

ESTRUCTURACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA ENERGÍA PARA EDIFICIOS REPRESENTATIVOS DE LA UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

RESUMEN EJECUTIVO

PREPARADO PARA:
FUNDACIÓN BARILOCHE

Marzo 2020

WSP
Av. del Valle Sur 534, Ciudad Empresarial, Huechuraba, Santiago
TELÉFONO: +56 2 2653 8000 /
wsp.com





Este documento fue elaborado por WSP Chile, en el marco de la consultoría para la “Estructuración de un sistema de gestión de la energía para edificios representativos de la Universidad de Buenos Aires” como parte del Proyecto “Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías relacionadas con el cambio climático en América Latina y el Caribe” financiado por el GEF, el cual es gestionado por el BID, y ejecutado por Fundación Bariloche.

Agradecimientos a la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la Secretaría de Gobierno de Energía del Ministerio de Hacienda, por su apoyo técnico y la disposición de sus Guías de Buenas Prácticas para un uso responsable de la energía. Así mismo, a la Rectoría y los equipos de administración energética, mantenimiento y servicios de las facultades de Ingeniería, Ciencias Económicas y Derecho de la Universidad de Buenos Aires.

Elaboraron: Andrea Afranchi, Michel de Laire y Yahaira Fiallos.

Revisaron: Universidad de Buenos Aires, y Fundación Bariloche.

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento y sus productos puede ser reproducida sin el permiso del Banco Interamericano de Desarrollo.



Resumen ejecutivo

El presente documento corresponde al Informe final del proyecto denominado “Estructuración de un sistema de gestión de la energía para edificios representativos de la Universidad de Buenos Aires” contratado por Fundación Bariloche a WSP, en el marco del proyecto “Mecanismos y redes de transferencia de tecnologías relacionadas con el cambio climático en Latinoamérica y El Caribe”, preparado por el Banco Interamericano de desarrollo (BID), el cual cuenta con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés).

Este informe sintetiza los principales resultados de las actividades realizadas desde mayo hasta diciembre de 2019 en cuatro edificios representativos de la Universidad de Buenos Aires (UBA), los que corresponden a la Facultad de Ciencias Económicas, la Facultad de Derecho, las sedes de la Facultad de Ingeniería Paseo Colón y Las Heras. Además de la dirección de la Fundación Bariloche, esta consultoría contó con el apoyo técnico de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética (SSERyEE) de la Presidencia de la Nación.

Desde el punto de vista del contexto energético, se pudo establecer que la UBA, en línea con el Decreto 140/2007 del Poder Ejecutivo Nacional (P.E.N.), que instruye la creación del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE), creó por medio de su RES 141/17, el Programa de Gestión Eficiente de Recursos Energéticos (PROGEREN) de UBA.

En el marco de la consultoría, WSP desarrolló la “Guía buenas prácticas uso eficiencia de la energía en la Universidad de Buenos Aires”, dirigida a estudiantes, profesores, personal no docente, administradores y ayudantes energéticos. El documento se elaboró con base en los cuatro edificios representativos estudiados, pero puede ser aplicado a cualquier instalación de naturaleza similar.



Ilustración 1: Portada y contenido de Guía buenas prácticas uso eficiencia de la energía en la Universidad de Buenos Aires.

Para la realización de la revisión energética en cada uno de los cuatro edificios se contó con el apoyo de la Universidad de Buenos Aires a través de la coordinación de los administradores y ayudantes energéticos, así como con información de facturación de electricidad y gas natural que fue proporcionada desde Rectoría.

Con base en la información recibida, se pudo establecer que para los cuatro edificios estudiados el principal consumo corresponde a energía eléctrica. Para el caso del gas natural, este tiene una participación relevante en la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) y en la Facultad de Derecho (35% y 22% respectivamente) mientras que en las sedes Paseo Colón y Las Heras se consideró que no era significativo (1% y 3% respectivamente).

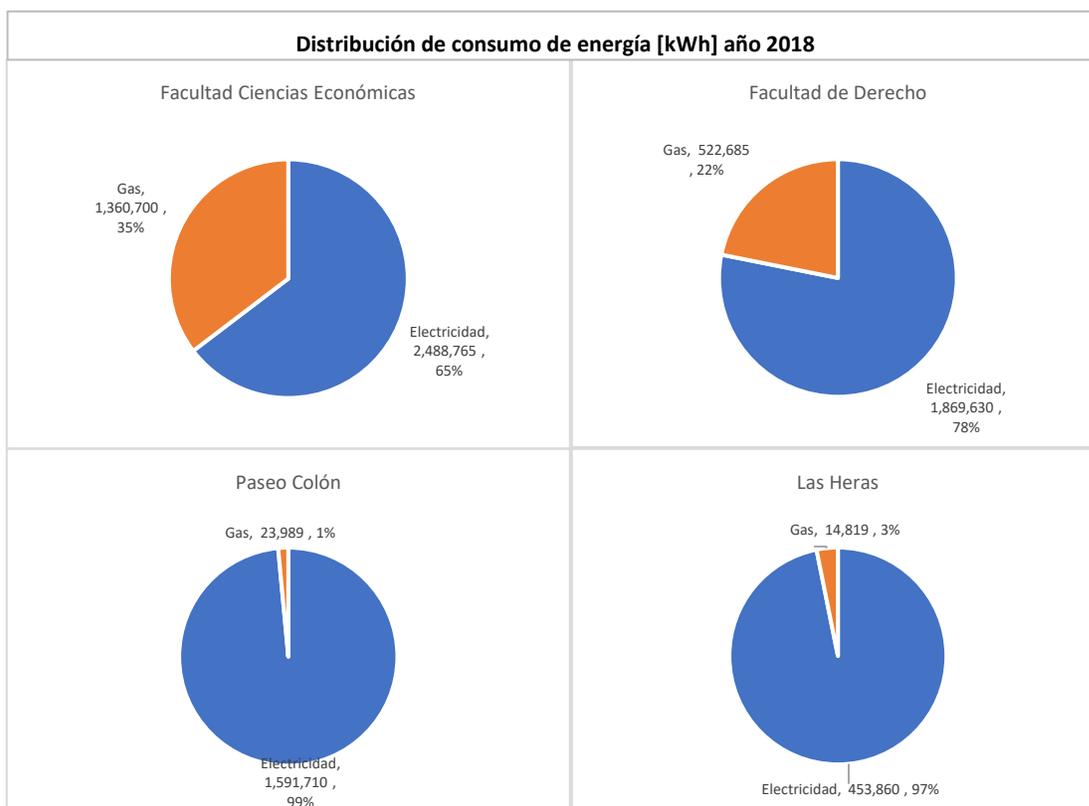


Gráfico 1: Balance de energía, según consumo de electricidad y gas natural, año 2018. Fuente: Elaboración propia con base a facturas UBA

Mediante levantamiento de información en los edificios y mediciones de consumo de electricidad, se determinó que los usos significativos de energía (USEs) en electricidad son la iluminación, el aire acondicionado (frío/calor) y distintos tipos de equipos de oficina. Adicionalmente se establecieron USEs relacionados con el consumo de gas natural, que corresponden a la calefacción del agua para pileta temperada y duchas en Facultad de Derecho y, al sistema de calefacción central por agua caliente de la FCE.

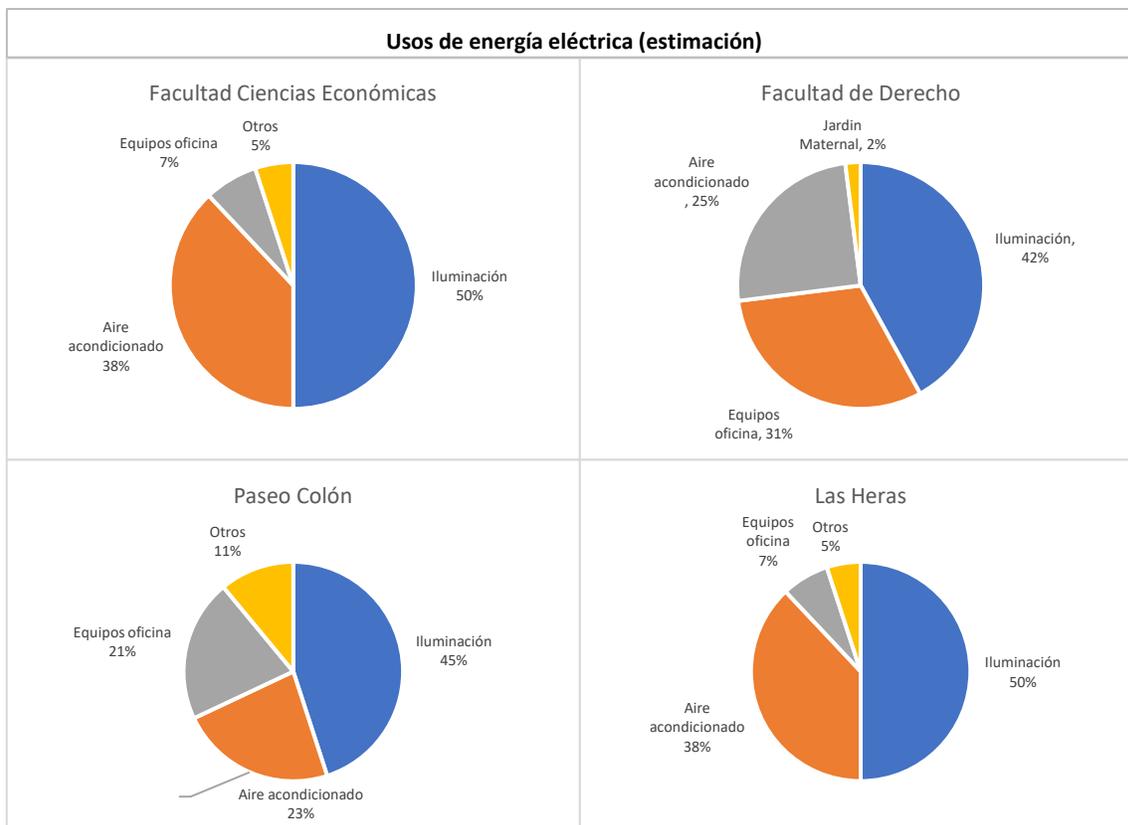


Gráfico 2: Distribución de usos de la electricidad. Fuente: Elaboración propia con base a mediciones eléctricas en tableros eléctricos generales de edificios representativos UBA

En todos los circuitos analizados se pudo apreciar la existencia de una carga base significativa, durante las horas de la noche y madrugada donde no hay actividad en los edificios, este fenómeno también se repite en los días domingo y festivos. Estos consumos corresponden principalmente a iluminación que permanece encendida y otros artefactos como neveras, dispensadores de agua fría/caliente (conocidos como *dispensers*), computadores e impresoras que no se desconectan por tener bajos consumos de energía de forma individual.

Como resultado de la revisión energética se identificaron las siguientes oportunidades para mejorar el desempeño energético:

- Reemplazo de tubos fluorescentes por tubos LED.
- Reemplazo de equipos existentes por unidades de alta eficiencia.
- Disminuir consumo durante horas de inactividad (noche, domingos y festivos).
- Reducir carga base de consumo de electricidad de noche, domingos y festivos.
- Instalar válvulas termostáticas en radiadores (solo en la FCE).
- Reemplazo de termotanque (solo en la Facultad de Derecho).

Además, se propone la instalación de un sistema de medición y registro de consumo de electricidad que permita efectuar seguimiento del desempeño energético de cada edificio.

El potencial de reducción de consumo de energía se estimó en 2,54 GWh anuales, que corresponde al 31% de consumo de energía agregado de los cuatro edificios. De materializarse esta reducción de consumo de energía, se dejarían de emitir gases efecto invernadero equivalentes a 1.218 toneladas de dióxido de carbono.

El monto estimado de inversión es de 651.883 dólares estadounidenses, pudiendo obtener ahorros de costos energéticos de 341.447 dólares estadounidenses anuales, obteniendo los primeros retornos de inversión de 4 a 5 meses con los cambios a iluminación LED, y en un periodo de 4 a 6 años respecto a los aires acondicionados. En la Tabla 1 se muestra el resumen de la inversión requerida.

Tabla 1: Resumen de inversión requerida para medidas de mejora USD)

| Edificio | Iluminación | Aire acondicionado | Carga base | Válvulas Termostáticas | Caldera | Sistema medición | Total |
|-------------|-------------|--------------------|------------|------------------------|---------|------------------|---------|
| Derecho | 3.496 | 154.880 | - | - | 6.200 | 10.000 | 174.576 |
| FCE | 9.471 | 277.760 | - | 4.000 | - | 10.000 | 301.231 |
| Paseo Colón | 4.430 | 120.600 | - | - | - | 10.000 | 135.030 |
| Las Heras | 2.046 | 29.000 | - | - | - | 10.000 | 41.046 |
| Total | 19.443 | 582.240 | - | 4.000 | 6.200 | 40.000 | 651.883 |

Con el objeto de comparar el desempeño energético de los cuatro edificios, se empleó la metodología del Programa STARS de la Asociación por el Avance de la Sustentabilidad en la Educación Superior, (AASHE por sus siglas en inglés)¹.

Como resultado del benchmarking, se obtuvo que el Indicador de desempeño energético (IDE) de la Facultad de Ciencias Económicas está por sobre los 389 [Btu/m²/°C], que es el máximo recomendado por la metodología STARS, mientras que los tres edificios restantes cuentan con valores significativamente menores. El resultado del indicador de desempeño energético para benchmarking se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2: Cálculo de IDE para benchmarking

| Edificio | Total energía [MMBtu] | GDR [°C] | GDC [°C] | Superficie [m ²] | IDE [Btu/m ² /°C] |
|---|-----------------------|----------|----------|------------------------------|------------------------------|
| Facultad de Derecho | 16.137 | 971 | 820 | 66.490 | 135,5 |
| Facultad de Ingeniería sede Paseo Colón | 12.227 | 971 | 820 | 45.678 | 149,5 |
| Facultad de Ciencias Económicas | 23.756 | 971 | 820 | 32.890 | 403,3 |
| Facultad de Ingeniería sede Las Heras | 3.537 | 971 | 820 | 15.071 | 131,0 |

Según lo apreciado por el equipo de WSP, estas diferencias radican principalmente en los niveles de confort térmico de los usuarios de los edificios, dado que la Facultad de Ciencias Económicas cuenta proporcionalmente con más espacios climatizados (aire acondicionado y calefacción), en comparación con los otros edificios². Este punto debe ser de especial atención, debido a que mejoras de confort pueden estar asociadas a la instalación de nuevos equipos de aire acondicionado (frío/calor), lo que necesariamente significará un aumento del consumo de energía de los edificios.

¹ <https://stars.aashe.org/>

² Durante el período estudiado solo la Facultad de Ciencias Económicas cuenta con un sistema de calefacción centralizado en operación, con uso de calderas a gas natural.

Para cuantificar las mejoras del desempeño energético en cada uno de los edificios, se propone implementar IDEs tipo “Valor de energía medido” y “Relación de valores medidos”³, que consideren el consumo de energía, la superficie construida (en metros cuadrados) y la temperatura ambiente diaria exterior, expresada como grados día de calefacción (GDC) y grados días de refrigeración (GDR)⁴.

También se propone la creación de indicadores donde se incorpore la equivalencia a nivel de energía primaria, multiplicando el consumo de electricidad por el factor 2,25⁵. antes de sumarlo con la energía del gas. A la suma total se le denomina “energía equivalente”.

De esta forma se proponen los siguientes IDEs indicados en la Tabla 3.

Tabla 3: Indicadores de desempeño energético

| N° | Descripción | Tipo de indicador | Cálculo |
|-------|---|-----------------------------|---|
| IDE 1 | Energía total dividida por superficie | Valor de energía medido | $\frac{\text{Electricidad [kWh]} + \text{Gas [kWh]}}{\text{Superficie [m}^2\text{]}}$ |
| IDE 2 | Energía equivalente dividido por superficie | Valor de energía medido | $\frac{\text{Electricidad [kWh]} * 2,25 + \text{Gas [kWh]}}{\text{Superficie [m}^2\text{]}}$ |
| IDE 3 | Energía total dividida por superficie y GDT | Relación de valores medidos | $\frac{\text{Electricidad [kWh]} + \text{Gas [kWh]}}{\text{Superficie [m}^2\text{]} * (\text{GDR} + \text{GDC})[\text{°C}]}$ |
| IDE 4 | Energía equivalente dividida por superficie y GDT | Relación de valores medidos | $\frac{\text{Electricidad [kWh]} * 2,25 + \text{Gas [kWh]}}{\text{Superficie [m}^2\text{]} * (\text{GDR} + \text{GDC})[\text{°C}]}$ |

Al revisar el desempeño energético de los cuatro edificios durante el año 2018 respecto de 2017 (línea base), se pudo apreciar que la mayoría de los IDEs presentan valores a la baja. En la

Tabla 4, se presentan los resultados del IDE 4.

Tabla 4: Resultado del IDE 4. Consumo energético por metro cuadrado y grados día totales

| Edificio | IDE 4 (Wheq/m ² /GDT) | | % variación |
|-------------|----------------------------------|-------|-------------|
| | 2017 | 2018 | |
| Derecho | 1.638 | 1.342 | -18,0% |
| FCE | 2.155 | 1.920 | -10,9% |
| Paseo Colón | 712 | 605 | -15,0% |

³ Según ISO 50006:2014 *Energy management systems -- Measuring energy performance using energy baselines (ENB) and energy performance indicators (ENPI) -- General principles and guidance*

⁴ Debido a la baja correlación con variables independientes no fue posible establecer indicadores de tipo estadístico.

⁵ El valor de 2,25 según metodología AASHE es para llevar el consumo eléctrico a energía primaria. Este valor, responde a parámetros promedio, que aplica la metodología para Universidades en Latinoamérica. Este factor fue validado con la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética (SSERyEE).

| | | | |
|-----------|-------|-------|--------|
| Las Heras | 605 | 537 | -11,3% |
| Total | 5.110 | 4.404 | -13,8% |

Como parte de la consultoría, se propuso una Política Energética de la UBA objetivos y metas alineados con ISO50001:2018, que se trabajaron con los representantes de las facultades.



UBA
Universidad de Buenos Aires
Argentino virtus robor et studium

Política Energética de la UBA

La Universidad de Buenos Aires a lo largo de su historia se ha constituido y consolidado como centro académico de formación de profesionales y espacio científico de circulación y producción de conocimientos, desarrollo cultural y extensión a la comunidad. Es una institución líder, no sólo en el ámbito universitario sino en el de toda la comunidad, cuyo propósito es el de desarrollar una correcta política para el crecimiento, tratamiento y transferencia de la información para lograr el acceso al conocimiento con calidad y equidad a toda la comunidad universitaria.

Como entidad pública de formación de profesionales, ha creado el PROGRAMA DE GESTION EFICIENTE DE RECURSOS ENERGETICOS (PROGEREN) cuya misión es generar un marco para la utilización sustentable de recursos energéticos -en el corto, mediano y largo plazo- y articular políticas generales en materia de uso racional de recursos energéticos.

Esta política energética requiere de la participación de toda la comunidad universitaria para alcanzar un adecuado desempeño energético y para ello, ha implementado un Sistema de Gestión de la Energía comprometiéndose a:

- **Administrar eficientemente los recursos y consumos de energía en sus facultades,**
- **Cumplir con los requisitos legales que le apliquen desde su autonomía, y otros requisitos a los cuales suscribe en relación al uso y consumo de la energía, así como la eficiencia energética,**
- **Implementar la adquisición de equipos y servicios energéticamente eficientes y el diseño de soluciones para un mejor desempeño energético de actividades e instalaciones, para ello ha dispuesto su Guía de Buenas Prácticas de uso de la energía,**
- **Incorporar el uso de energía proveniente de fuentes limpias,**
- **Informar y difundir a la comunidad universitaria sobre las acciones y objetivos sobre el mejoramiento del desempeño energético,**
- **Adherirse a acciones que busquen disminuir el cambio climático.**

Para lograr los compromisos establecidos, la UBA asegura la disponibilidad de la información energética, asignando los recursos necesarios para alcanzar y verificar periódicamente los objetivos y metas energéticas, estableciéndose y promoviendo acciones que fomenten la cultura del uso responsable de la energía.

Firma del rector (incluir el nombre y apellido)

Ciudad de Buenos Aires, XX de XXX de 2019

Ilustración 2: Propuesta de Política Energética UBA

De acuerdo con las definiciones de ISO 50001:2018, *los objetivos son un resultado a alcanzar y son establecidos por la organización de manera consistente con la política energética para alcanzar resultados específicos*. Por otra parte, *una meta energética es un objetivo cuantificable del desempeño energético* y puede estar incluida en un objetivo. En la Tabla 5 se presentan los objetivos y metas propuestos.

Tabla 5: Objetivos y metas energéticas

| Lineamiento de Política Energética | Objetivos energéticos | Metas energéticas | Responsables |
|---|---|---|--|
| <p>Esta política energética requiere de la participación de toda la comunidad universitaria para alcanzar un adecuado desempeño energético</p> | <p>Mejorar el desempeño energético de sus edificios</p> | <p>Disminuir Indicadores de Desempeño Energético en un 31% al año 2023, en los 4 edificios representativos*</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Rectorado: Asignar los recursos económicos necesarios para las actividades descritas en los planes de acción de cada facultad - Decanos de Facultades: Asignar fondos y responsabilidades a las direcciones correspondientes para la implementación del Plan - Administradores Energéticos: gestionar las compras o actividades necesarias y controlar la correcta implementación - Ayudantes de cada Facultad: apoyar con la implementación de las actividades de mejora establecidas en el plan |
| | <p>Incorporar a la comunidad universitaria en el uso eficiente de la energía y aplicar las medidas operacionales de gestión de energía establecidas</p> | | <ul style="list-style-type: none"> - Administradores Energéticos: Liderar las campañas de concientización en el uso eficiente de la energía - Personal de Mantenimiento y Servicios: Cumplir con los parámetros operacionales de uso eficiente de la energía - Docentes y Alumnos: Colaborar con el uso eficiente de la energía en salas |
| <p>Implementar la adquisición de equipos y servicios energéticamente eficientes y el diseño de soluciones para un mejor desempeño energético de actividades e instalaciones</p> | <p>Establecer y aplicar los criterios de eficiencia energética en la adquisición de equipos y contratación de servicios vinculados a los usos significativos de energía</p> | | <ul style="list-style-type: none"> - Secretaría de Hacienda y Administración: Comunicar los criterios de eficiencia energética y verificar la aplicación de los mismos en los procesos de compra y contratación |

Para que los objetivos y metas energéticos puedan ser alcanzados, es necesario que las facultades diseñen e implementen planes de acción para llevar a cabo en cada edificio. La Tabla 6 presenta una propuesta de planes de acción para las respectivas facultades, donde se considera un horizonte de aplicación del plan de cuatro años (2020-2023).

Tabla 6: Plan de Acción a implementar en cada edificio

| Objetivo | Meta | Actividades | Responsables | Plazo cumplimiento objetivo | límite |
|--|---|--|--|-----------------------------|--------|
| Mejorar el desempeño energético de sus edificios representativos | Disminuir el consumo de energía total en un 31% al año 2023 | Recambio de las luminarias fluorescentes en las aulas y pasillos, por equipos de tecnología LED | <ul style="list-style-type: none"> - Administrador Energético: efectuar las solicitudes de compra incorporando los criterios de eficiencia energética que aplique. Coordinar con personal de mantenimiento y servicios la implementación. - Personal de mantenimiento y servicios: cumplir con el plan de implementación y supervisar trabajos de terceros en caso de aplicar. | 2021 | |
| | | Ejecutar plan de recambio de los equipos de aire acondicionado, por equipos de tecnología Inverter con eficiencia A o superior. | | 2023 | |
| | | Reemplazar el termostato para calentamiento de agua de pileta y duchas, por caldera de condensación [solo Fac. de Derecho] | | 2023 o cuando sea necesario | |
| | | Instalar válvulas termostáticas en radiadores de calefacción [solo FCE] | | 2021 | |
| Incorporar a la comunidad universitaria en el uso eficiente de la energía | Disminuir el consumo de energía total en un 31% al año 2023 | Monitoreo del consumo eléctrico nocturno para determinar reducción de carga base | - Administrador Energético: gestionar el servicio de medición de consumo eléctrico de al menos una semana de duración, en circuitos de tablero general y comparar con las mediciones anteriores, para verificar reducción | 2020 | |
| | | Efectuar campañas de concientización a todos los usuarios de la facultad en el uso eficiente de la energía | - Administrador Energético: Liderar las campañas de concientización en el uso eficiente de la energía, coordinando apoyos con la SSERyEE, Departamento de Energía de la FIUBA y otras organizaciones | 2020 | |
| | | Efectuar talleres de capacitación a personal de Bedelía, mantenimiento y aseo para la concientización de medidas operacionales de gestión de energía, establecidas en el PROGEREN y en la Guía de Buenas Prácticas de uso de energía de la UBA | - Administrador Energético: Liderar las campañas de concientización - Personal de mantenimiento y servicios: Participar de las capacitaciones y cumplir con los controles operacionales definidos para la gestión eficiente del edificio | 2020 | |
| Establecer criterios de EE en adquisición de equipos y contratación de servicios vinculados a USEs | | Aplicación y concientización de los criterios de eficiencia energética en la adquisición de equipos y la contratación de servicios vinculados a los usos significativos de energía | - Administrador Energético: incorporar los criterios en las solicitudes de adquisiciones y servicios - Dirección de Compras: verificar el cumplimiento de los criterios en las ofertas o cotizaciones | 2020 | |

Para complementar los puntos del Plan de Acción del PROGEREN, se propusieron medidas adicionales para mejorar el desempeño energético, entre estas se destacan:

- Luminarias faltantes, dañadas deben reemplazarse por la tecnología LED.
- Se define estándar mínimo de iluminancia de 300 lux en aulas de clase, auditorios y oficinas, 500 lux en laboratorios y 150 lux en pasillos.
- En compras de aires acondicionados cotizar equipos con etiqueta A o superior, con y sin tecnología *Inverter*, para evaluar técnica y económicamente ambas opciones.
- Incluir el concepto de eficiencia energética dentro de la evaluación adquisiciones de bienes y servicios que afecten el consumo de energía. Comunicar a los proveedores dicho criterio.
- Podrá incorporarse un criterio de admisibilidad de ofertas, solicitando a los oferentes que declaren las acciones de uso eficiente de la energía, o empleo de tecnologías eficientes o prácticas sustentables.
- Las Subsecretarías de Hábitat, junto con los Administradores Energéticos y otras áreas relacionadas a nuevos proyectos, deberán revisar las demandas energéticas actuales y futuras.
- Revisar anualmente la potencia contratada y la demanda máxima de cada uno de los empalmes o medidores existentes.
- En el caso de nuevos proyectos que requieran incrementar el uso y consumo de energía, se debe identificar el circuito o el empalme que disponga de la capacidad para suministrar dicha demanda. En el caso de que se necesite modificar la instalación eléctrica, se debe respetar la reglamentación eléctrica vigente, velando por la seguridad de las personas y de la infraestructura de la UBA. Así mismo, se debe tener en cuenta las consideraciones indicadas en la Guía de Buenas Prácticas de uso de la energía.

Con base en la información recopilada y los análisis efectuados, el equipo consultor de WSP recomienda lo siguiente:

- Evaluar la mejora del desempeño energético de forma sistemática de cada edificio mediante los IDEs propuestos.
- Difundir a la comunidad universitaria sobre las acciones para mejorar del desempeño energético y, cómo la comunidad contribuye a su logro, especialmente con el buen uso de la energía en salas y oficinas.
- Instalar equipos de medición de electricidad en principales circuitos, con el fin de contar con las mediciones en línea, y realizar una correcta gestión de la energía.
- Implementar un fondo rotatorio de Eficiencia Energética de la UBA, que sea un incentivo para ejecutar las medidas de mejora e impulsar ahorros de energía. De esta forma, la reducción lograda de los costos energéticos se puede reasignar a las unidades académicas que la generan, para seguir invirtiendo en medidas de eficiencia energética.
- Dar seguimiento a las iniciativas que puedan surgir por medio del BID o de la Subsecretaría de Energía Renovable y Eficiencia Energética.

Por último, cabe destacar que la UBA, como centro académico de formación de profesionales y espacio científico de circulación y producción de conocimientos, desarrollo cultural y extensión a la comunidad, tiene el potencial de ser un referente en eficiencia energética. Por lo anterior, se recomienda replicar este estudio energético y ampliar el plan de acción a las demás facultades.