

Preliminary analysis of energy consumption in public buildings with IRAM-ISO 50001 approach.

Case study: Faculty of Engineering Oberá

Kerkhoff Alejandro J.
Dpto. Electromecánica, Laboratorio de Energías
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones ,
Oberá, Misiones, Argentina
kerkhoffjavier@gmail.com

Toledo Eduardo J.
Dpto. Electromecánica, Laboratorio de Energías
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones ,
Oberá, Misiones, Argentina
toledo@fio.unam.edu.ar

Bárbaro Marco P.
Dpto. Electromecánica, Laboratorio de Energías
Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones ,
Oberá, Misiones, Argentina
marcobarbaro@fio.unam.edu.ar

Abstract—This work is framed in a research project applied to public buildings which was carried out in the field of the Faculty of Engineering of the UNaM. The research project seeks to analyze methodologies for the implementation of an Energy Management System based on IRAM ISO 50001/18 standards that contribute to the improvement of energy performance by reducing energy consumption. The energy sources currently used are electricity and fuel. The measurement limits include the Central Building, CEFI, Buffet, the Sports Centre and Patagonia Bank. All the electrical energy of these areas of the Faculty of Engineering is registered by one of the energy meters of the distributor. The annual energy registered by this meter in 2019 amounted to a value close to 115.6MW-hr, representing 47% of what was consumed by the institution in the 2019 period. For the 2019 period, the distributor's remaining meter registered an energy consumption close to 54%. This remaining meter records the energy of the Civil Engineering Building and its laboratories, which reached an annual consumption of 247MW-hr in 2019. Regarding the other energy source consumed for the university's activities, fuel, there are no concrete data. Part of the activities of the implementation of the EnMS includes the review and data collection of equipment that consumes energy in the Faculty. There is a record from the heritage of all the institution's equipment and tools, but not of their consumption and efficiency.

In order to record why the high energy consumption is due even when the activities of the faculty are reduced, smart meters were installed in different circuits. This article presents power analysis results for one of these meters. It is detected that 42% of the energy consumption of this circuit occurs during night hours, where there are no work activities.

Palabras claves— *Edificios Públicos, IRAM ISO 50001, Eficiencia energética, medidores inteligentes.*

Keywords— *energy, IRAM ISO 50001, energy meter, public buildings.*

I. INTRODUCCIÓN

La competitividad y el cambio climático están asociados al uso de la energía a nivel mundial. El uso intensivo transformó los procesos de producción y de la mejora del nivel de vida en las sociedades más desarrolladas del planeta. La energía debe ser evaluada considerando el abastecimiento, los canales de distribución y la utilización de la misma [1], motivando la creación en el contexto internacional de diversos organismos y entidades como el Consejo Mundial de Energía (WCE) y la Agencia Internacional de Energía, con objetivos alineados en temáticas como la eficiencia energética, uso racional y consumo de las energías, contando con trayectoria y expertis en la temática y aportan referencia e innovaciones técnicas para cualquier persona o institución que pretenda abordar un proyecto de este tipo. [2] [3].

En Argentina desde hace varios años se vienen desarrollando políticas estratégicas desde varios sectores del estado nacional, está el Programa de ahorro y Eficiencia energética en Edificios Públicos con el propósito de poner en marcha medidas energéticas en todos los edificios de administración pública del país; hay consejos para ahorro de energía en verano e invierno para usar la energía de manera inteligente, también desde la Secretaría de Energía [4], están los conceptos definidos de Eficiencia Energética y en particular el Programa de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PROUREE) en Edificios Públicos [5], partiendo de un diagnóstico preliminar, pasando por una revisión energética con la finalidad de detectar el potencial de ahorro energético asociado a un ahorro económico, esto asociado en forma directa con el cuidado de los recursos naturales y el uso racional y sostenible de los mismos, sin comprometer las posibilidades de las generaciones presentes y futuras, en pos de mantener la calidad de vida. [1]

En 2018 se inició, en el marco de una Cooperación entre la Unión Europea (UE) y la Secretaría de Gobierno de la Energía de Argentina (SE) un programa denominado, “Eficiencia Energética en Argentina” [9], con financiación externa, buscando contribuir a la disminución del consumo de energía y al uso de los recursos de manera más eficiente, elaborar una propuesta y una metodología para aplicar en el “Plan Nacional de Eficiencia Energética” (PlanEEAr).

De acuerdo con el Balance Energético Nacional 2019 (BEN), las centrales eléctricas utilizaron el 45.3% del gas de red para producir energía eléctrica, siendo el gas natural de pozo la principal fuente de energía primaria con 43.348 KTEP. De los cuales el 76.2% fue obtenido por plantas de tratamiento para ser distribuido por redes. Los principales usos de la energía eléctrica fueron un 40% para el sector industrial, el 34% residencial y 25% el comercial y público.

Según informe anual 2019 de CAMMESA [10], de la distribución de energía eléctrica consumida esta se divide en los sectores: Residencial (43%), comercial (29%), y sector de gran demanda (28%). Se plantea un escenario para el 2030 [11] donde se supone un cambio en el consumo de fuentes fósiles a eléctricas en la demanda de energía eléctrica, como también se tiene en cuenta un ahorro del 8% del consumo producto del escenario tendencial y eficiente en relación al tendencial.

Las universidades nacionales, como actores fundamentales del estado, se han conformado en una red de once casas de estudios dentro de ellas participa la UNaM, bajo el proyecto de “Eficiencia Energética en Universidades” coordinado por la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf) y el CONICET, promoviendo desde la academia, la investigación, capacitación y extensión en el uso eficiente de la energía en instituciones públicas, sentando bases metodológicas para monitoreo y relevamiento [6].

En cuanto al sector industrial, las acciones regionales tiene a la UNaM como participante activa, en convenio con el Consejo Federal de Inversiones (CFI), el Ministerio de Industrial de Misiones y el Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones [7], llevando adelante el Programa de Eficiencia Energética en las micro, pequeñas y medianas empresas de los rubros hotelero, forestal, tealero y yerbatero a través de auditorías y diagnósticos energéticos, realizados por profesionales de la región formados previamente, dentro del mismo programa, como Gestores en Eficiencia Energética.

En su plan de desarrollo institucional PDI 2018 – 2026 [8], la UNaM definió como línea de acción, dentro del eje estratégico “Desarrollo Estratégico”, la implementación de un “Plan Integral de Gestión Ambiental” donde el principal objetivo es lograr un “Manejo Integral de la Energía”. El

mismo establece un conjunto bien definido de resultados que se esperan, como el que establece que la institución debe “Contar con protocolos para disminuir el consumo de energía y mejorar la eficiencia en su uso”. La imperiosa necesidad de realizar acciones tendientes a mejorar la eficiencia energética como institución formadora y de formalizar las acciones futuras fueron resultado de un trabajo colaborativo que incluyó a todas las unidades académicas y claustros, dentro de un espacio de diálogo, debate y reflexión; respondiendo al estatuto respecto a conservación y preservación del ambiente y los recursos naturales.

Empresas privadas en el País obtuvieron una considerable reducción del consumo, según datos de la Secretaría de Energía, estos ahorros pueden estar entre el 10 y 20% implementando los Sistemas de Gestión Energética [14], asociado al ahorro económico que eso significa, y la reducción de los gases de CO₂. Por ejemplo, Mastellone [13] redujo su consumo 3.2% con un periodo de recuperación de la inversión de 1 año, mientras que NEWSAN alcanzó un ahorro del 31% en gas y 14% de energía eléctrica [16] con una inversión de USD 63.981 dando un ahorro económico del 575% en tan solo medio año, y una reducción de 2620 t de CO₂.

En edificios públicos, del área de administración pública nacional [17] se determinó un ahorro entre el 20% y 30% del total de la energía consumida. En escuelas primarias y secundarias en México, a través de la Secretaría de Energía [12], identificaron la posibilidad de tener un ahorro del 26%, con un periodo de recuperación de la inversión de 6 años.

Este trabajo propone un análisis preliminar de los consumos generales de energía eléctrica y el cambio de actividad en el primer semestre del año, tomando como sectorización la división existente por punto de suministro, identificada físicamente en la institución en dos edificios bien definidos. Y específicamente, se estudia el caso de un sector de oficinas que tuvo mayor actividad en el mismo periodo de tiempo, el cual cuenta con un medidor inteligente en su tablero seccional y para el que se pueden analizar consumos fuera de horario y comportamiento del mismo los fines de semana. Este trabajo es importante por ser parte de la formulación de una metodología de implementación de un Sistema de Gestión de Energía (SGEn), basado en la familia de normas ISO 50000, y en específico la ISO 50001:2018 [15], aplicado al edificio central de Facultad de ingeniería, como caso de estudio; con el fin de que este sea implementado a otros niveles institucionales dentro de la UNaM, haciendo de éste una herramienta de aplicación, que garantice una mejora continua en el consumo consciente y el desempeño energético, promoviendo una cultura hacia la conciencia social y ambiental. En base a todo lo señalado, es compromiso de todos y en principio, buscar el compromiso

en cada uno, para implementar acciones en colaboración con los alumnos, docentes y personal administrativo, sobre el ahorro de energía, el uso racional consciente y el cuidado del ambiente, con la intención de impactar en la comunidad universitaria de la Facultad de Ingeniería.

Los SGEN permiten contar con un mecanismo que garantice que los beneficios ambientales y económicos logrados con la eficiencia energética sean obtenidos de manera permanentes y continúa, integrando de manera simultánea las diferentes disciplinas relacionadas con la gestión de la energía [15], así como la percepción positiva generada en la comunidad como resultados de las actividades realizadas en el marco de la implementación del proceso de mejora continua [16].

II. SECCIÓN DOS

A. Subsección uno

La implementación de un SGEN incluye: Una política energética definida en y con la participación de todos los actores de la institución, que es clave y fundamental; dejar claro el horizonte al que se quiere llegar en un plazo definido, establecimiento de objetivos, metas y planes de acción a llevar adelante, integrando y responsabilizando a diferentes actores según su tarea y área en el cual se desempeñan.

Cabe mencionar que la implementación de un sistema de gestión energética requiere no solamente el compromiso de todos los participantes, sino también una guía o estructura práctica que guíe el trayecto a seguir de una forma estandarizada, es por esto que el proyecto tiene como guía base la norma ISO 50001, que establece las pautas, condiciones y pasos a seguir de una forma clara y concisa, para los participantes, optimizando de la mejor manera los recursos utilizados.

En esta primera etapa el proyecto está en la revisión preliminar, recopilando información básica, en relación a su estructura de funcionamiento, cantidad de personas, características de uso, consumos de energía según facturas, su contextualización general, y mediante el uso de un medidor, ver de disponer de algunos datos relevantes para el análisis. El paso siguiente definido según referencia de la Norma ISO 50001/2018 indica que se debe definir los límites físicos de la organización, los límites físicos o, según nuestro caso en función de la infraestructura y ubicación de los medidores generales de energía.

En la Regional de Oberá, perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones, se encuentra la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Arte y Diseño, entre ambas unidades académicas comparten la biblioteca Regional, El comedor

Regional, dos Albergues Estudiantiles, un Playon Deportivo incluido en el relevamiento como también una sede del Banco Patagonia.

En relación a la cantidad de personas que están registradas son alrededor de 2260 integrantes, entre ellos alumnos, docentes y no docentes, personal de limpieza y seguridad, datos del año 2020. Los horarios en actividad normal, para el personal no docente que son 49, es de 6hs a 12hs y de 14hs a 20hs, concentrados en su gran mayoría (60%) de los mismos están en la mañana. Las clases son de lunes a viernes de 8hs a 12hs y de 14hs a 18hs en el ciclo básico y más hacia la tarde noche con los del ciclo superior y laboratorios, hasta las 21hs, los sábados en la mañana generalmente funcionan los laboratorios y se dan algunas clases. En la actualidad las clases están suspendidas, solo el personal no docente, si es necesario, y en turnos rotativos, asiste a sus lugares de trabajo, debido al Aislamiento Social Preventivo y Obligatorio "ASPO" producto del COVID-19, emergencia sanitaria y epidemiológica decretada en la Argentina. [18]

La caracterización se realizará en el marco de la norma ISO 50001:2018, el cual pretende evaluar los requisitos de implementación de un Sistema de Gestión de la Energía para proponer de forma participativa, con todas las partes que la conforman, una metodología alcanzable y medible de la norma.

En la implementación de un Sistema de Gestión Energética (SGEn) es fundamental basarse en la información, medición y toma de datos que serán de referencia para definir la línea base y con ello posteriormente definir los indicadores de eficiencia energética. Los consumos de energía que presenta nuestra institución son: el combustible y la energía eléctrica.

En lo que respecta a combustible, no se tienen registros de los gastos y/o consumos. Se implementó desde el año 2018, cuando los gastos fueron ascendiendo, mediadas para evitar viajes innecesarios y/o agrupar personas en un solo viaje, se reorganizo las agendas y se concentró las reservas de los vehículos en una sola persona, obteniendo buenos resultados, pero no pueden ser cuantificables ya que no se registró formalmente.

B. Subsección dos

Los datos pertenecientes a los medidores 1 y 2, corresponden a los límites físicos y/o definidos a los alcances que tienen dichos medidores en las instalaciones edilicias. "Fig. 1"

El medidor 1, que incluye el Edificio Central (a) con 2 pisos, el Centro de Estudiante "Casa de Chocolate" y el

Centro de Fotocopiado (b), el Buffet (c), el Playón Deportivo (d), el Banco Patagonia (e). El medidor 2 corresponde al edificio que se construyó, por último, con 3 pisos.

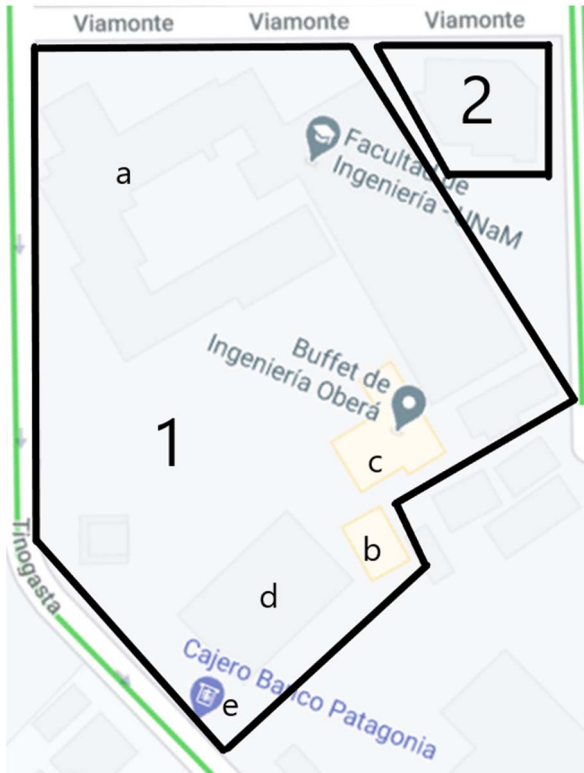


Fig. 1.- Límites físicos y/o medidores de la FI-UNaM.

El consumo de energía eléctrica total, para los años 2019 y 2020, de la Facultad de Ingeniería se presenta en la "Fig. 2". la relación de consumo entre los medidores es de 53% para el medidor 2 en el periodo 2019, mientras que para el 2020 el consumo es del 45.7%. Comparando los mismos periodos (enero-julio 2019/20) se observa, en el medidor 1, un consumo 67% menor, alcanzando los 44.9Mkw/hs, mientras que para el medidor 2 fue 53% menor, de 37.7 Mkw/hs año 2020, para las mismas áreas de trabajo. Estos datos reflejan de manera directa el cambio de actividades y las condiciones de uso de las instalaciones devenida en la institución por el Aislamiento social, Preventivo y Obligatorio (ASPO), como medida dispuesta por el Gobierno argentino ante la pandemia de coronavirus COVID-19.

La importancia del seguimiento y la toma de datos como herramienta para detección de oportunidades de mejora en las instalaciones se vio reflejada con la comparación entre consumos y actividades. Donde una disminución mayor al 90% en las actividades sustantivas, para los primeros meses del ASPO, generó un consumo de energía eléctrica del 50% en relación a los mismos meses con plena actividad. Este indicador fue un disparador de acciones de verificación, seguimientos y control en

diferentes áreas y equipos que se suponen son las de mayor consumo.

La disponibilidad de datos generales de la institución está bajo el área de Patrimonio, donde se tiene registro de todos los elementos pertenecientes a la institución, con más de 2100 registros, de los cuales, los que consumen energía son los que se detallan en la Tabla I, sin contar con los elementos particulares de cada laboratorio. Este es un listado general, aún no se determinó en todo el edificio los equipos de mayor consumo de energía ya que algunos espacios están cerrados y no se dispone de llave para su acceso por las ASPO.

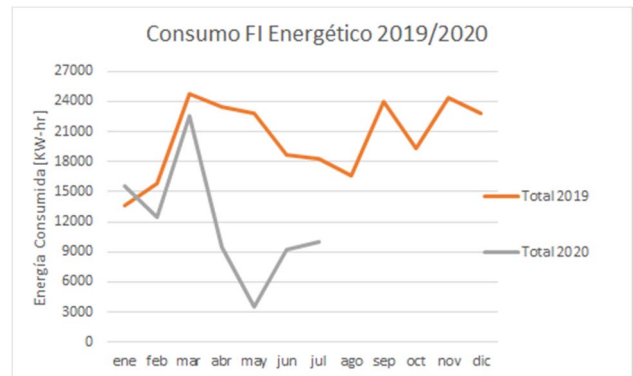


Fig. 2.- Consumo Energético Total FI-UNaM

Cabe remarcar, que no se cuenta con datos específicos de consumo de energía por oficinas, laboratorios o equipos, solo áreas generales donde se encuentran ubicado cada equipo o elemento instalado.

Tabla I. Listado general de equipos de la Facultad de Ingeniería

Descripción	Cantidad	Observación
Aire acondicionado	96	Diferentes capacidades, del frío/calor, diferentes modelos
Ventiladores de techo	127	Varias marcas y modelos
Ventilador de pie	3	Número 30, 30 pulgadas
Ventilador de pared	7	20 pulgadas.
Impresoras	104	Varias marcas y modelos

Fotocopiadoras multifunción	19	varias marcas y modelos
Bebedores	5	Agua fría y caliente
Computadoras de escritorio	130	Varias marcas, tamaños y modelos
PC	103	
Monitores	275	
Notebook	42	
UPS	43	
Router	81	

III. MEDICIONES DE VARIABLES

En función del seguimiento inicial, viendo que sin personal en la institución se consumió casi el 50% de la Energía, llevó a iniciar un relevamiento por sectores. En esta sección se describen la instrumentación utilizada para la medición y registro de variables en las instalaciones de la FI-UNaM.

A. Equipos de medición parte uno

Los registros de energía eléctrica se realizaron utilizando un medidor inteligente de consumo eléctrico trifásico marca Powermeter con conexión wifi, como se muestra en la “Fig. 3”. Instalados en distintos tableros principales y seccionales.



Fig. 3.- Medidor Inteligente Powermeter Smart.

Estos instrumentos poseen una interface webservice compatible con todos los productos de la empresa, que permite manejar el conjunto de los dispositivos instalados desde el mismo lugar de forma simple e intuitiva como se puede ver en la “Fig. 4”.

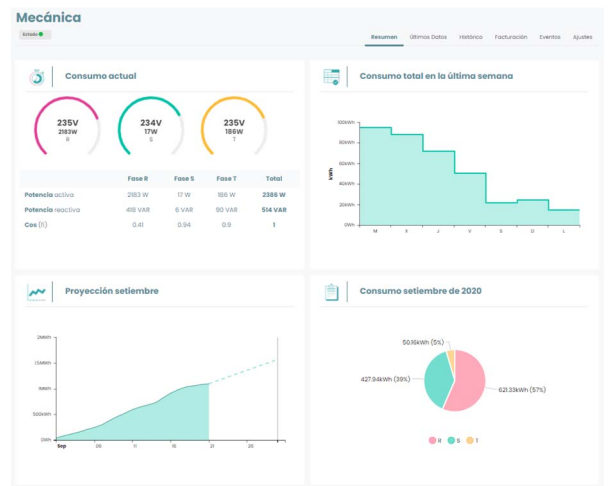


Fig. 4.- Interfaz Medidor Inteligente Powermeter Smart

La interfaz posee un tiempo de refresco de 5 segundos, donde puede verse la información en tiempo real de tensión y potencia activa por fase, tendencia de consumo y valor esperado a fin de mes, balance de consumos por fase, un registro de eventos ocurridos durante los últimos días con vista simultánea de los parámetros de consumo instantáneos como tensión, corriente, potencia activa y potencia reactiva, detallada por fase y totales. También cuenta con la posibilidad de descargar los datos del registro histórico de consumos mensuales y diarios de energía acumulada activa y coseno de fi, para su tratamiento en otro software.

El servidor almacena la información registrada únicamente 7 días y luego envía los registros de datos por correo electrónico para su posterior análisis.

B. Equipos de medición parte dos

Para este artículo se presenta únicamente el análisis de las mediciones realizadas por uno de los medidores, el que corresponde al circuito denominado Centro de Estudios Energéticos para el Desarrollo “CEED”. Este circuito alimenta principalmente a una zona de oficinas del CEED “Fig. 5”, un aula, el buffet, el playón polideportivo, el centro de fotocopiados, el nuevo laboratorio de electrónica y el taller. Estos últimos incluidos en el edificio central (a) “Fig.1”. En esta situación de pandemia, los espacios mayormente utilizados son las oficinas del CEED dado las tareas que continúa realizando este centro con empresas del medio.

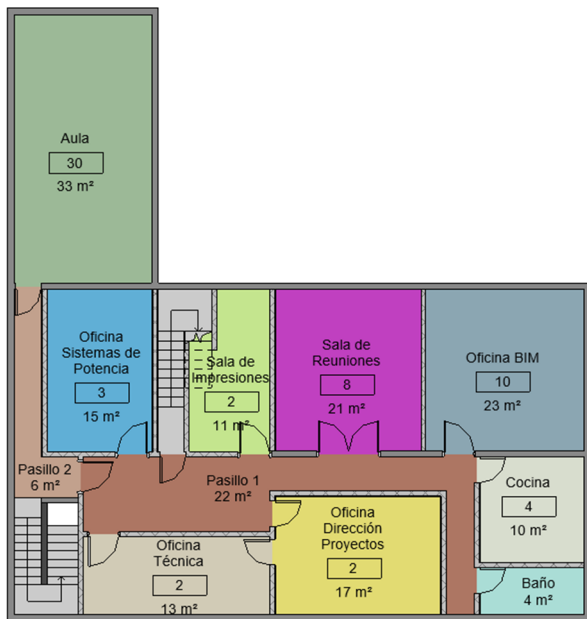


Fig. 5.- Zona de oficinas del CEED.

Descripción de Mediciones

Las mediciones en este circuito y otros del tablero principal, se comenzaron a registrar en abril de este año. La instalación de estos medidores surge como parte de las tareas programadas para los proyectos de investigación que se encuentra llevando a cabo el grupo, pero también como parte de un pedido de las autoridades en relación a los gastos de energía de la facturación de la distribuidora de energía eléctrica. El consumo de energía no se redujo en concordancia con la reducción de las actividades cómo se podría esperar.

Las mediciones realizadas por los medidores inteligentes son registradas cada 5 minutos. Se registran las siguientes variables:

- Voltaje por fase.
- Corriente por fase.
- Potencia Activa por fase.
- Potencia Reactiva por fase.

En este artículo, por una cuestión de limitación de datos, únicamente se presentará un análisis de las mediciones de potencia activa y de la energía asociada a esta.

IV. RESULTADOS

Resultado de Análisis de Mediciones

En las Figuras “Fig. 6” a “Fig. 8” se presenta la potencia para cada fase del circuito correspondiente al ramal denominado CEED. Se observa claramente que la demanda en las fases está desequilibrada (Fase R:35%, Fase S:10% y Fase T:55%). En la revisión se detectó que en las fases más cargadas (R y T) poseen gran parte de la

carga de aires acondicionados y tomacorrientes para PCs del área de Simulación del CEED. La fase S, alimenta gran parte de iluminación y oficinas y un aula, cuyo uso se vio reducido durante la cuarentena.

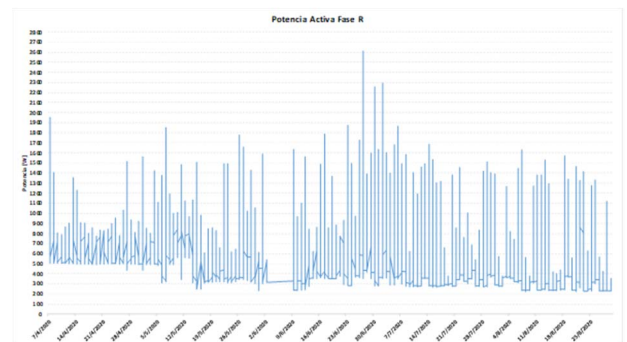


Fig. 6.- Potencia Activa Fase R

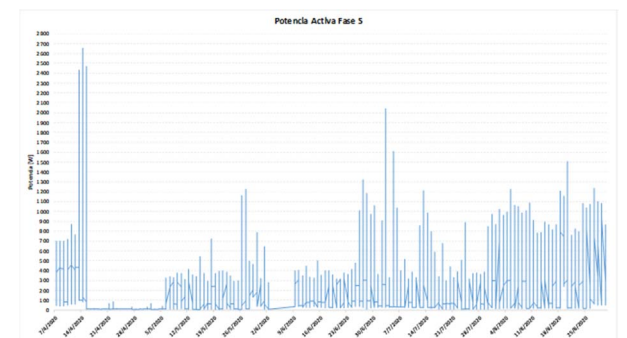


Fig. 7.- Potencia Activa Fase S

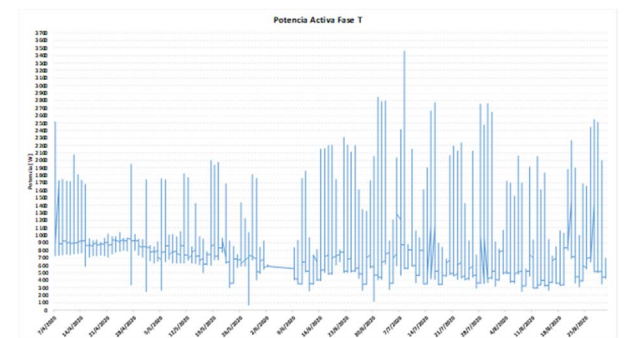


Fig. 8.- Potencia Activa Fase T

Mediante los datos de registros de potencia en el periodo analizado se determinaron los siguientes parámetros para cada fase:

Potencia Media por fase:

La potencia media representa el valor medio para todas las muestras tomadas

- Potencia Media Fase R: 498 W
- Potencia Media Fase S: 148 W
- Potencia Media Fase T: 785 W

Potencia Base por fase:

La potencia base se calcula considerando el valor de potencia sobre el cual se encuentra el 90% de los valores registrados. Las propuestas de mejora deben apuntar a acciones que tiendan a disminuir estas líneas de potencia base que indican que el 90% del tiempo posee cargas del orden de los valores mencionados abajo. Se observa que existen valores de potencia mucho mayores a los valores base, pero que duran un corto periodo de tiempo. Esto posiblemente se deba al arranque de las PCs (hay una gran cantidad en esta zona) y aires acondicionados.

- Potencia Base Fase R: 270 W
- Potencia Base Fase S: 12 W
- Potencia Base Fase T: 400 W

Monótona de Potencia

Dado que las curvas de potencia por sí solas no permiten sacar una conclusión dado la variabilidad que presentan, es común la utilización de curvas monótonas, que muestran qué porcentaje de tiempo durante el periodo analizado se tuvieron cada uno de los valores registrados de potencia.

A continuación, se presenta la curva monótona de potencia para todo el periodo analizado, para cada fase “Fig. 9”.

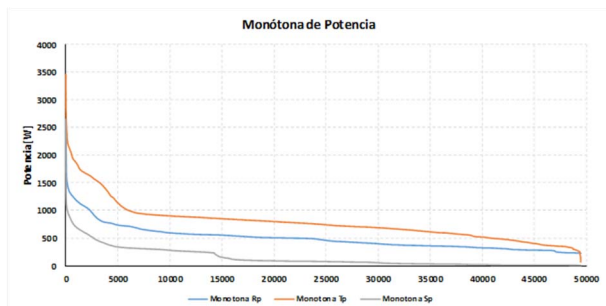


Fig. 9.- Monótona de Potencia Total

Esta curva nos indica que en el 90% del periodo registrado existen cargas que demandan entre 0 y 1000W en la Fase T, entre 0 y 750 W en la Fase R y entre 0 y 350 W en la Fase S.

Como parte del análisis, se estudió que potencias hay conectadas los fines de semana. Para esto, se ajustó la monótona, acotando los datos registrados a los fines de semana. En la “Fig. 10”, se muestra esta curva. Mediante esta curva observamos que, durante los fines de semana, las Fases R y T presentan un valor de potencia considerable, teniendo en cuenta que son días no laborales.

La energía consumida durante todos los fines de semana representa el 25% total de la energía en el periodo analizado.

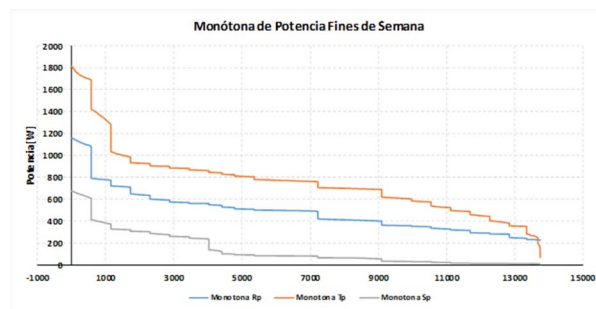


Fig. 10.- Monótona de Potencia Fines de Semana

Además, se estudió que potencias hay conectadas durante horas de la noche, en el periodo de 20 hs a 7 hs. Nuevamente se ajustó la monótona, acotando los datos registrados a las horas indicadas durante todo el periodo de análisis. En la “Fig. 11”, se muestra esta curva. Mediante esta curva observamos que, durante las horas de la noche, las Fases R y T presentan un valor de potencia considerable, teniendo en cuenta que son horas no laborales.

La energía consumida durante todos los fines de semana representa el 42% total de la energía en el periodo analizado.

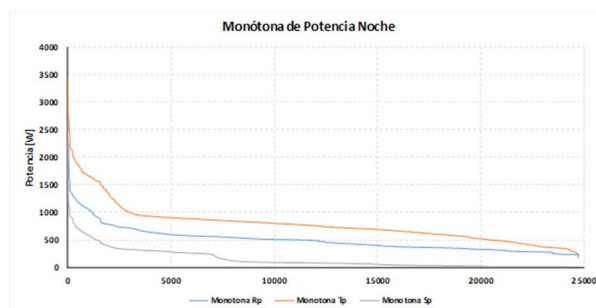


Fig. 11.- Monótona de Potencia Noche

Como demuestran las curvas, tenemos consumos de energía considerable en horarios donde no hay actividad laboral. Como parte de las tareas futuras, se pretende realizar un relevamiento para detectar a qué se debe este consumo considerable de energía.

V. CONCLUSIONES

Del trabajo realizado al momento, es de remarcar y resaltar la importancia del seguimiento y la medición, ya que con solo la visualización de las facturas y consumos generales se observó que, sin personal en la institución, la misma consume el 50% de la energía eléctrica total. Es necesario contar con mayor información y datos de otras variables relevantes para explicarlo de forma objetiva y significativa, lo que genera una línea de investigación que busque relevar y relacionar los recursos informáticos conectados por la necesidad de trabajos remotos y aquellos por descuido o hábito.

Es menester contar el registro de gasto y consumo de combustible, ya que no se cuenta con registro formal de los mismos. Como también es necesario contar con los planos civiles y eléctricos de toda la institución.

Otro punto importante de remarcar, es que se necesita incluir en el relevamiento y aún más en las compras de equipos desde el área de patrimonio, el consumo y otras características de los equipos.

Según el sector de análisis donde se dejó el instrumento de medición, se pudo observar que el 42% del consumo de energía de este circuito se produce durante horas de la noche, donde no hay actividades laborales.

Es necesario la participación de todos los sectores para alcanzar los objetivos que se planteen para llevar adelante la implementación del SGen, para mejorar el consumo energético y concientizar a los diferentes actores sobre el uso racional de la energía. Con la implementación de una política energética se puede esperar un ahorro de por lo menos el 10% de la Energía.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM).

REFERENCIAS

- [1] Guía Práctica de la energía consumo eficiente y responsable. Instituto para la diversificación y ahorro de la energía (EXITO). 2º Edición. Madrid 2007.
- [2] Consejo Mundial de Energía. Disponible en <https://www.worldenergy.org/> Acceso en Septiembre 2020.
- [3] Agencia Internacional de Energía Disponible en <https://www.iea.org/>. Acceso en Septiembre 2020.
- [4] Secretaría de Energía. República Argentina. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia>. Acceso en Junio 2020.
- [5] Secretaría de Energía. República Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sector-publico/prouree-en-edificios-publicos>. Acceso en Julio 2020.
- [6] Universidad Nacional de Rafaela UNRaf. La UNRaf reunió a 11 universidades nacionales para un proyecto de eficiencia energética. 2019. Disponible en: <https://www.unraf.edu.ar/index.php/noticias/626-noticia-292>. Acceso en Julio 2020
- [7] Consejo Federal de Inversiones CFI, Programa de Eficiencia Energética. Curso de Eficiencia Energética. Disponible en <http://curso.cfi.org.ar/> Acceso en Julio 2018.
- [8] Plan de desarrollo institucional 2018 – 2026. Universidad Nacional de Misiones. <https://www.unam.edu.ar/>. Acceso Diciembre 2018.
- [9] Daniel Bouille et al., Guía metodológica para la elaboración de un plan nacional de eficiencia energética en Argentina (PlanEEAr) 2019. Disponible en www.eficienciaenergetica.net.ar . Acceso en julio 2020.
- [10] Informe anual CAMMESA 2019. Disponible en: <https://portalweb.cammesa.com/default.aspx> Acceso en Junio 2020
- [11] Escenarios Energéticos 2030. Noviembre 2019. Disponible en <http://www.energia.gob.ar> Acceso en Agosto 2020.
- [12] Santiago Creuheras Díaz et al., Estudio de Eficiencia energética en escuelas. Estudio en Materia de Eficiencia energética. Dirección General de Eficiencia y Sustentabilidad Energética de la Secretaría de Energía. México. Junio 2015.
- [13] Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) Casos argentinos MASTELLONE HNOS S.A. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/7_caso_de_exitoso_50001_mastellone_hnos.pdf Acceso en Septiembre 2019.
- [14] Secretaría de Energía República Argentina. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/produccion/energia/eficiencia-energetica/eficiencia-energetica-en-sectores-productivos>. Acceso en Julio 2020.
- [15] ISO/IRAM 50001/2018 Sistema de Gestión Energética.
- [16] Implementación de Sistemas de Gestión de la Energía (SGE) Casos argentinos NEWSAN. Plantas Industriales Disponible en https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/newsan_-_anexo_ii.pdf Acceso en Septiembre 2019.
- [17] SECRETARÍA DE ENERGÍA PROGRAMA DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS Programa de Uso racional y Eficiente de la Energía en Edificios Públicos Resultados de las unidades de demostración. Disponible en:

- https://www.minem.gob.ar/archivos/Reorganizacion/eficiencia/2016/informe_unidades_demostracion_ee.pdf
- [18] Rudberg, M., Waldemarsson, M., & Lidestam, H. (2013). Strategic perspectives on energy management: A case study in the process industry. *Applied Energy*, 104, 487–496. Disponible en: <http://www.scopus.com>