

Consumo de energía eléctrica de FAREM-Estelí: un paso hacia la eficiencia energética

FAREM-Estelí's electricity consumption: a step towards energy efficiency

Silvia Elena Arróliga Galeano

Profesora UNAN-Managua, Doctorante Gestión y calidad de la investigación científica. Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí. UNAN-Managua/FAREM-Estelí, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-6808-1845>

sarroliga@unan.edu.ni

Juan Alberto Betanco Maradiaga

Profesor UNAN-Managua, Doctor en Gestión y calidad de la investigación científica. Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí. UNAN-Managua/FAREM-Estelí, Nicaragua

<https://orcid.org/0000-0001-8838-8588>

juan.betanco@yahoo.com

RESUMEN

El uso adecuado de la energía eléctrica en general y en los edificios públicos en particular, es determinante para la sostenibilidad económica y ambiental del país. En esta dirección, las universidades tienen una gran responsabilidad social y pueden ser motor de cambio, al implementar medidas de eficiencia energética y contribuir a la lucha contra el cambio climático. Antes de iniciar cualquier medida de ahorro y eficiencia energética es imprescindible estimar el consumo energético por centros y edificios. El presente artículo describe la situación actual del consumo de energía eléctrica en los recintos Leonel Rugama Rugama, Elmer Cisneros Moreira y Estación Experimental "El Limón", de la FAREM-Estelí/UNAN-Managua. Para el procesamiento de información se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel y los paquetes estadísticos SPSS e Infostat. El estudio se fundamenta en el enfoque cuantitativo de investigación, y según su enfoque epistemológico se basa en la corriente Positivista. La investigación es de tipo observacional y descriptivo. Se realizó un diagnóstico energético tomando como referencia el período de 2017 a 2021 en relación de consumo en sistemas de iluminación, climatización y equipos eléctricos. Los principales resultados demuestran que en el año 2017 el recinto Leonel Rugama, y en su pabellón 3, es donde se consume la mayor cantidad de energía en el uso de equipos eléctricos y climatización; y en iluminación, es el pabellón 6 del mismo recinto.

Recibido

02/08/2022

Aceptado

20/01/2023

PALABRAS CLAVE

Consumo de energía eléctrica; auditoría energética; eficiencia energética.

ABSTRACT

The adequate use of electrical energy in general and in public buildings in particular, is decisive for the economic and environmental sustainability of the country. In this direction, universities have a great social responsibility and can be a driving force for change by implementing energy efficiency measures and contributing to the fight against climate change. Before initiating any energy saving and efficiency measure, it is essential to estimate energy consumption by centers and buildings. This article describes the current situation of electrical energy consumption in the Leonel Rugama Rugama, Elmer Cisneros Moreira and "El Limón" Experimental Station of FAREM-Estelí/UNAN-Managua. The Microsoft Excel spreadsheet and the SPSS and Infostat statistical packages were used for data processing. The study is based on the quantitative research approach, and according to its epistemological approach it is based on the Positivist current. The research is observational and descriptive. An energy diagnosis was carried out taking as reference the period from 2017 to 2021 in relation to consumption in lighting systems, air conditioning and electrical equipment. The main results show that in the year 2017, the Leonel Rugama campus, and in its pavilion 3, is where the greatest amount of energy is consumed in the use of electrical equipment and air conditioning; and in lighting, it is pavilion 6 of the same campus.

KEYWORDS

Electrical energy consumption; energy audit; energy efficiency.

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes metas a nivel global es el ahorro de energía y la eficiencia energética; es decir, tener los mismos servicios con un menor consumo, utilizar la energía que se requiere en un momento determinado de una manera muy inteligente y haciendo uso de la tecnología. Todo ello requiere un esfuerzo constante y su promoción para el alcance de resultados para coadyuvar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En la búsqueda del cumplimiento de compromisos asumidos por los países para la reducción de emisiones de CO₂ relacionadas con la energía, se tiene el desafío de disminuir su consumo por fuentes fósiles para limitar el aumento de la temperatura global. En este sentido, en Nicaragua, el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN) prioriza acciones vinculadas a la eficiencia energética, las que sin lugar a dudas tienen repercusiones positivas en la economía nacional.

La UNAN-Managua/FAREM-Estelí, en su calidad de Universidad pública, comprometida con los lineamientos nacionales y tomando en cuenta el contexto actual del incremento de precios de la energía eléctrica y de las implicaciones económicas y medioambientales de su uso, al igual que el resto instituciones públicas, debe evitar afrontar una situación crítica y anticiparse a adoptar las medidas necesarias para reducir el impacto del incremento de las facturas de energía eléctrica de la institución.

En la Facultad, el consumo de energía en un período de cinco años (2018 – 2022) se ha incrementado notablemente, los costos de energía eléctrica según facturación han variado de C\$ 1,883,386.00 en 2018 a C\$ 3,009,076.00 en 2022. Se constata que lejos de reducirse costo por consumo eléctrico durante este período se ha incrementado en aproximadamente 37.40%. Por tanto, se hace necesario caracterizar el consumo energético de la institución, identificar las áreas, procesos y sistemas que demandan mayor cantidad de energía eléctrica, para posteriormente identificar las potencialidades de ahorro y las medidas que se deben tomar para la reducción de consumo energético y lograr la autosuficiencia energética de los campus universitarios.

De tal forma que, medir y caracterizar la situación energética de la infraestructura universitaria, realizando una revisión de los históricos de consumo de energía eléctrica del período de estudio, tanto el consumo en kWh y del importe económico de su facturación, la realización de inventario de equipos eléctricos, de los sistemas de iluminación y climatización de la universidad, es el primer paso en la búsqueda de la implementación de eficiencia energética, imprescindible para encontrar las formas posibles de racionalizar el gasto energético con el esfuerzo de toda la comunidad universitaria, dando el ejemplo de sostenibilidad desde la universidad que es uno de los lugares más influyente para los jóvenes; todo ello en beneficio de la institución, de los estudiantes y del medioambiente.

Se trata pues, que desde la comunidad educativa universitaria se asuma un rol relevante en el proceso de transformación de la sociedad en relación al uso eficiente de la energía como principio de respeto hacia el medio ambiente, a través de la puesta en marcha en las instalaciones propias, de acciones que sean coherentes con la lucha contra el cambio climático y el aporte socioeconómico de la sociedad; vinculando la teoría con la práctica y acercándose a los retos de la agenda 2030 de desarrollo sostenible.

De tal manera que, el estudio es conveniente para la universidad por diferentes razones. A primera vista, la caracterización del consumo de energía en las instalaciones universitarias es un punto de partida para cuantificar las acciones potenciales para mejorar la eficiencia energética, reducir los costos económicos, disminuir impactos ambientales, mejorar aspectos de seguridad laboral y de la imagen de la institución.

En este sentido, el presente artículo muestra los principales resultados obtenidos en relación a la caracterización de la situación actual del consumo de energía eléctrica en los recintos Leonel Rugama Rugama, Elmer Cisneros Moreira y Estación Experimental "El Limón", de la FAREM-Estelí; como parte del proceso de realización de la tesis doctoral titulada: Estrategias de integración de energía limpia en la matriz de consumo energético de la UNAN-Managua.

En esta etapa del proceso de investigación se desarrolla la primera fase de auditoría energética, la que se define como un procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto (UE, 2017).

De tal manera que, se aplican técnicas de mediciones de parámetros eléctricos para recolectar información sobre el consumo energético; se identifican los principales usos de energía en cuanto a iluminación, climatización y otros equipos consumidores de energía eléctrica. A la vez, se identifican las áreas de mayor consumo energético en las instalaciones universitarias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Por el uso de los instrumentos de recolección de información, análisis y vinculación de datos, el presente estudio se fundamenta en métodos y técnicas cuantitativas de investigación, mediante el enfoque positivista. De acuerdo al método de investigación el estudio es observacional (Pedroza Pacheco, 1993) y según el nivel de profundidad del conocimiento es descriptivo (Piura López, 2006). De acuerdo, al tiempo de ocurrencia de los hechos y registro de la información, el estudio es retrospectivo, por el período y secuencia del estudio es transversal.

El universo de estudio es la UNAN-Managua. La unidad de análisis son los recintos universitarios Leonel Rugama Rugama, Elmer Cisneros Moreira y Estación Experimental “El Limón” de la FAREM-Estelí. Los sujetos muestrales lo constituyen áreas de oficinas administrativas, áreas de docencia (laboratorios, aulas de clase, salas de medios, biblioteca y auditorio) y áreas de apoyo (cafeterías, baños, entre otros).

El proceso metodológico para la recolección de datos es basado principalmente en el instrumento denominado “Formulario de diagnosis de edificios públicos”, desarrollado por la Universidad Politécnica de Catalunya (Rosa I Casals, y otros, 2009).

En la primera fase de la investigación, se recolectó información proporcionada por la institución; se realizaron mediciones de parámetros eléctricos en las instalaciones, con el fin de tener conocimiento de los usos de energía, las cantidades y los gastos que corresponden a ese consumo. De igual manera, se revisaron registros históricos de consumo de energía proporcionados por la empresa distribuidora del servicio, correspondientes al período de enero 2017 a diciembre 2021.

Así mismo, se levantó un inventario y características de los equipos eléctricos, sistemas de climatización de ambientes, ventilación e iluminación instalados. Con este registro se construyó base de datos que recopila entre otros datos, la potencia eléctrica de los equipos consumidores de energía, tiempos y frecuencia de uso. También se recolectó información relacionada a la cantidad de usuarios de las áreas físicas de los edificios universitarios, superficie de éstas y se obtuvieron los planos arquitectónicos de los mismos.

A partir de la base de datos construida, se llevó a cabo el procesamiento de la información para conocer el consumo energético de los edificios, de los sistemas de climatización e iluminación y equipos por separado. Para el tratamiento de datos se utilizó la hoja de cálculo Microsoft Excel y los paquetes estadísticos SPSS e Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo información sobre el contexto institucional y energético de los recintos en estudio. Se realizó la revisión documental de documentos rectores de la universidad, la definición de la UNAN-Managua como una institución de Educación Técnica Superior y de Posgrado, con carácter estatal y de servicio público que goza de autonomía académica, financiera, orgánica y administrativa; con capacidad jurídica plena para adquirir, poseer y administrar bienes y derechos de toda clase, contraer obligaciones, así como establecer sus

propios estatutos, políticas, reglamentos y normativas, que se rige por la Ley No. 89, Ley de Autonomía de las Instituciones de Educación Superior, así como los estatutos y reglamentos internos de la institución (UNAN-Managua, 2018).

Es una universidad pública de Nicaragua, acreditada a nivel nacional e internacional en la formación de profesionales de grado y de posgrado, con un currículum por competencia. Cuenta con un sistema integrado de gestión de calidad de los procesos, para garantizar la generación de conocimientos que aporten al desarrollo político, económico y social del país.

Según el informe anual institucional (UNAN-Managua, 2021), la universidad atiende a una población estudiantil de 41,647 estudiantes en los niveles de grado (85.2%), posgrado (6.3%) y programas especiales (8.5%). Con una planta docente de 1,564 académicos universitarios y 1,677 trabajadores administrativos. Con sede central en Managua y Facultades Regionales en Estelí, Matagalpa, Carazo y Chontales.

Por su parte, FAREM-Estelí, cuenta con 6 recintos universitarios, siendo el recinto “Leonel Rugama Rugama” su cede principal. Fue fundada como Centro Universitario el 4 de noviembre de 1979, y debido a su desarrollo cualitativo y cuantitativo, fue ascendido a categoría de Facultad Regional Multidisciplinaria. Ello conllevó a la consolidación de su estructura organizativa, y a la definición lo académico, la investigación, gestión, extensión e internacionalización como sus funciones sustantivas (FAREM-Estelí, 2022).

El recinto “Leonel Rugama Rugama” tiene una extensión de terreno de 81,763.72 m², está ubicado aproximadamente a 2.4 km al noroeste del centro de la ciudad de Estelí. Por su parte, el Recinto Elmer Cisneros Moreira, está ubicado al suroeste de la ciudad de Estelí y La Estación Experimental “El Limón”, se encuentra en la comunidad “El Limón” de la misma ciudad, en la entrada sur carretera panamericana.

Caracterización de las áreas físicas de la FAREM-Estelí

Se identificaron 82 áreas físicas para el desarrollo de las actividades educativas y administrativas de los tres recintos en estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Distribución de áreas por recinto

Recinto	Cantidad de áreas	Porcentaje
Leonel Rugama Rugama	63	76,8
Elmer Cisneros Moreira	10	12,2
Estación Experimental El Limón	9	11,0
Total	82	100,0

De los tres recintos, el Leonel Rugama Rugama, cuenta con la mayor infraestructura distribuida en 63 áreas, entre oficinas administrativas, áreas de docencia y áreas

de apoyo. De éstas, el 67% está destinada para el uso directo e indirecto de la docencia: aulas de clase, laboratorios, sala de medios, salas de docentes, entre otras.

Se utiliza el Índice de Eficiencia Energética (IEE) para determinar la eficiencia los recintos universitarios, éste depende del uso de la energía y se puede definir en términos de un componente energético y un factor relacionado con el componente de uso de la energía. En edificaciones, el IEE está ligado al tamaño del edificio y generalmente se considera como energía utilizada por unidad de área de piso de los locales de uso. A menor IEE, mayor será el ahorro energético. El consumo anual medio por metro cuadrado de superficie cubierta (kWh/m²año), será aquí el indicador a partir del cual medir toda mejora o propuesta para optimizar la eficiencia en el consumo energético de la facultad auditada.

Tabla 2. Índice de eficiencia energética por recinto. 2018-2022. FAREM-Estelí, UNAN-Managua

Recintos	Superficie (M2) construido	Consumo (kWh) promedio anual				
		2018	2019	2020	2021	2022
Leonel Rugama	5604.59	5057.5	6492.5	5142.5	5185	5652
RECM	906.29	363.58	533.33	570.18	707	730.6
Estación Exp.	920.16	808.67	813	628.5	814.42	988.9
		EEI				
Leonel Rugama		0.90	1.16	0.92	0.93	1.01
RECM		0.40	0.59	0.63	0.78	0.81
Estación Exp. El Limón		0.88	0.88	0.68	0.89	1.07

La Tabla 2 sintetiza el resultado del Índice de Eficiencia energética de acuerdo al consumo de energía eléctrica anual en los recintos Recinto Leonel Rugama, RECM y Estación Experimental El Limón. En ésta se muestra que se obtuvo un IEE medio de 0.90 kWh/m². año en el en 2018, mientras que en 2022 el índice aumentó a 1.01 kWh/m². año. Esto representa un incremento en 10.89% en los cinco años sometidos a revisión en el primer recinto, 50% en el segundo y 17.75% en el tercero. Los resultados evidencian que es necesario generar un plan con propuestas que conlleven a la mejora de la eficiencia energética en los campus universitarios.

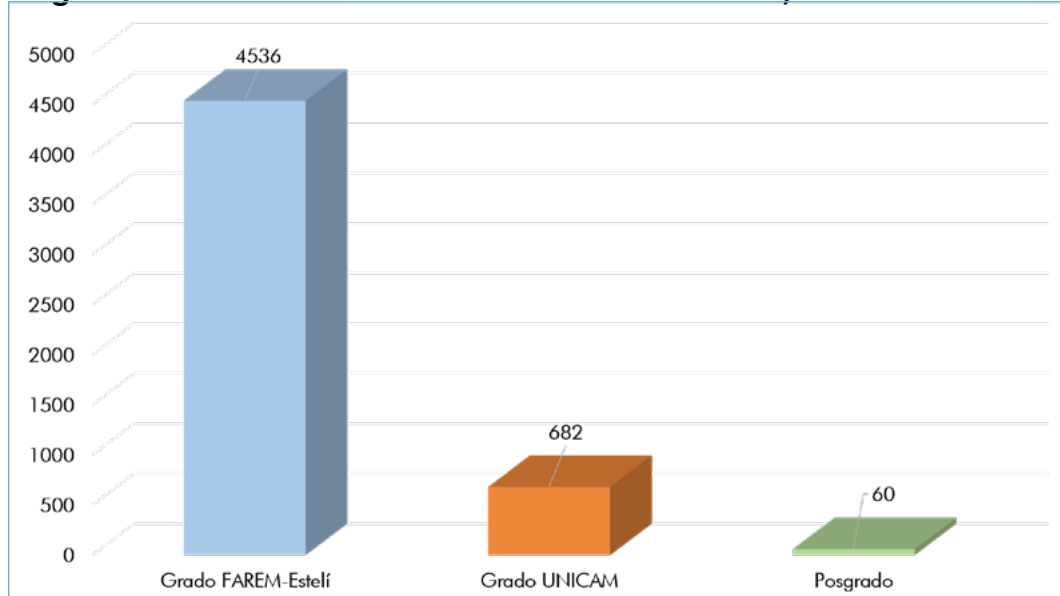
La comunidad universitaria está constituida por estudiantes, trabajadores docentes y administrativos (Tabla 3).

Tabla 3. Población de la comunidad universitaria FAREM-Estelí – II semestre 2021

Miembros de la comunidad universitaria	Cantidad
Estudiantes	5278
Trabajadores administrativos	97
Docentes de planta	68
Docentes horarios	170
Total	5613

Durante el II semestre 2021, el 81% de la población estudiantil estuvo conformada por estudiantes de grado, atendidos en los turnos: matutino, vespertino, encuentro profesionalización (sabatino) y dominical (Figura 1).

Figura 1. Población estudiantil de la FAREM-Estelí, II semestre 2021



El programa Universidad en el Campo (UNICAM) está dirigido a los habitantes de las zonas rurales de todo el país. A través del mismo, la universidad hace presencia en las zonas más alejadas de Nicaragua, articulando el quehacer universitario con el sector productivo del país.

Contexto energético de la Facultad

La FAREM-Estelí dispone de cuatro acometidas que conectan las instalaciones eléctricas de parte de la red de distribución de la empresa suministradora, y dotan del suministro eléctrico a las instalaciones (4).

Tabla 4. Acometidas FAREM-Estelí

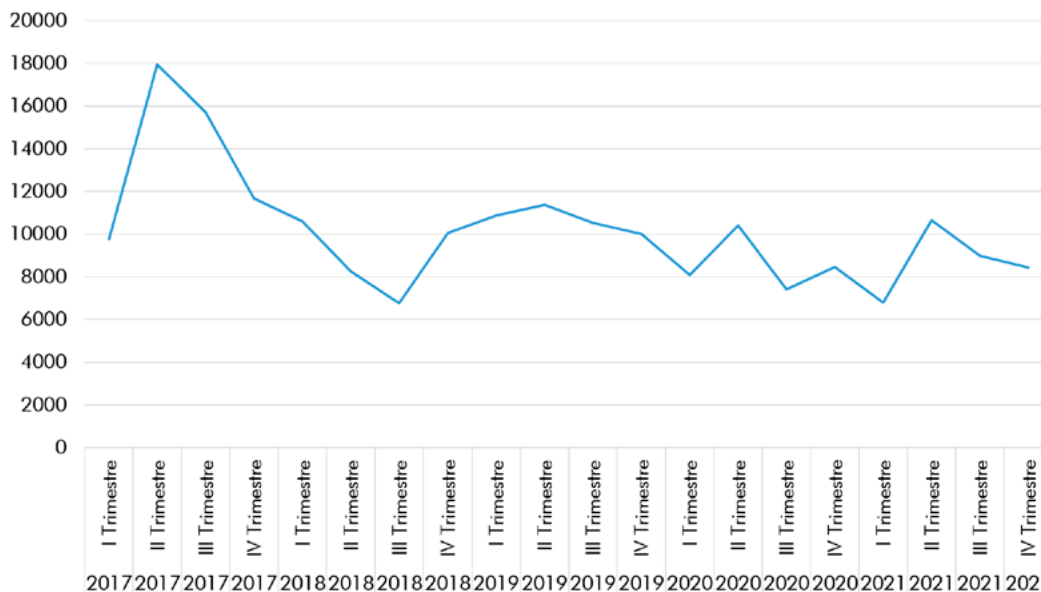
Acometida	Ubicación	Áreas a las que conecta
1	Recinto "Leonel Rugama Rugama"	Pabellones 1, 2 y 3
2		Pabellones 4, 5, 6, Auditorio y Biblioteca
3	Estación Experimental "El Limón"	Pabellón único de dos plantas y 2 áreas de apoyo
4	Recinto Elmer Cisneros Moreira	Pabellón único y 7 aulas de clase

Según los registros históricos de consumo eléctrico, el comportamiento del consumo energético de la Facultad en el período de enero 2017 a diciembre 2021, se muestra por recintos a continuación:

a. Recinto Leonel Rugama Rugama

En la acometida 1, el mayor consumo del período se registra en el segundo trimestre del año 2017, con un gasto en promedio 17,940 kWh; seguido del tercer trimestre con un consumo promedio de 15,700 kWh. El tercer trimestre 2018 representa el gasto menor en energía eléctrica con 6,760 kWh. Esta acometida abastece de energía eléctrica a oficinas administrativas y laboratorios de computación; estas áreas ocupan una gran cantidad de equipos ofimáticos, y utilizan sistemas de climatización e iluminación (Figura 2).

Figura 2. Consumo promedio de energía por trimestre (kWh). Acometida 1. Período 2017-2021



La gráfica muestra que a partir del segundo trimestre 2017, período donde se ubica el mayor consumo, éste ha ido disminuyendo hasta un gasto promedio aproximado de 10000 kWh/mes. Cabe mencionar que este comportamiento de consumo se da debido a las medidas de reducción de la actividad académica

y administrativa, debido al intento de golpe de estado fallido en el mes de abril del año 2018.

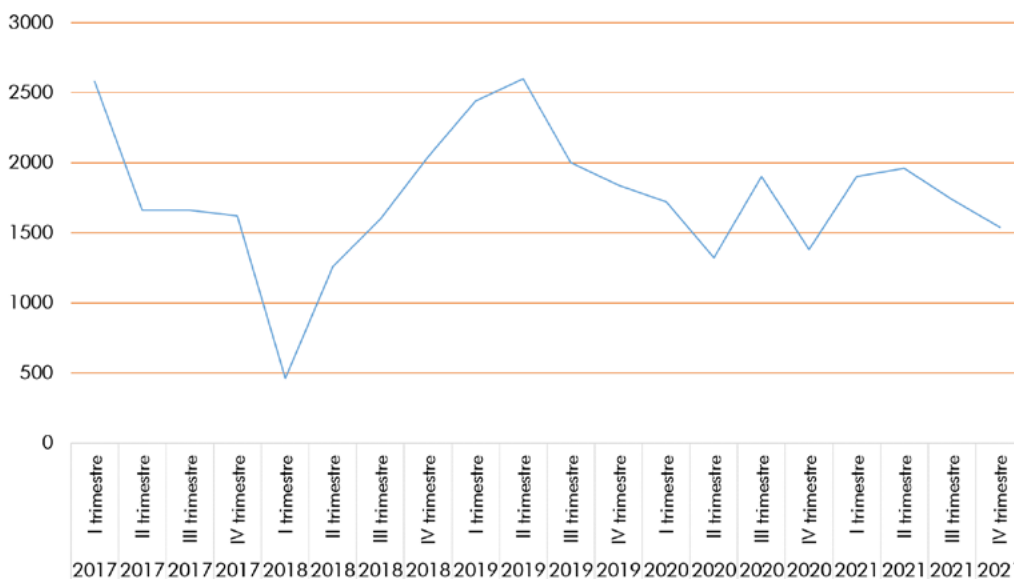
Entre las acciones tomadas para reducir la jornada académica y administrativas en 2018 se pueden mencionar el hecho de que durante aproximadamente 3 meses no se laboró debido a que la universidad y sus trabajadores estaban bajo amenaza por ser una institución pública y un proyecto revolucionario. Posterior a la reanudación de la actividad académica, se realizaron modificaciones en reducción de horas de trabajo en la institución, así como el traslado de carreras del turno nocturno al dominical.

En el IV trimestre 2018, se observa un aumento en el consumo de energía eléctrica que se mantiene en un rango entre 10,000 y 10700 kWh de consumo hasta el año 2019, dado que la comunidad universitaria se reintegra a los recintos, con una modalidad de estudios por encuentros de dos frecuencias semanales para los cursos regulares y los cursos por encuentro, mantienen las clases una vez a la semana.

En el año 2020 primer trimestre se muestra un decremento importante, donde el consumo se reduce a aproximadamente 8000 kWh, el que ha ido fluctuando hasta el último trimestre 2021, lo que se atribuye a las afectaciones por la pandémica COVID-19, que implicó temporalmente reducción de jornada laboral para el personal e inasistencias de estudiantes por afectaciones de salud y resguardo domiciliario en muchos casos.

En relación a la acometida 2, el mayor consumo se refleja en el IV trimestre 2017 con 2920 kWh, seguido del II trimestre 2019 con un gasto de 2600 kWh. El primer trimestre 2018 refleja el menor consumo del período con 460 kWh (Figura 3).

**Figura 3. Consumo promedio de energía por trimestre (kWh).
Acometida 2. Período 2017-2021**



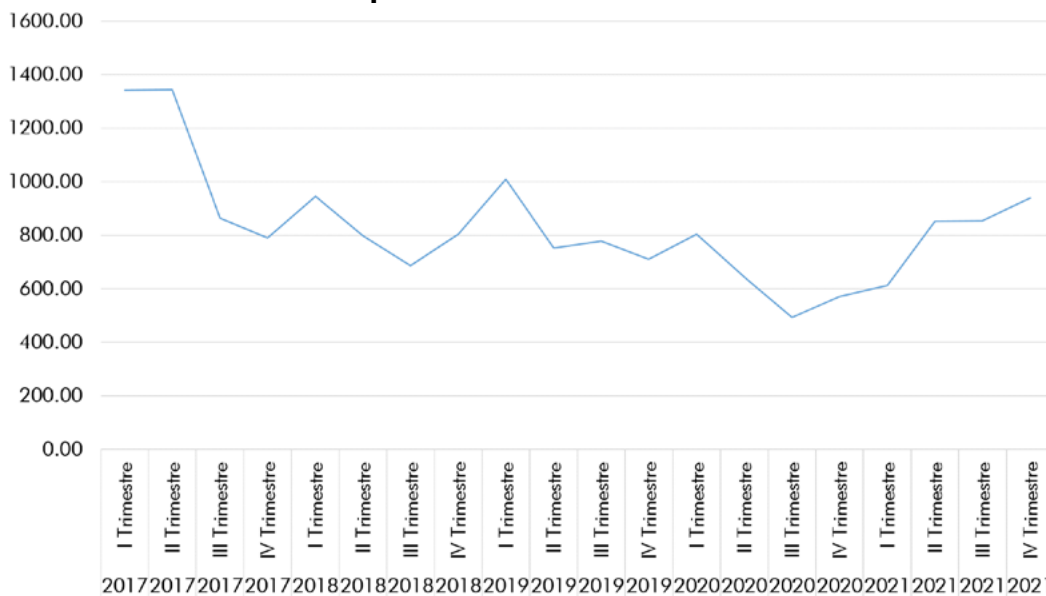
El gráfico muestra un comportamiento de consumo de energía eléctrica similar a la acometida 1, siendo válidas para éste y demás recintos universitarios en estudio, las razones expuestas anteriormente, relacionadas a la situación sociopolítica del país en el año 2018 y el impacto de la pandemia en el año 2020.

En este caso, los niveles de consumo más altos se ubican en aproximadamente 2600 kWh, lo que representa un gasto aproximado del 25% en relación a la acometida 1, tomando en cuenta que la acometida 2 abastece de energía eléctrica principalmente a aulas de clase cuyo consumo principal se destina a sistema de iluminación.

b. Recinto Estación Experimental El Limón

En este recinto, el mayor consumo de energía se muestra en el año 2017; el segundo semestre con un gasto de 1,343.66kWh, seguido del primer trimestre con un gasto de 1,341kWh. El tercer trimestre 2020 refleja menor consumo energético en el recinto, con aproximadamente 500kWh (Figura 4).

Figura 4. Consumo promedio de energía por trimestre (kWh). Estación Experimental El Limón. 2017-2021



Cabe señalar que la infraestructura de la Estación experimental El Limón, está compuesta por un único edificio de dos plantas que cuenta con 1 oficina, 3 laboratorios de ecología y recursos naturales, y 5 áreas de apoyo.

c. Consumo en los recintos de FAREM-Estelí

La revisión del consumo histórico del período de estudio refleja una tendencia homogénea en relación al gasto de energía eléctrica (kWh) anual. Se destaca en primer lugar con mayor consumo energético la acometida 1, seguido de la acometida 2 (ambas ubicadas en el recinto Leonel Rugama Rugama) y en tercer lugar, la acometida 3, ubicada en la Estación Experimental El Limón.

La evolución del consumo de energía eléctrica en el período auditado en los diferentes recintos se muestra a continuación, donde el mayor consumo de energía se ubica en el año 2017 con 212,764 kW/h al año, seguido del año 2019 con un consumo de 171,976 kW/h al año. De igual manera, se muestran resultados de los costos energéticos asociados durante el período evaluado (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo mensual de energía eléctrica y costos asociados, período 2017-2021

Mes/año	Consumo (kW/h)				
	2017	2018	2019	2020	2021
Enero	9511	10234	13025	7985	6303
Febrero	11927	10840	13506	11643	9368
Marzo	17093	19313	16416	14247	12414
Abril	20694	16989	13323	13396	12835
Mayo	26912	8690	15805	17062	14885
Junio	22243	5439	15789	9745	15233
Julio	16372	5704	14197	8244	12859
Agosto	21870	8845	16607	8796	13430
Septiembre	20792	11180	11992	11827	10610
Octubre	19328	14290	15365	14533	14572
Noviembre	15556	14484	14033	11943	11256
Diciembre	10466	9439	11918	8344	8932
Total	212,764	135,447	171,976	137,765	142,697
Costo energético asociado (C\$)	2,456,271.56	1,883,386.03	2,793,697.73	2,457,299.81	4,759,175.02

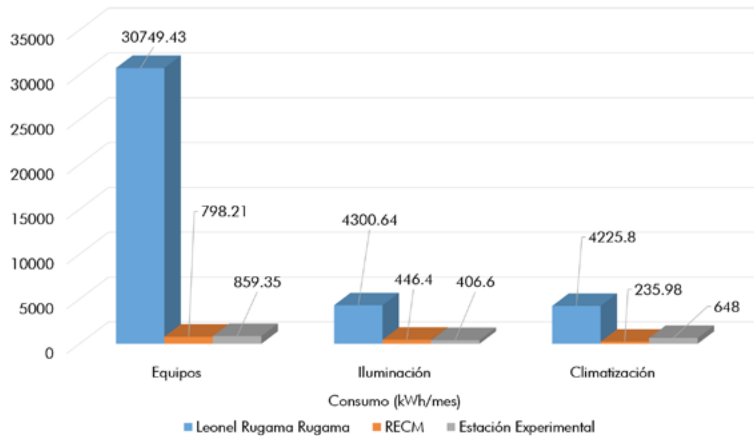
Con relación a la medición de las cargas de consumo de energía eléctrica en los sistemas de iluminación, climatización y equipos de los recintos en estudio, se realizaron mediciones utilizando instrumentos necesarios para conocer información de consumo energético. También se estimó el consumo de energía según las especificaciones técnicas de los equipos y sistemas, así como las horas de uso de los mismos. De igual manera se constató el estado y limpieza de las lámparas, las que mayoritariamente son de tipo fluorescente tubular de 40W, encontrándose casos en las que éstas se encuentran en mal estado y en la mayoría de los casos, se encontró suciedad.

Por otra parte, se encontró que los interruptores de las lámparas se encuentran conmutados, lo que sugiere un mayor consumo de energía al encenderlas por bloque y no utilizar la iluminación de manera centralizada en áreas específicas donde esta sea requerida.

En el caso de los equipos de aire acondicionado, son de tipo Split, los que en su mayoría se encuentran en buen estado, con aproximadamente 4 horas de uso diario, a excepción de los laboratorios que por las características de su equipamiento como computadoras y otros equipos tecnológicos requieren su uso en promedio de 6 a 8 horas diarias.

De manera global, se encontró que, en los tres recintos, los equipos eléctricos son los mayores consumidores de energía (Figura 5).

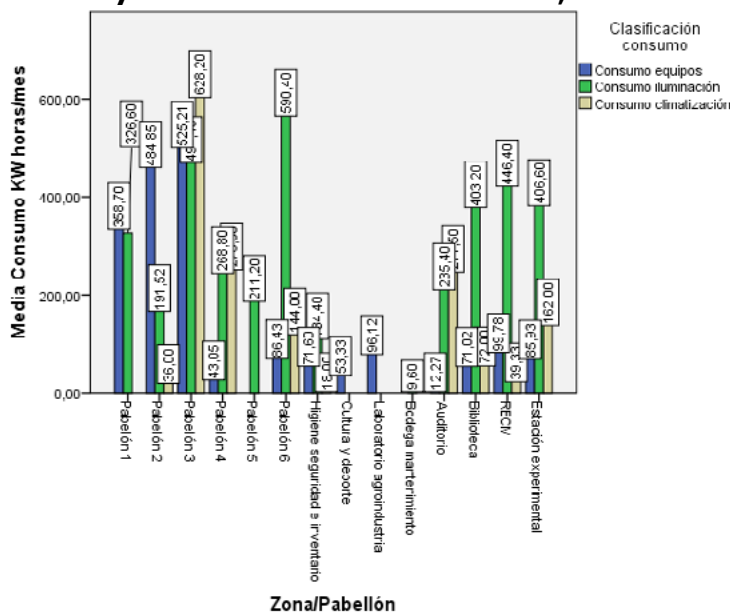
Figura 5. Consumo de energía en equipos, iluminación y climatización en los tres recintos de FAREM-Estelí, UNAN-Managua



En el recinto Leonel Rugama Rugama el consumo de energía eléctrica en equipos se aproxima a los 31,000 kWh/mes, mientras que en el recinto Elmer Cisneros Moreira gasta aproximadamente 800 kWh/mes, y la Estación Experimental El Limón consume 850 kWh/mes. Por su parte, el gasto energético tanto en sistema de iluminación y climatización es similar, con 4300 kWh y 4225 kWh respectivamente. Este comportamiento de consumo es similar en los dos recintos restantes.

Además, se identificó que el pabellón 3 del recinto Leonel Rugama Rugama consume mayor cantidad de energía, tanto en uso de equipos con 525.21 kWh/mes, como en sistema de climatización con 628.20 kWh/mes (Figura 6).

Figura 6. Consumo de energía eléctrica por áreas en equipos, iluminación y climatización. FAREM-Estelí, UNAN-Managua



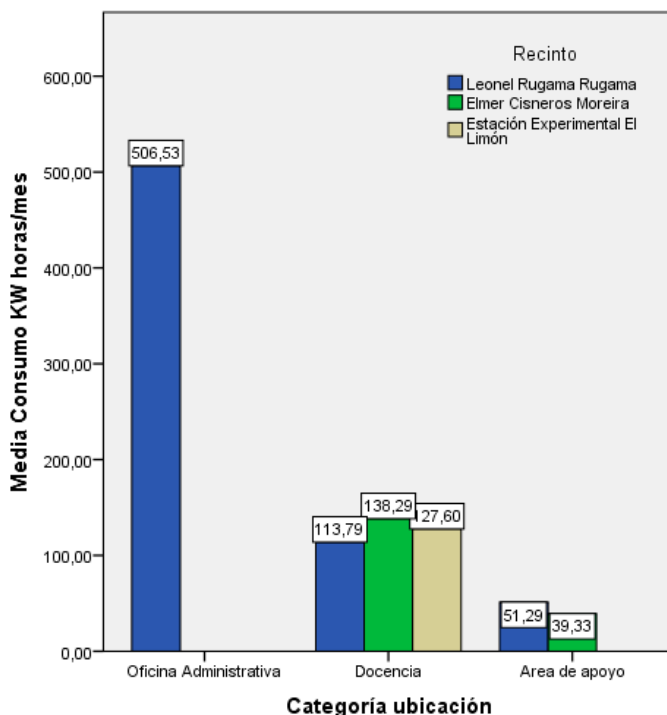
En este pabellón se ubican los 3 departamentos docentes con sus respectivas salas de docentes, centro de innovación abierta, oficina de investigación y posgrado, y clínica psicológica; en su mayoría, estas áreas disponen de gran cantidad de equipos y sistema de aire acondicionado.

En relación al sistema de climatización, el pabellón 6 del recinto Leonel Rugama Rugama, se muestra como el mayor consumidor de energía con 590.40 kWh/mes. En esta área se ubica la sala de posgrado, utilizada para reuniones, videoconferencias y docencia especialmente de posgrado; así como el laboratorio de energías renovables. Ambos espacios son de uso frecuente con utilización de aire acondicionado.

Para identificar las áreas de mayor consumo de energía eléctrica en los recintos universitarios, se clasificaron las mismas de acuerdo a su uso de la manera siguiente: el área administrativa que contempla oficinas administrativas y de servicio; el área de docencia que contempla aula de clase, laboratorios, salas de medio y auditorio; y el área de apoyo que agrupa lugares tales como bares, fotocopiadora, baños y casetas de seguridad.

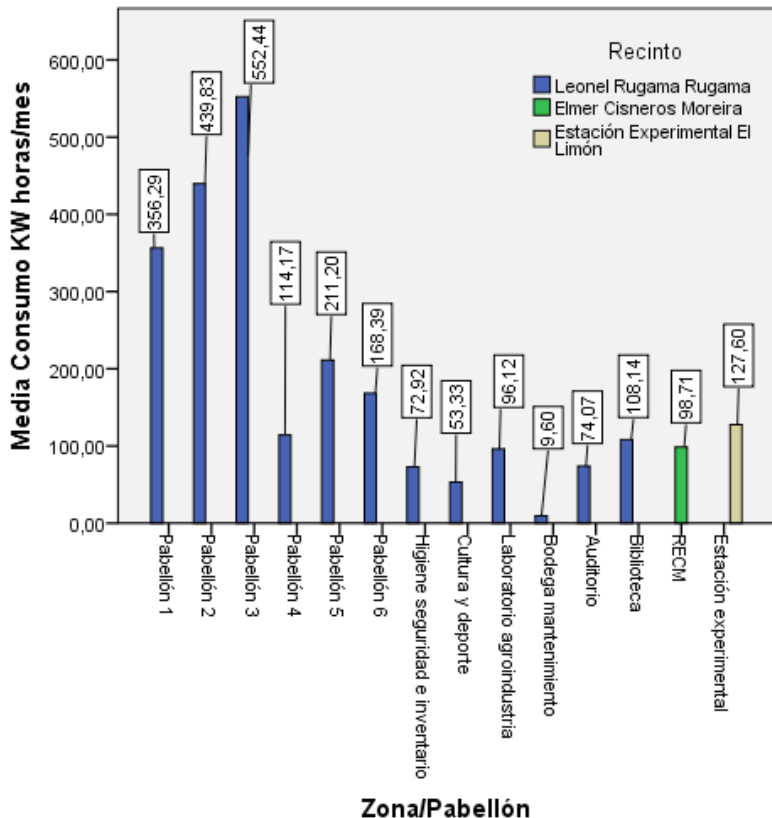
Se encontró que el área administrativa representa el mayor consumo de energía en el recinto Leonel Rugama Rugama, consumiendo 506.53 kWh/mes. En segundo lugar, se ubica el área de docencia del Recinto Elmer Cisneros Moreira con 138.29 kWh/mes y en tercer lugar, el área de docencia de la Estación Experimental El Limón, con 127.69 kWh/mes (Figura 7).

Figura 7. Consumo de energía por áreas en los recintos universitarios



De manera global, al comparar las distintas áreas de los diferentes recintos, se encontró que los mayores consumos de energía se dan en el pabellón 3 del recinto Leonel Rugama Rugama con 552.44 kWh/mes, seguido del pabellón 2 con 439.83 kWh/mes y del pabellón 1 con 356.29 kWh/mes (Figura 8).

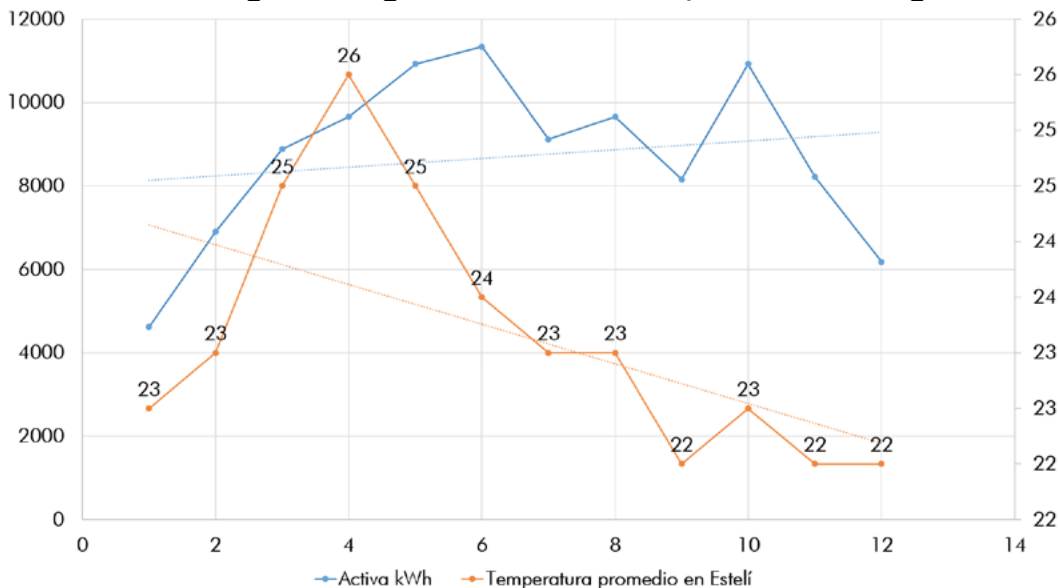
Figura 8. Consumo total de energía eléctrica por zonas o pabellones



Cabe señalar que estas áreas son usadas mayoritariamente a oficinas administrativas donde hay una gran cantidad de equipos y 4 laboratorios de computación.

Por otra parte, se establecieron relaciones entre el consumo de energía eléctrica y la temperatura promedio mensual en la ciudad de Estelí, considerando que este parámetro tiene una estrecha relación con el uso de ventiladores y aire acondicionado (Figura 9).

Figura 9. Relación del consumo energía eléctrica kWh con la temperatura promedio por mes Año 2021. Recinto universitario Leonel Rugama Rugama. FAREM-Estelí, UNAN-Managua



Las líneas de tendencia que se muestran en la Figura 9, reflejan que existe una relación directa entre el consumo de energía eléctrica (kWh/mes) en el recinto Leonel Rugama Rugama con la temperatura promedio en la ciudad de Estelí. Este comportamiento es similar en los demás recintos. Los resultados muestran que los meses con mayor consumo de energía eléctrica corresponden al período de verano, en los meses de abril, mayo, junio y el mes de octubre. Este gasto se asocia al uso de sistemas de climatización durante la época de calor.

CONCLUSIONES

La investigación realizada determina que el contexto institucional de la UNAN-Managua, con referencia en sus lineamientos institucionales y documentos rectores, es una institución que apunta a la mejora continua desde los distintos niveles y procesos. Además, por ser ésta una institución de alto consumo energético presenta oportunidades de ahorro de energía eléctrica, las que, para ser identificadas, requieren el estudio de su situación energética actual para dar pautas a propuestas para la mejora de la eficiencia energética, incluyendo el cambio gradual de su matriz energética.

Se considera que la UNAN-Managua es una institución de cobertura nacional y que por su prestigio y carácter de entidad pública, continuará expandiéndose tanto en infraestructura física como en prestación de servicios académicos. En este sentido, se hace necesario el estudio de las pautas que mejoren la optimización de la energía en edificios existentes y nuevas construcciones.

La revisión de registros históricos de consumo eléctrico de la FAREM-Estelí, indica que, en el período comprendido de enero 2017 a diciembre de 2021, los mayores gastos de energía se ubican en el año 2017, principalmente en el recinto universitario Leonel Rugama Rugama. Por su parte la Estación Experimental “El Limón” muestra similar comportamiento de consumo en el mismo año. En la estimación de consumo de energía eléctrica según su uso, tanto en equipos eléctricos, sistemas de iluminación y sistemas de climatización; se determinó que el mayor consumo de energía eléctrica se da por el uso de equipos eléctricos principalmente en áreas de oficina del recinto Leonel Rugama Rugama. Este comportamiento se destaca también en el recinto Elmer Cisneros Moreira, seguido de la Estación Experimental “El Limón”.

Se determinó que el pabellón 3 del recinto Leonel Rugama Rugama, es la zona que consume la mayor cantidad de energía en uso de equipos eléctricos. Este pabellón también se ubica como el mayor consumidor de energía en aspectos de climatización. En relación al mayor consumo de energía eléctrica en el sistema de iluminación, se encontró que el pabellón 6 del mismo recinto, se ubica en primer lugar.

El estudio también demuestra que, las oficinas que constituyen el área administrativa, representa el mayor consumo de energía y se ubica en el recinto Leonel Rugama Rugama, con un consumo promedio de kWh/mes.

Mediante la caracterización del contexto energético de los recintos Leonel Rugama Rugama, Elmer Cisneros Moreira y Estación Experimental “El Limón” de la FAREM-Estelí, se considera que es viable el planteamiento de metas que conduzcan a la reducción del gasto de energía eléctrica en las diferentes áreas. Además, que la medición realizada de los parámetros eléctricos en sistemas de iluminación, climatización y equipos consumidores; constituye un primer paso para detectar las potenciales acciones de mejoras de cara al alcance de la eficiencia energética institucional y que aporte a la vez, a la sostenibilidad del país.

BIBLIOGRAFÍA

- FAREM-Estelí. (2022). Obtenido de Historia de la Facultad: <https://farem.unan.edu.ni/institucion/historia/>
- Pedroza Pacheco, M. E. (1993). *Fundamentos de Experimentación Agrícola*. Centro de Estudio de Ecodesarrollo para el Trópico. Editarte.
- Piura López, J. (2006). *Metodología de la Investigación Científica: un enfoque integrador*. Managua: Publicidad Arellano Vásquez.
- Rosa I Casals, M., Horta , R., Martinez, J., Garcia, D., Hornillas Laperal, E., Gonzales , V. A., & Martinez Magaña , J. (2009). *Modulo 8 Ahorro, eficiencia*

y *gestion de la energia* . cataluña: universidad de cataluña.
UE, D. (2017). *Directiva Unión Europea*. Obtenido de Diario oficial de la Unión Europea: <https://www.boe.es/doue/2017/132/L00001-00025.pdf>
UNAN-Managua. (2018). *Informe de Gestión 2018*. Obtenido de <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/2019/07/unan-managua-informe-de-gestion-2018-120719.pdf>
UNAN-Managua. (2021). *Mapa de procesos UNAN-Managua*. Obtenido de <https://www.unan.edu.ni/index.php/dgci/gestion-por-procesos.odp>