Resultados.** El consumo energético no está asociado con el tipo de vivienda, sector, nivel socioeconómico, así como tampoco, con el tamaño, el gasto, el número de personas, de baños y dormitorios. El perfil de consumo energético no muestra patrones claros en relación con los factores analizados. El aparato con mayor demanda energética en las viviendas es el refrigerador. **Conclusiones.** En las viviendas residenciales de Cuenca, en promedio, el consumo de energía es de 84.8 kWh, con una variabilidad de 17.5 kWh. Apreciándose, un consumo promedio mayor en los departamentos y en hogares con un nivel socioeconómico medio. No hay patrones significativos relacionados con el tipo de vivienda o el nivel socioeconómico; sin embargo, el alto consumo del refrigerador sugiere una oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética. **Área de estudio general:** Energía y Sostenibilidad. **Área de estudio específica:** Consumo Energético. **Tipo de estudio:** Artículo original.

Abstract

Introduction. The energy crisis in Ecuador, driven by high dependence on hydropower and climate variability, has affected

consumption,
Residential homes,
Energy efficiency,
Renewable
energies

residential dwellings, with power outages, higher costs, and lower quality of life. This situation requires an effective response in terms of public policies and household energy consumption habits. Objective. To characterize energy consumption in residential dwellings in the Andean region of Ecuador, through the implementation of surveys and electricity consumption measurements, to identify energy efficiency patterns and opportunities that contribute to the reduction of energy consumption and the mitigation of the current energy crisis. Methodology. Surveys of residential households in Cuenca. Data was analyzed exploratorily. The assumptions of normality were verified with the Shapiro-Wilk test and homogeneity of variance with the Levene test. Statistical tests, t-tests and ANOVA were applied. In addition, linear regression was used to analyze the association between variables and energy consumption. Finally, clustering was applied. **Results.** Energy consumption is not associated with the type of housing, sector, socioeconomic level, size, expenses, the number of people, bathrooms, and bedrooms. The energy consumption profile does not show clear patterns in relation to the factors analyzed. The appliance with the highest energy demand in homes is the refrigerator. **Conclusion.** In Cuenca's residential homes, the average energy consumption is 84.8 kWh, with a variability of 17.5 kWh. A higher average consumption can be seen in apartments and in homes with a medium socioeconomic level. There are no significant patterns related to the type of housing or the socioeconomic level; however, the high consumption of the refrigerator suggests an opportunity to implement energy efficiency measures. **General Area of Study:** Energy and Sustainability. **Specific area of study:** Energy consumption. **Type of study:** Original article.

1. Introducción

La electricidad es un recurso fundamental para el funcionamiento de la sociedad contemporánea (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2023). El acceso y disponibilidad del suministro energético son factores críticos que inciden directamente en el desarrollo económico, social y tecnológico de un país (Zhang et al., 2019). No obstante a pesar de su relevancia se presentan retos

significativos asociados con la infraestructura eléctrica, la sostenibilidad de las fuentes energéticas y los cambios ambientales. Si estos desafíos no son abordados de manera oportuna y efectiva, pueden dar lugar a una crisis eléctrica sin precedentes.

En respuesta a esta realidad, investigaciones recientes se han enfocado en caracterizar el consumo de energía eléctrica con el propósito de identificar patrones de uso y proponer estrategias efectivas que promuevan la eficiencia energética y la reducción del consumo, contribuyendo así a mitigar el impacto de la crisis en el bienestar de la población y el medio ambiente. Desde una perspectiva analítica Araujo-Vizuet & Robalino-López (2023), destacan la importancia que el sistema energético desempeña en la sociedad y su impacto tanto en el crecimiento demográfico como en las alteraciones de los ecosistemas, lo cual, hace necesario el planteamiento de estrategias y políticas públicas orientadas hacia una manera correcta y sostenible de consumo energético. Para tal efecto utilizaron un enfoque Bottom-up, para diferenciar grupos de consumidores considerando factores económicos, sociales, culturales, ambientales y tecnológicos; abordando el primer y segundo nivel de desagregación para explorar y describir el consumo en el sector residencial referido a las áreas urbana y rural caracterizado por los ingresos y consumos de los hogares. Los autores encontraron que, los hogares del sector urbano presentan mayores ingresos, más artefactos y equipamiento, por lo mismo y mayores gastos; consecuentemente, la matriz correspondiente a los usos es más variada, grande y compleja. Complementando esta perspectiva Moya et al. (2022) investigan las motivaciones de los consumidores respecto a la adopción de tecnologías energéticas, empleando un enfoque innovador que combina sistemas de información geográfica y encuestas. Los resultados proporcionan una visión detallada de la heterogeneidad del consumo energético en el sector, además, ofrecen datos cuantitativos y espaciales que son sustanciales para la modelación del sistema energético y la evaluación de políticas energéticas.

Así la investigación de Araujo-Vizuet & Robalino-López (2023) resalta cómo la desagregación del consumo en sectores urbano y rural permite entender mejor las dinámicas de uso y facilitar la implementación de políticas públicas que incentiven una transición hacia prácticas más sostenibles. En tanto que el enfoque de Moya et al. (2022) complementa esta visión al explorar las motivaciones detrás de las decisiones de los consumidores en la adopción de tecnologías energéticas, lo que resulta crucial para diseñar intervenciones personalizadas que promuevan la eficiencia energética.

A medida que se profundiza en estos patrones de consumo, se identifican múltiples factores que los determinan. Estudios como el de Belaid et al. (2020), proporciona nueva evidencia sobre dichos factores, a través de un modelo de regresión cuantil y una técnica innovadora de selección de variables mediante regularización elástica adaptativa. Los hallazgos indican que la variación en el consumo energético está relacionada tanto con

atributos demográficos, socioeconómicos y con las características de la vivienda. Al mismo tiempo Tsemekidi et al. (2019), utilizando la técnica del índice de Divisia de media logarítmica, provee un análisis detallado de cómo factores como la población, la riqueza, la intensidad y el clima han influido en las tendencias de consumo energético residencial en la UE-28. Estos resultados son similares a los de Seth et al. (2024), al usar modelos de regresión lineal encontraron que, los ingresos del hogar, el tipo de tenencia, propiedad de la vivienda y el uso de artefactos de iluminación, televisores, refrigeradores, ventiladores, congeladores y aires acondicionados, son predictores significativos del uso de la electricidad. De igual manera Bogin et al. (2021) concluyeron en su investigación que los factores económicos y el estilo de vida de los hogares como los ingresos están asociados con un mayor consumo de electricidad.

En relación con lo anterior Karatasou & Santamouris (2019), investigaron la relación entre el tamaño de la vivienda y número de electrodomésticos con respecto al nivel socioeconómico, el tamaño del hogar y el consumo de energía residencial. Los hallazgos indican una asociación positiva tamaño - consumo de energía, evidenciando un efecto directo. Además el nivel socioeconómico influye significativamente en el consumo de energía, mediado por el tamaño de la unidad de vivienda y el número de electrodomésticos disponibles. Quispe & Tonato (2021) proponen el uso de tecnología LED como una eficaz estrategia para reducir el consumo eléctrico, empleando un enfoque de muestreo probabilístico por conglomerado para analizar la variabilidad en los consumos de iluminación, influenciada por diferentes tipos de bombillas y sus características. Sus hallazgos muestran que, la adopción de iluminación LED podría disminuir el consumo eléctrico en un 65,9%, lo que representa un beneficio significativo para la sociedad. No obstante, señalan que no se ha logrado un impacto significativo en la población con las políticas estatales implementadas.

Considerando esto, el uso ineficiente de energía se convierte en un desafío clave, puesto que, está asociado directamente con un alto consumo energético. De allí que, la eficiencia energética se convierte en un pilar fundamental para abordar dichos desafíos; que plantea el consumo de energía en un contexto de creciente demanda y limitaciones ambientales. Al identificar patrones de uso y promover estrategias efectivas, se busca optimizar el consumo energético y fomentar un cambio en las conductas de los consumidores. Al respecto el estudio de Abad & Aguaiza (2019) revela la importancia de establecer medidas de Eficiencia Energética (EE) adecuadas a nivel local, dado que la falta de planificación en este ámbito impide medir el impacto de políticas destinadas al ahorro energético y la reducción de emisiones contaminantes. A través de un análisis del consumo de energía en el sector residencial urbano y rural entre 2017 y 2030, se propusieron varios escenarios basados en diferentes medidas de EE, como cocción eficiente y calentadores solares. Los resultados indican que el escenario más efectivo para controlar la demanda total de energía hacia 2030 es el de cocción GLP, mientras que, el

uso de calentadores eléctricos se presenta como la mejor opción para reducir las emisiones de CO₂. Cada alternativa sugiere ahorros significativos en el consumo energético y una notable disminución en las emisiones equivalentes de CO₂, subrayando la necesidad de una planificación energética más estratégica y consciente.

En ese mismo orden de ideas la investigación de Espejo-Velasco et al. (2024), realizada en una vivienda residencial se centra en la reestructuración del sistema eléctrico como medida de eficiencia energética y económica. Los resultados evidencian que adherirse a los estándares y normativas durante las instalaciones eléctricas es ventajoso, ya que, esta conformidad no solo permite optimizar el consumo de energía y reducir costos, sino que, además, coadyuva a una mayor durabilidad de los dispositivos, mejora la calidad de vida y asegura un uso inequívoco de la energía eléctrica. Por otro lado, la automatización de la vivienda, a través de la domótica, se presenta como una solución efectiva para mejorar la calidad de vida de las personas al ofrecer tranquilidad, bienestar y comodidad, además de contribuir al ahorro de energía, tiempo y dinero, al permitir un control inteligente de sistemas como iluminación, seguridad y uso de recursos como agua y gas (Soto & Castillo, 2022). Lo anterior se complementa con políticas de eficiencia energética residencial en el consumo de energía de los hogares (Aydin & Brounen, 2019), creando un panorama integral donde la reestructuración del sistema eléctrico y la automatización del hogar se interrelacionan para fomentar un entorno más eficiente y sostenible.

Ramos-Males & Bautista-Segovia (2022) se centran en la importancia de la eficiencia energética como una estrategia primordial que coadyuva en la economía doméstica en Ecuador, sugiriendo que un uso más consciente y eficiente de la misma, puede tener beneficios económicos significativos para las familias. Puesto que el sector residencial representa una parte significativa del presupuesto familiar. Igualmente Palacios (2020) en su estudio sobre eficiencia energética residencial, analiza indicadores con el propósito de evaluar hasta qué punto es posible disminuir el consumo energético en el sector residencial, sin que eso afecte las condiciones de confort. Por otro lado Parra-Jácome et al. (2024) clasificaron los hogares y su patrón de consumo considerando variables demográficas, geográficas, económicas y técnicas. Para ello recurrieron a datos estadísticos provenientes de encuestas y censos nacionales y, además, aplicaron una metodología tanto de arriba hacia abajo como de abajo hacia arriba, en conjunto con un análisis integrado multi-escala del metabolismo de la sociedad y el ecosistema (MuSIASEM).

De igual manera Castro et al. (2024) aplicaron encuestas estructuradas a 32 pobladores de la comunidad de Santo Domingo y realizaron un análisis de datos geográficos para identificar patrones de consumo energético. A su vez la investigación de Quishpe & Quishpe (2018), aborda desde la deontología este problema, partiendo de la idea que, el mal uso de la energía puede desencadenar en elevados costos. De allí la importancia de

un adecuado uso del recurso, para beneficio del hogar y de la sociedad. Para Franco-García et al. (2024) la optimización del consumo energético se traduce en eficiencia energética, por ello, en su estudio plantean el desplazamiento de cargas como una estrategia efectiva para reducir el consumo en las horas pico en cuatro circuitos específicos del alimentador 31 de la Subestación Manta 3. Al respecto Ramos-Males & Bautista-Segovia (2022) llevaron a cabo un análisis documental y de contenido sobre la eficiencia energética como una estrategia para optimizar la economía doméstica. En tanto que Torres (2020) caracterizó los equipos eléctricos en hogares del sector residencial.

En efecto el consumo energético ha sido un área de estudio, pero, su relevancia se ha intensificado a nivel mundial debido a la crisis energética que enfrentan algunos países de Latinoamérica. Ecuador, no escapa de esa realidad, en los últimos meses, ha enfrentado una crisis eléctrica sin igual, misma que se ha visto agravada por la alta dependencia de la energía hidroeléctrica y la variabilidad climática. Esta situación ha impactado especialmente a las viviendas residenciales, lo que hace imprescindible adoptar hábitos que fomenten el ahorro de energía eléctrica y maximicen el uso de los recursos energéticos disponibles.

En este contexto se destacan dos aspectos fundamentales: en primer lugar la caracterización del consumo energético en las viviendas residenciales y en segundo lugar la eficiencia energética. El consumo energético se refiere la cantidad de energía utilizada por un individuo, un grupo o una entidad en un período de tiempo determinado para llevar a cabo diversas actividades. Por su parte la eficiencia energética se refiere a un menor consumo de energía, sin que eso signifique un cambio en la calidad de vida de los beneficiarios (Espejo-Velasco et al., 2024).

Claramente comprender el patrón de consumo eléctrico en las viviendas residenciales, sector que representa una parte significativa del consumo total de energía del país es de gran relevancia. Por tal motivo esta investigación se considera pertinente debido a la urgente necesidad que atraviesa el país para abordar la crisis energética actual, teniendo en cuenta que, es un problema que además de afectar el bienestar de las familias ecuatorianas, tiene implicaciones en el desarrollo socioeconómico del país. De igual manera se justifica, ya que se van a obtener datos precisos sobre el comportamiento del consumo de electricidad en las viviendas residenciales. Esta información permitirá identificar tendencias y hábitos de uso que serán de gran utilidad para diseñar estrategias específicas, que coadyuven a mitigar el impacto de la crisis energética.

Desde esta perspectiva, el presente artículo busca caracterizar el consumo de energía en las viviendas residenciales de la región andina de Ecuador, mediante la implementación de encuestas y mediciones de consumo eléctrico, para la

identificación de patrones y oportunidades de eficiencia energética que contribuyan a la reducción del consumo energético y a la mitigación de la crisis energética actual.

2. Metodología

El diseño que se utilizó en la investigación es no experimental, de tipo exploratorio-descriptivo. La información sobre las características generales de las viviendas y el consumo de electricidad se recolectó a través de una ficha en un único instante de tiempo. Asimismo, las facturas revisadas contemplan el consumo de energía en un determinado mes.

Se plantea una investigación con enfoque cuantitativo, práctica aplicada, documental y de campo; de tipo transversal. Se recopilaban datos numéricos sobre los electrodomésticos, frecuencia de uso, horas promedio de uso, así como, potencia en W por equipo y total; con el propósito de encontrar patrones en el consumo de energía en las viviendas residenciales. Igualmente, se utilizaron las facturas de consumo por vivienda que arroja la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL EP). A su vez es tipo práctica-aplicada al caracterizar el consumo de electricidad en viviendas residenciales, los usuarios podrán conocer cuáles estrategias aplicar para la eficiencia energética. Por otro lado, según la fuente de datos, es documental y de campo. En el primer caso, se utilizan las facturas del consumo energético de cada vivienda suministradas por el jefe del hogar. En el segundo caso, se realiza una visita a cada vivienda y, mediante observación directa se registra la información en una ficha. En cuanto al tiempo, la investigación es de tipo transversal, la información se recopila en un único instante de tiempo y, según el alcance, es descriptiva y explicativa, ya que, para cada vivienda se describen las características generales y de consumo de electricidad, además de la descripción se busca explicar cuáles son las causas que hay detrás de la variación en el consumo total de energía.

En el contexto de la caracterización del consumo de electricidad, el método analítico se utilizó para desglosar el consumo eléctrico en diferentes categorías, por tipo de vivienda, tamaño, número de personas, uso de electrodomésticos y hábitos de consumo de los residentes. Por su parte, el método inductivo se utilizó para recopilar datos sobre el consumo de electricidad de las viviendas a través de la observación individual del fenómeno. A partir de estos datos específicos, se identificaron tendencias en el consumo eléctrico para formular recomendaciones generales para la reducción del consumo eléctrico en viviendas residenciales. Por último, el método deductivo se usó cuando se aplicaron teorías existentes sobre eficiencia energética y consumo eléctrico en contextos similares a la región de Cuenca. En resumen el método analítico ayudó a entender la estructura del consumo, el método inductivo, permitió generar conclusiones basadas en observaciones específicas y, el método deductivo, facilitó la aplicación de teorías existentes para desarrollar propuestas efectivas de reducción ante la crisis energética.

Se utilizó el análisis de casos para estudiar el comportamiento del consumo de energía en 10 viviendas residenciales ubicadas en Cuenca, las cuales, fueron seleccionadas considerando como criterios de inclusión: tamaño de la vivienda entre 125 m² y 180 m², de 3 a 5 dormitorios, área urbana en vivienda residencial, perteneciente a cinco sectores: San Sebastián, Totoracocha, Yanuncay, San Blas y El Vecino. En cuanto al nivel socioeconómico se estableció en alto, medio y bajo, de acuerdo con la clasificación utilizada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la cual señala que, en un hogar de clase baja el ingreso es de \$43 por persona, de clase media \$320 y alta a partir de \$1955 (García, 2021). Se excluyeron del estudio las viviendas que no cumplieran con las características previamente mencionadas.

Para tal efecto, el instrumento aplicado fue una ficha, contenía preguntas cerradas y abiertas sobre las características generales y el consumo de electricidad, de las viviendas residenciales.

Para cumplir con los objetivos planteados, se consideraron tres etapas en la investigación. La primera etapa, corresponde al marco referencial, para lo cual, se llevó a cabo una revisión en la literatura sobre el consumo de electricidad y la eficiencia energética, y se elaboró la ficha. En la segunda fase del estudio, el investigador realizó visitas a los domicilios, donde recopiló las respuestas proporcionadas por los propietarios, dedicando aproximadamente 30 minutos a cada hogar para completar la ficha correspondiente. Posteriormente, se procedió a la digitalización y depuración de los datos. En la última etapa se llevaron a cabo los análisis para cumplir con los objetivos planteados. Para caracterizar el consumo energético de las viviendas residenciales, se realizó un análisis exploratorio de los datos mediante tablas con frecuencias y porcentajes. Se construyeron gráficos de cajas para las variables cualitativas tipo de vivienda, sector y nivel socioeconómico y, de dispersión juntamente con los coeficientes de correlación para el tamaño de vivienda, gasto en electricidad, número de personas, baños y dormitorios. Posteriormente, se ejecutaron test estadísticos, prueba t, ANOVA, para verificar si existen diferencias significativas en el comportamiento del consumo energético por grupos. Previamente, se comprobaron los supuestos de normalidad usando el test de Shapiro Wilk y de homogeneidad de varianza a través de Levene. Además se utilizó regresión lineal, para observar qué variables está asociadas con el consumo. Seguidamente, se realizó clustering para identificar patrones de consumo. El software utilizado fue SPSS, versión 26 y Rstudio.

3. Resultados

En este apartado se exponen los resultados del análisis exploratorio de datos, enfocado en el perfil de consumo energético de las diez viviendas seleccionadas, clasificadas según el sector, tipo de vivienda y nivel socioeconómico. Asimismo, se presenta un desglose del consumo eléctrico asociado a los distintos electrodomésticos presentes en cada hogar, con

el propósito de identificar patrones relevantes y posibles diferencias entre los grupos definidos.

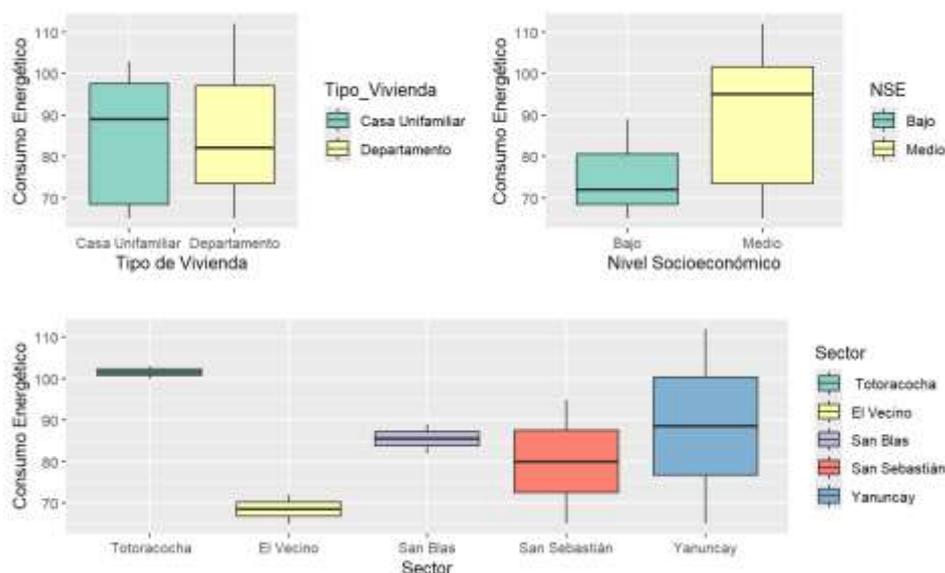
3.1. Análisis Exploratorio

El consumo de energía promedio en las viviendas residenciales de la muestra bajo estudio fue de 84.8 kWh, con una variabilidad de 17.5 kWh. El valor mínimo y máximo, de consumo para el período analizado fue de 65 y 112, kWh, respectivamente. En la **Tabla 1** se observa que en promedio las viviendas residenciales estudiadas tienen un tamaño de 115.10 m², con 4 personas, 4 dormitorios, 1.80 baños y, un gasto en energía de \$23.90. Con una mayor representación de casas unifamiliares y nivel socioeconómico bajo. La media del consumo energético es mayor en los departamentos y en aquellos hogares con ingreso medio. El sector que refleja un consumo promedio más alto es Totoracochoa.

Como se muestra en la **Figura 1**, la distribución del consumo energético en casas unifamiliares es relativamente homogénea, pero con una variabilidad suficiente que sugiere la presencia de algunos hogares que consumen significativamente más o menos energía que la media. Por otro lado, el consumo en departamentos es más variable, lo que puede estar relacionado con diferencias en el tamaño de los departamentos, el número de ocupantes o el tipo de electrodomésticos utilizados. Sin embargo, no hay diferencias estadísticamente significativas en el consumo de energía entre casas unifamiliares y departamentos, indicando que, el tipo de vivienda no influye de forma notable en el consumo energético en este contexto.

Figura 1

Consumo de energía de acuerdo con el sector, tipo de vivienda y nivel socioeconómico



El análisis del consumo de energía por sector revela variaciones de interés. En el sector San Sebastián el consumo medio es de 80 kWh, mientras que, en Totoracocha se reporta una media significativamente más alta de 101.5 kWh. Esta divergencia podría estar relacionada con variaciones en la infraestructura, el acceso a servicios y las características demográficas de los residentes. El sector Yanuncay presenta un consumo promedio de 88.5 kWh y el sector San Blas, 85.5 kWh, lo que indica que, ambos sectores tienen un consumo relativamente similar al de casas unifamiliares. Finalmente, el sector El Vecino muestra el consumo más bajo con una media de 68.50 kWh, indicando que este sector puede tener características particulares que lo diferencian de los demás. La prueba ANOVA indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en el consumo de energía entre los distintos sectores analizados (**Tabla 1**). A pesar de las variaciones que se aprecian en el consumo medio de energía por sector, estas no son suficientes para establecer conclusiones firmes sobre la influencia del sector en el consumo energético.

Tabla 1
Caracterización del consumo energético

Variable	F	%	Consumo de energía			
			Media	Desviación	Sig.	
Variables Cualitativas						
Tipo de vivienda	Casa Unifamiliar	7	70.0	84.14	16.477	0.89
	Departamento	3	30.0	86.33	23.798	
Sector	San Sebastián	2	20.0	80.00	21.213	0.525
	Totoracocha	2	20.0	101.50	2.121	
	Yanuncay	2	20.0	88.50	33.234	
	San Blas	2	20.0	85.50	4.950	
Nivel Socioeconómico	El Vecino	2	20.0	68.50	4.950	0.289
	Bajo	3	30.0	75.33	12.342	
	Medio	7	70.0	88.86	18.632	
Variables Cuantitativas						
	Tamaño de vivienda			155.10	16.776	0.516
	Número de Personas			4.00	1.56	0.462
	Gasto			23.90	10.796	0.860
	Baños			1.80	0.632	0.276
	Dormitorios			4.00	0.816	0.365

Nota: prueba t para el tipo de vivienda y el nivel socioeconómico. ANOVA para el sector de residencia. Regresión lineal para tamaño de vivienda y número de personas.

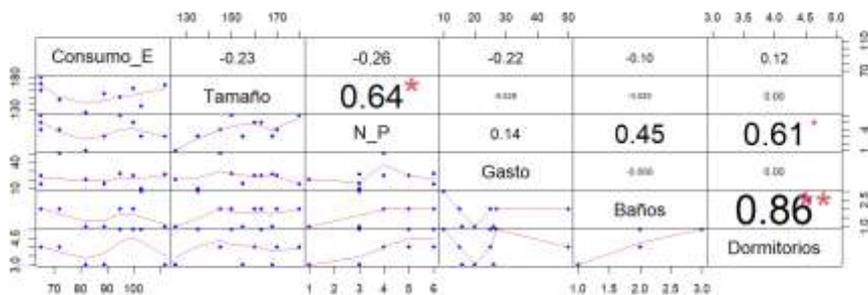
Fuente: Ficha aplicada a los hogares de la muestra.

En cuanto al nivel socioeconómico las cifras indican que en promedio los hogares de nivel alto consumen más energía que aquellos de nivel bajo. Lo anterior podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de electrodomésticos, mayor tamaño de vivienda o estilos de vida que implican un mayor uso de energía. No obstante, aun cuando hay diferencia en las medias, no hay evidencia estadística suficiente para afirmar que el nivel socioeconómico tiene un impacto significativo en el consumo de energía.

El estudio de la relación entre el consumo de energía y el tamaño de la vivienda resultó no ser significativo ($p=0.516$), al igual que el análisis con el número de personas ($p=0.462$). Como se observa en la **Figura 2** el consumo de energía no muestra una correlación con las variables analizadas.

Figura 2

Dispersión y correlación entre el consumo energético y las variables cuantitativas

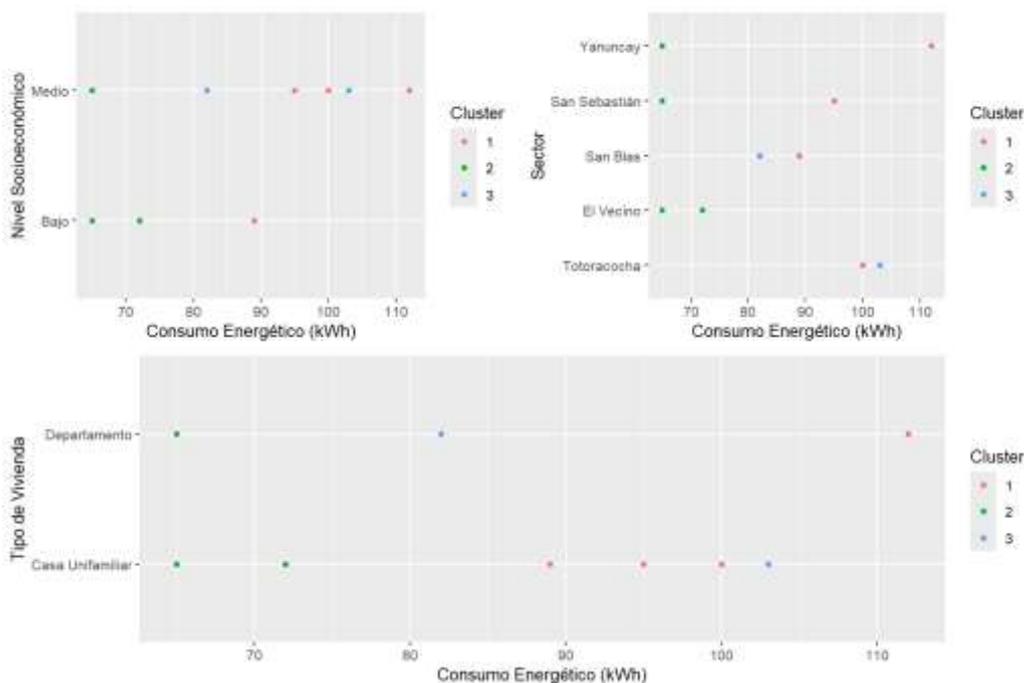


3.2. Perfil del consumo energético

El análisis de clustering identificó un total de 3 grupos, como se muestra en la **figura 3**.

Figura 3

Perfil del consumo energético



- *Clúster 1. Viviendas 1, 3, 6, 9*

Las características demográficas y socioeconómicas muestran viviendas que, en su mayoría, pertenecen al nivel socioeconómico medio, con una excepción: la vivienda 9, que se encuentra en el nivel socioeconómico bajo, indicando una segmentación interesante en el consumo energético y los gastos asociados. Las viviendas del nivel socioeconómico medio tienden a tener un consumo más alto, pero no necesariamente un gasto proporcionalmente mayor, lo que sugiere oportunidades de mejora en la eficiencia energética.

Por otra parte, se observa una variación en el número de habitantes. Este aspecto es relevante ya que un mayor número de ocupantes generalmente conduce a un mayor consumo de energía, aunque no siempre de manera proporcional. El consumo de energía varía entre 65 kWh y 112 kWh, con un promedio aproximado de 84.8 kWh. A pesar de tener un consumo de energía más alto la vivienda 6 tiene una gestión de gastos más eficiente en comparación con la vivienda 3, que tiene un consumo similar pero un gasto mayor. La vivienda 9, tiene el menor consumo y el gasto más bajo, posiblemente debido a su menor número de ocupantes y su nivel socioeconómico, que podría implicar un uso más consciente de la energía.

Las viviendas presentan un tamaño que oscila entre 150 m² y 168 m², lo que indica un perfil de vivienda relativamente amplio. La vivienda 1 y la vivienda 3 albergan a un mayor número de personas (5 y 6, respectivamente), lo que podría influir en un mayor consumo energético, a pesar de que la vivienda 6, con solo 3 ocupantes, tiene un consumo más alto. Lo anterior, indica que el tamaño de la vivienda y el número de personas no siempre se relacionan. Con respecto a la estructura de la vivienda, las viviendas 1 y 3 tienen la misma cantidad de dormitorios (5) pero, la vivienda 6, tiene un menor número de dormitorios (3) y un solo baño, lo que puede afectar la comodidad y el uso de energía. En contraste, la vivienda 9, al ser más pequeña y tener el mismo número de baños que la vivienda 6, puede estar optimizando el uso del espacio y los recursos.

- *Clúster 2. Viviendas 4, 5, 8, 10*

El clúster está compuesto por cuatro viviendas unifamiliares y un departamento, lo que indica una diversidad en la tipología de las viviendas. La mayoría de las viviendas (4, 5, y 10) presentan un consumo energético homogéneo de 65 kWh, mientras que, la vivienda 8 tiene un consumo ligeramente superior (72 kWh). Las viviendas varían en tamaño desde 145 hasta 180 metros cuadrados, lo que refleja una variabilidad en el espacio habitacional, aunque, todos los hogares son relativamente amplios. Las viviendas albergan entre 4 y 6 personas, indicando que son de tamaño familiar medio a grande.

Este clúster incluye viviendas de niveles socioeconómicos bajo y medio. Las viviendas en sectores de nivel bajo (5 y 8) muestran patrones de consumo energético y gastos que difieren de aquellas en sectores de nivel medio (4 y 10). Estas viviendas están distribuidas en distintos sectores de Cuenca: San Sebastián, Yanuncay y El Vecino, influyendo en el acceso a servicios, infraestructura y, potencialmente, en los costos de energía.

El gasto en energía muestra una notable variabilidad. La vivienda 5, a pesar de su menor consumo energético (65 kWh), presenta el menor gasto (\$15), lo que puede indicar una tarifa energética más baja o un uso eficiente de la energía. Por otro lado, la vivienda 8, con un consumo de 72 kWh, tiene el gasto más alto (\$50), mostrando un costo por kWh más elevado o un uso menos eficiente de la energía. Todas las viviendas comparten un patrón similar en cuanto al número de baños (2) y dormitorios (4), indicando una preferencia por la funcionalidad y una estructura de vivienda orientada a familias. Las diferencias en el gasto energético y el consumo, a pesar de las similitudes en el diseño de las viviendas, se debe a que factores como la ubicación, la eficiencia energética y las tarifas pueden influir significativamente en el comportamiento de consumo.

- *Clúster 3. Viviendas 2, 7*

El clúster está compuesto por una unifamiliar y un departamento, presentando tipología variadas en cuanto a vivienda. Están ubicadas en diferentes sectores, ambas áreas tienen un nivel socioeconómico medio, indicando que, el entorno podría influir en el comportamiento de consumo energético y en la infraestructura disponible. La vivienda 2 es más grande en términos de superficie, con más habitantes y una mayor cantidad de dormitorios y baños, mientras que, la vivienda 7, aunque más pequeña y con menos habitantes, tiene un mayor gasto en energía, lo cual, estaría indicando diferencias en el uso de la energía, el tipo de electrodomésticos o el estilo de vida de los habitantes. Ambos hogares, a pesar de sus diferencias, comparten la misma ubicación socioeconómica y un tamaño de vivienda considerable, así, están expuestos a condiciones similares en cuanto a servicios y costos de vida. En relación con el consumo, aunque la vivienda 7 tiene un consumo energético ligeramente superior, la diferencia no es significativa. El consumo en ambas viviendas es relativamente moderado, lo que puede estar asociado con el tamaño y el nivel socioeconómico de los ocupantes.

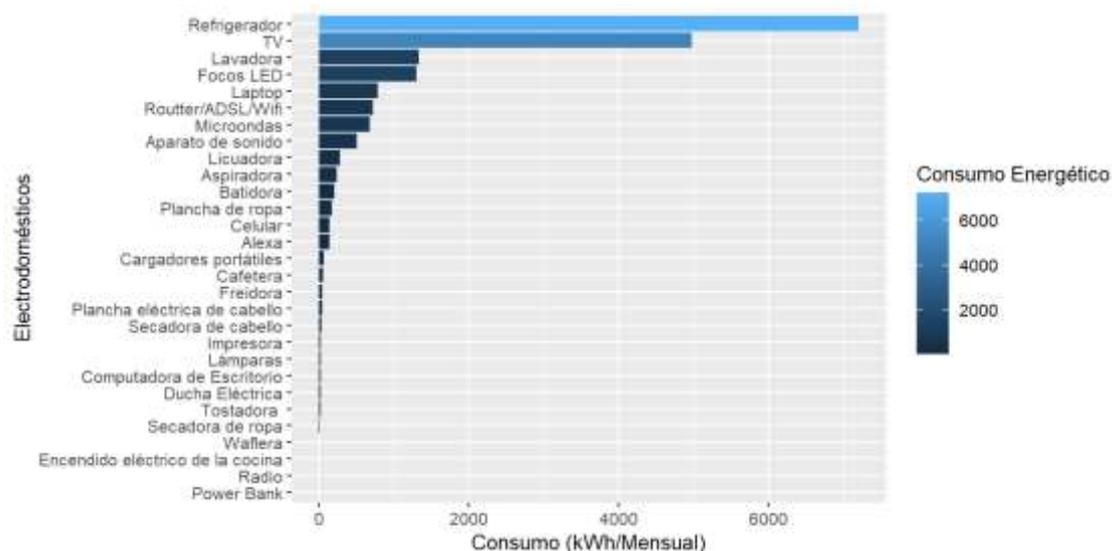
3.3. Electrodomésticos

Los resultados obtenidos muestran una variabilidad significativa en el consumo de energía entre los diferentes electrodomésticos. Como se observa en la **Figura 4**, el electrodoméstico con el mayor consumo energético mensual en los hogares es el refrigerador, con 7200 kWh. Seguidamente, del televisor con 4980.15 kWh, que también representa un consumo considerable, especialmente, en hogares donde se utilizan varios dispositivos electrónicos. En el grupo de consumo moderado, se tiene, la lavadora y los

focos LED con 1336.5 kWh y 1303.02 kWh, respectivamente. Por su parte la laptop, el router y el microondas, aunque son usados con frecuencia, tienen un impacto relativamente bajo en el consumo total de energía del hogar. Los demás electrodomésticos como secadora de cabello, tostadora, waflera, plancha eléctrica del cabello, impresora, radio, power bank y encendido de la cocina tienen un impacto menor en el consumo de electricidad.

Figura 4

Consumo de energía eléctrica de 10 hogares por cada equipo en la ciudad de Cuenca, Ecuador



Eficiencia energética

Para reducir el consumo eléctrico en los hogares, se pueden implementar estrategias efectivas orientadas en tres componentes claves: sensibilización, adopción de tecnologías eficientes y promoción de hábitos sostenibles.

Concienciación y educación

- Implementar campañas informativas sobre el impacto del consumo energético y la importancia de la eficiencia, utilizando las redes sociales, talleres comunitarios y medios de comunicación para llegar a todo el público.
- Incorporar en los planes de estudio de los colegios módulos sobre sostenibilidad y ahorro energético, fomentando hábitos responsables desde una edad temprana.

Tecnologías eficientes

- Promover el uso de bombillas LED en lugar de incandescentes, dado su menor consumo energético y mayor duración.
- Fomentar la compra de electrodomésticos con la etiqueta de eficiencia energética.

Prácticas sostenibles

- Fomentar la adopción de hábitos de consumo responsable en los hogares, prácticas como desconectar dispositivos electrónicos cuando no se utilizan.
- Proporcionar servicios de auditoría energética a hogares para identificar áreas de mejora en eficiencia energética y establecer metas de reducción.
- Incentivar el uso de temporizadores y sensores de movimiento para luces y electrodomésticos, garantizando así que no queden encendidos innecesariamente.
- Educar a las personas sobre el uso eficiente de electrodomésticos de alto consumo (como refrigeradores y televisores), en horarios que minimicen el consumo.

4. Discusión

La creciente inquietud por la crisis energética que ha azotado a Ecuador en los últimos meses ha generado la necesidad apremiante de analizar el consumo de electricidad en el sector residencial, particularmente en la región andina de Cuenca. Este estudio ha permitido analizar el comportamiento del consumo de energía en función de diversos factores, tales como el tipo de vivienda, el sector, el nivel socioeconómico, el tamaño de la casa, los gastos en energía, así como, el número de ocupantes, baños y dormitorios, y los electrodomésticos; a partir de una muestra de 10 hogares situados en el área urbana.

Las viviendas residenciales presentan una serie de características que las definen. Predominan las casas unifamiliares, muchas de ellas en un nivel socioeconómico medio. En términos de tamaño, el área promedio de estas propiedades es de aproximadamente 155 m². En cuanto a los gastos asociados, se estima un costo mensual de alrededor de \$23.9. La composición familiar varía, con un rango de ocupantes que puede fluctuar entre una y seis personas. Además, estas viviendas suelen contar con una distribución diversa de dormitorios, que va de tres a cinco y, generalmente están equipadas con dos baños.

El perfil de consumo energético no muestra patrones claros en relación con los factores analizados. Se aprecia que aquellas viviendas con consumos por debajo de 80 kWh están ubicadas en el clúster 2, sin embargo, pertenecen tanto a casas unifamiliares como departamentos, con nivel socioeconómico medio y bajo y, además, están dispersas por todos los sectores. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas que permitan establecer una asociación entre el consumo con el tamaño, los gastos, el número de personas, baños y dormitorios, de las viviendas. Estos resultados, difieren con los hallazgos de Araujo-Vizúete & Robalino-López (2023) quienes encontraron diferencias

significativas en las viviendas residenciales del sector urbano en cuanto a mayores ingresos, más artefactos y equipos, así como, mayores gastos. No obstante, los autores consideran una variedad más amplia de factores económicos, sociales, y tecnológicos en su análisis. Además, contextualizan el consumo energético dentro de un marco más amplio de impacto social y ambiental, mientras que, este estudio se enfoca más en la caracterización del consumo sin explorar sus implicaciones.

Esta dispersión y la ausencia de una correlación significativa entre el consumo y variables como el tamaño de la vivienda, el número de personas o la cantidad de dormitorios, se contrasta con las evidencias presentadas por Belaid et al. (2020), al emplear un modelo de regresión cuantil y técnicas de selección de variables, encontró que factores demográficos y socioeconómicos, junto con características de la vivienda, tienen un impacto notable en el consumo energético. Asimismo, los resultados de Seth et al. (2024) identifican factores específicos como ingresos del hogar y tipo de tenencia como predictores significativos del uso de electricidad. Esta perspectiva también es corroborada por Bogin et al. (2021), quienes subrayan la relación existente entre los aspectos económicos y los estilos de vida en el contexto del consumo energético.

Los estudios realizados por Karatasou & Santamouris (2019) y Parra-Jácome et al. (2024) presentan hallazgos que difieren con los resultados de esta investigación. En el primer caso, se identificó una correlación positiva entre el tamaño del hogar y el consumo energético, sugiriendo que un mayor número de electrodomésticos y un incremento en las dimensiones de la vivienda están asociados con un aumento en el consumo energético. En contraste, el análisis de Parra-Jácome et al. (2024) encontró patrones de consumo de energía más complejos, influenciados por variables como la ubicación geográfica, la cantidad de residentes y el género de la persona que lidera el hogar.

En el ámbito de los electrodomésticos, el refrigerador se erige como el aparato con mayor demanda energética en los hogares de Cuenca, representando el 37.71% del consumo total energético. Esta afirmación se ve respaldada por investigaciones como la de Torres (2020), que reveló que este electrodoméstico constituía el 55% del consumo total de energía en las viviendas. De manera similar Castro et al. (2024) encontró que el refrigerador representa aproximadamente el 69.3% del consumo energético total.

5. Conclusiones

- En las viviendas residenciales de Cuenca, en promedio, el consumo de energía es de 84.8 kWh, con una variabilidad de 17.5 kWh. Apreciándose, un consumo promedio mayor en los departamentos y en hogares con un nivel socioeconómico medio. No obstante, no existen patrones significativos que permitan afirmar que el tipo de vivienda, el sector y el nivel socioeconómico son factores influyentes del consumo. Al igual que en investigaciones previas, este estudio ha corroborado

que el refrigerador se posiciona como el electrodoméstico con mayor consumo energético en los hogares.

Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología (CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias bibliográficas

Abad, L., & Aguaiza, D. (2019). *Análisis de escenarios de eficiencia energética en el sector residencial en el Cantón Cuenca utilizando el modelo LEAD* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador].
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17366>

Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2023). *Estadística Anual y Multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano*. Documento, Ministerior de Energía y Minas, Ecuador.
<https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/03/EstadisticaAnual2022-baja-1.pdf>

Araujo-Vizueté, G., & Robalino-López, A. (2023). Aportes desde el enfoque analítico: consumo energético del sector residencial del Ecuador. *Revista de Gestão e Secretariado*, XIV(4), 6275–6294.
<https://ojs.revistagesec.org.br/secretariado/article/view/2050>

- Aydin, E., & Brounen, D. (2019). The impact of policy on residential energy consumption. *Energy*, 169, 115-129.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.12.030>
- Belaid, F., Youssef, A. B., & Omrani, N. (2020). Investigating the factors shaping residential energy consumption patterns in France: evidence from quantile regression. *The European Journal of Comparative Economics*, 17(1), 127-151.
<http://dx.doi.org/10.25428/1824-2979/202001-127-151>
- Bogin, D., Kissinger, M., & Erell, E. (2021). Comparison of domestic lifestyle energy consumption clustering approaches. *Energy and Buildings*, 253, 111537.
<https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111537>
- Castro Villamar, H. A., Sandoval Sandoval, E. M., & Taco Rivera, J. C. (2024). Identificación de factores que provocan un mayor consumo de energía eléctrica en Santo Domingo, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinar G-ner@ndo*, 5(2), 634-648. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i2.290>
- Espejo-Velasco, P. M., Gallo-Caiza, V. M., Álvarez Tobar, S. J., & Silva Poaquiza, R. L. (2024). Análisis energético y económico de la reestructuración del sistema eléctrico residencial. *Journal Scientific MQRInvestigar*, 8(3), 4203-4222.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.4203-4222>
- Franco-García, F. G., Intriago-Cedeño, M. G., Rodríguez-Borges, C. G., & Pico-Mera, G. E. (2024). Optimización del consumo energético mediante el desplazamiento de cargas de sub estación Santa Clara de Manta-Ecuador. *Revista Científica "INGENIAR": Ingeniería, Tecnología e Investigación.*, 7(13), 183-201.
<https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/176>
- García, F. (2021). *Sobre estratos, ingresos y percepciones. PRIMICIAS*.
<https://www.primicias.ec/noticias/firmas/estratos-ingresos-percepciones-reforma-tributaria/#:~:text=El%20INEC%20mide%20algunas%20variables%20para%20construir%20los%20estratos%20socioecon%C3%B3micos%2C%20tales%20como:&text=Los%20resultados%20son%20los%20si>
- Karatasou, S., & Santamouris, M. (2019). Socio-economic status and residential energy consumption: A latent variable approach. *Energy and Buildings*, 198(8), 100-105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.06.013>
- Moya, D., Copara, D., Amores, J., Muñoz Espinoza, M., & Pérez-Navarro, Á. (2022). Caracterización del consumo energético en el sector residencial del Ecuador basada en una encuesta nacional y en los sistemas de información geográfica

- para modelamiento de sistemas energéticos. *Enfoque UTE*, 13(2), 68-97.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.801>
- Palacios, A. (2020). *Eficiencia Energética Residencial*. Universidad Católica de Cuenca.
https://www.researchgate.net/publication/344679559_Eficiencia_Energetica_Residencial
- Parra-Jácome, R., Yáñez-Jácome, G., Pinto-Arteaga, G., & Rea-Toapanta, A. (2024). Consumos heterogéneos de energía en las tipologías de hogares del sector residencial del Ecuador. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 17(1), 102-111.
<https://doi.org/10.29166/revfig.v17i1.6104>
- Quishpe Gaibor, J., & Quishpe Freire, J. (2018). Deontología aplicada al consumo de electricidad en hogares del Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*.
<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/09/deontologia-electricidad-ecuador.html>
- Quispe Mera, Á., & Tonato Velasco, M. (2021). Análisis económico de la eficiencia energética por la utilización de tecnología LED en el consumo eléctrico residencial. *RES NON VERBA*, 11(1), 73-91.
https://www.researchgate.net/publication/357754204_Analisis_economico_de_la_eficiencia_energetica_por_la_utilizacion_de_tecnologia_LED_en_el_consumo_electrico_residencial#:~:text=El%20presente%20art%C3%ADculo%20de%20investigaci%C3%B3n%20tiene%20como%20obj
- Ramos-Males, P. J., & Bautista-Segovia, A. M. (2022). La Eficiencia Energética: Una Estrategia Para la Economía Doméstica en Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), 1334-1346. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8638023.pdf>
- Seth Tete, K. H., Moussa Soro, Y., Amadou Coulibaly, S. F., Jones, R. V., & Sadio Sidibé, S. (2024). Determinants of Urban Residential Electricity Consumption in Burkina Faso: A Study of Dwelling, Household, Socio-Economic and Appliance-Related Factors. *Buildings*, 14(683), 1-27.
<https://doi.org/10.3390/buildings14030683>
- Soto, R., & Castillo, J. (2022). *Comparación del uso eficiente de la energía entre una vivienda con manejo de energía tradicional y una vivienda automatizada con tecnología domótica* [Tesis de Pregrado, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia].
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/a5bc819f-1997-4493-ba34-40a6495527f5/content>

- Torres, Y. (2020). La eficiencia energética y el ahorro energético residencial. *South Sustainability*, 1(1), 1-4. <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-011>
- Tsemekidi Tzeiranaki, S., Bertoldi, P., Diluiso, F., Castellazzi, L., Economidou, M., Labanca, N., Ribeiro Serrenho, T., & Zangheri, P. (2019). Analysis of the EU Residential Energy Consumption: Trends and Determinants. *energies*, 12(6), 1065. <http://dx.doi.org/10.3390/en12061065>
- Zhang, T., Shi, X., Zhang, D., & Xiao, J. (2019). Socio-economic development and electricity access in developing economies: A long-run model averaging approach. *Energy Policy*, 132, 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.031>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.

