

EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO UNIVERSITARIO. EL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN COMO CASO DE ANÁLISIS

Claudio Genovese*

Lucía Sarro**

José Luis Fernández***

Mario Rasquete****

Lucas Rodríguez°

María Victoria Fernandez Bertacco°°

Anahí Rodriguez Heine°°°

Florencia Maceiro°°°°

Resumen

Las universidades, debido al impacto que generan en las distintas ciudades donde desarrollan sus actividades, sumado ello a sus problemáticas específicas, deberían analizar la forma en que pueden colaborar en el logro de un uso eficiente de la energía.

Diversas instituciones de este tipo a nivel mundial han comenzado a implementar normativas y estándares relacionados con la energía. En algunos casos, estas cuestiones

* Magíster en Ciencias de la Administración, Contador Público. Profesor Adjunto, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: cgenoves@uns.edu.ar

** Magíster en Administración, Contadora Pública. Profesora Adjunta, Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: lucia.sarro@uns.edu.ar

*** Arquitecto. Asistente, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: jlfernandez.arq@gmail.com

**** Arquitecto. Ayudante, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: mario.rasquete@uns.edu.ar

° Doctor en Arquitectura. Arquitecto (UNLP). Profesor adjunto, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: arqlucasgrodriguez@gmail.com

°° Alumna Contador Público. Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: mvictoria.fernandezb@gmail.com

°°° Alumna Contador Público Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: arh16496@gmail.com

°°°° Alumna Contador Público Departamento de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: florencia.maceiro@gmail.com

son informadas a través de Reportes de Sustentabilidad, que responden a una triple realidad de la organización: económica, social y ambiental.

En el presente trabajo se aborda, como punto de partida, un estado del arte sobre aquellas medidas aplicadas en el sector universitario y, posteriormente, un análisis exploratorio comparativo sobre Reportes de Sustentabilidad de universidades a nivel mundial, haciendo, en ambos casos, especial hincapié en aspectos energéticos.

Los esfuerzos se concentraron en un caso de aplicación, el Departamento de Ciencias de la Administración de la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Argentina. Se efectuó un relevamiento de la envolvente del edificio, término que aglutina a todas las superficies que toman contacto con el exterior y que conducen o transmiten temperatura, modificando la calidad habitacional del interior del edificio.

Como conclusión, la determinación de las pérdidas térmicas permitió especular sobre posibles intervenciones para producir un ahorro energético, y proyectar las reformas posibles que conducirán a un impacto positivo, tanto para el ambiente como para sus usuarios.

Palabras clave: medio ambiente; eficiencia energética, sector público; GRI.

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la Universidad Nacional del Sur (en adelante, UNS) se aprecia desde hace tiempo un uso indebido de la energía: aulas donde queda la calefacción excesivamente ajustada en horarios en que no se necesita; luces encendidas, tanto en los espacios áulicos como en los espacios de circulación cuando no es necesario, entre otros. Es por este motivo que, gracias a la implementación del Plan Estratégico UNS 2011-2016-2026 (2013), el “Uso Racional de los Recursos” se ha constituido como uno de los proyectos de mediano y largo plazo a llevar adelante por el programa “Desarrollo y Mantenimiento de la Infraestructura Edilicia”, dentro del Eje Estratégico “Infraestructura y Servicios”. Sus objetivos son: (a) concientizar a toda la comunidad universitaria y promover la mejor utilización de tecnologías existentes en pos del consumo racional de los recursos; (b) implementar medidas que permitan la reducción del consumo de energía eléctrica, gas y agua; y (c) promover el uso de tecnologías y materiales que permitan una mejor aislación u ahorro de energía, o que utilicen energías renovables, ya sea eólica o solar.

Congruentemente con los objetivos planteados, el presente trabajo se propone, en el marco del Proyecto de Grupo de Investigación (en adelante, PGI) 24/C053, aprobado el 18 de julio de 2019 por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNS, abordar la temática de la habitabilidad, el consumo energético y su costo integral en la edificación educativa pública, tomando como caso de estudio al Departamento de Ciencias de la Administración (en adelante, DCA). A partir del reconocimiento como situación-problema de las condiciones de habitabilidad (higrotérmica) de dicho edificio requieren de un significativo insumo de energía auxiliar, registrando importantes costos económicos y ambientales. En consecuencia, se propone un diagnóstico y formulación de estrategias para la adecuación tecnológica-constructiva de la envolvente edilicia, equipos de climatización y técnicas apropiadas de conservación energética, con el objeto de reducir su consumo y costo económico, mejorar las condiciones de habitabilidad y favorecer la implementación de energías renovables.

Los aspectos arquitectónicos logran amalgamarse adecuadamente con conceptos vinculados con la administración y el estudio de la responsabilidad social, a partir de la exploración de las distintas maneras en que universidades a nivel internacional, haciendo hincapié en cómo miden, monitorean y exponen temáticas relacionadas a la energía. A posteriori, se realiza un *benchmark* de buenas prácticas que podrían ser de utilidad para su puesta en marcha en el ámbito del DCA, como así también para considerar la posibilidad de elaborar en el futuro un Reporte de Sustentabilidad propio. Es por eso que, a continuación, se expondrán los principales resultados del estudio exploratorio que se realizó de los reportes o memorias de sustentabilidad (en adelante, reportes) que se encuentran en la base de datos GRI¹ de universidades a nivel mundial. Se relevó el total de universidades disponibles en dicha base de datos, que al 31 de julio resultaron en 156 casas de altos estudios.

2. INICIATIVAS PARA REPORTAR EL DESEMPEÑO AMBIENTAL EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO Y SU CONSIDERACIÓN POR LA ENERGÍA

Las universidades, debido al impacto que generan en las distintas ciudades donde desarrollan sus actividades, sumado ello a sus problemáticas específicas, deberían analizar la forma en que pueden colaborar en el logro de un uso eficiente de la energía.

¹ Consultar el sitio web <https://database.globalreporting.org/search/> aplicando el filtro "Sector: Universities".

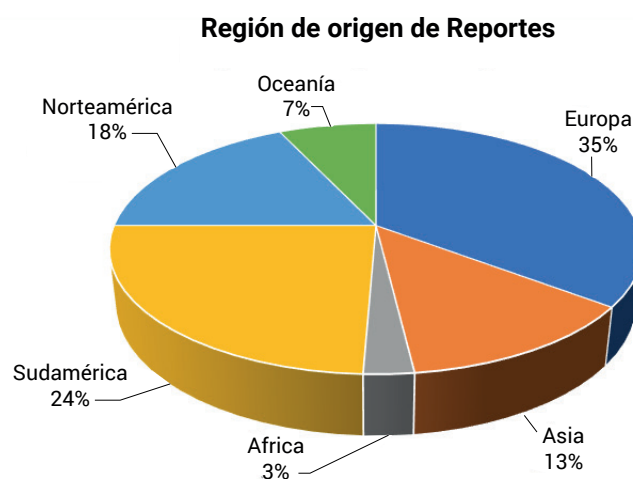
Diversas instituciones de este tipo a nivel mundial ya han advertido esta problemática y, en consecuencia, han comenzado a implementar normativas y estándares relacionados a la energía. En algunos casos, estas cuestiones son informadas a través de Reportes de Sustentabilidad, que más allá de los estados financieros convencionales, responden a una triple realidad de la organización: económica, social y ambiental.

En palabras de Lord Kelvin, allá por 1848, “[l]o que no se define no se puede medir. Lo que no se mide no se puede mejorar. Lo que no se mejora se degrada siempre”. Es que resulta de gran importancia la fijación de indicadores de desempeño con el fin de medir y así poder reducir el consumo de energía. A nivel internacional, existen variados diseños de aplicación voluntaria que sistematizan la información económica, ambiental y social en forma de indicadores de desempeño. Entre ellos, el de mayor difusión y aplicabilidad a todo tipo de organizaciones es el que provee GRI desde el año 2000 en forma de guías.

Las principales conclusiones a las que arribamos fueron las siguientes:

- *Región de origen de los reportes:* la mayoría (55) provienen de Europa, ocupando España el primer puesto y en segundo, Suiza. Le siguen Sudamérica, con 38 reportes, y Norteamérica, con 28.

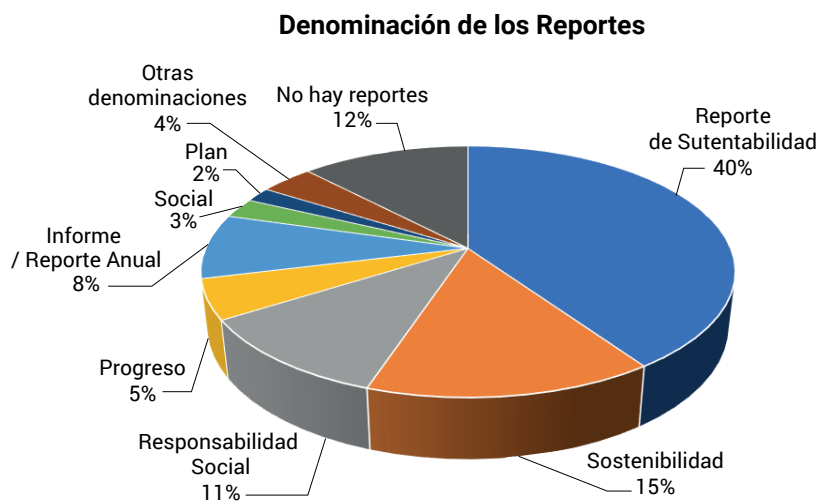
Figura 1. Principales iniciativas en los reportes de universidades del mundo bajo la versión *GRI Standards*.



Fuente: elaboración propia.

- *Tipos de Universidad que realizan reportes:* el 54% del total de universidades relevadas que han publicado sus reportes de sustentabilidad en la base de datos GRI son públicas o estatales, mientras que el 35% son privadas.
- *Últimos reportes publicados:* se observa una tendencia en alza hasta el año 2017, con picos de publicación en los años 2016 y 2017. A partir del año 2017 y hasta la actualidad, las publicaciones en la base de datos GRI comenzaron a disminuir.
- *Denominación de los reportes:* es muy variada y no posee un estándar pre-determinado. Sin embargo, en el 40% de los casos (63 reportes) se titulan “Reporte de Sustentabilidad”. Otras palabras utilizadas, a continuación de “Informe” o “Reporte” fueron: (1) “Sostenibilidad”, en 23 reportes; (2) “Responsabilidad Social”, en 17; (3) “Anual”, en 13; (4) “Progreso”, en 8; y (5) “Social” en 4. Por otro lado, también se detectó el uso de la palabra “Plan” en 3 reportes, por ejemplo, “Visión 2020 – Plan de Acción del Clima y Sustentabilidad”, proveniente de Mc Gill University, Canadá. Otras denominaciones fueron “Reporte de Misión”, “Informe de Gestión”, “Informe de Hospitalidad”, “Una mirada a la Sustentabilidad” o simplemente la palabra “Informe”.

Figura 2. Denominaciones de los reportes en universidades del mundo.

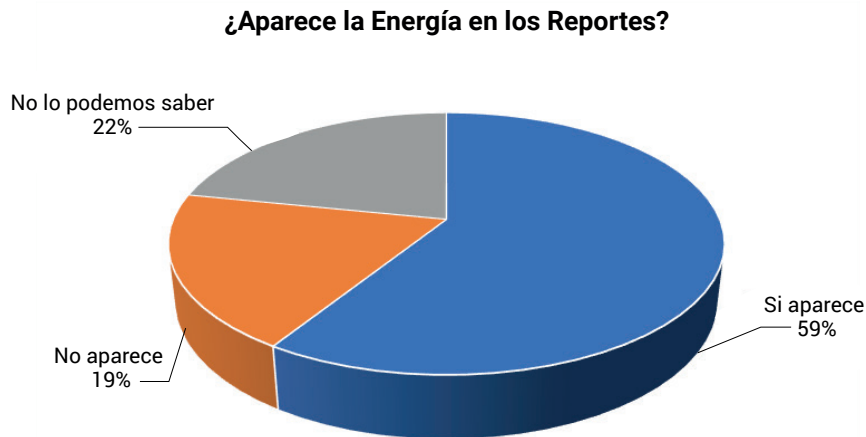


Fuente: elaboración propia.

- *Presencia de la temática “Energía” en reportes universitarios:* la energía es tratada en un 59% de los casos analizados (en 92 reportes), a veces simplemente bajo el título “Uso de la energía” y otras, agrupada junto con las emisiones de CO2 o a la utilización de recursos hídricos. De dichos reportes, solamente en 32 la energía es un tema de relevancia o “material” (en

16 de los mismos, la energía puede visualizarse dentro de una matriz de materialidad).

Figura 3: Presencia de la temática “Energía” en reportes de universidades del mundo.



Fuente: elaboración propia.

- *Estándares GRI relacionados a la energía más utilizados*, en primer lugar, el 302-1 (“Consumo energético dentro de la organización”); en segundo lugar, el 302-4 (“Reducción del consumo energético”); y, por último, el 302-3 (“Intensidad energética”).
- *Acciones que se implementan para reducir consumos energéticos*: a la hora de relevar y clasificar las iniciativas referidas a la optimización del consumo energético, de forma directa o indirecta, se realizó un análisis de aquellas instituciones educativas que adoptan la versión *GRI Standards* (que es la última versión de dichos estándares). A continuación, se presenta un listado de las iniciativas en concreto que se incluyen dentro de cada agrupación:

(A) ACCIONES CUYO PROPÓSITO ES CONCIENTIZAR Y MOVILIZAR A LOS GRUPOS DE INTERÉS EN MATERIA DE SUSTENTABILIDAD Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA:

- Lanzamiento de encuestas de opinión y relevamiento de propuestas.
- Generación de afiches y exposiciones dentro de la institución.
- Inclusión de eventos puntuales para fomentar hábitos más amigables con el medio ambiente (día de ir en bicicleta a la institución, día del medio ambiente, etc.).

- Desarrollo de un sitio web y/o aplicación móvil exclusiva en torno a la temática.
- Envío de información relacionada de manera periódica por correo electrónico.
- Difusión por diferentes medios del consumo anual de energía y tendencias.
- Definición y publicación de metas referidas a la reducción de consumo de energía y otras vinculadas (ser una institución sin consumo de combustible fósil, reducción de las emisiones de carbono, etc.).
- Concursos o competiciones en torno a un objetivo vinculado a la optimización de la eficiencia energética.
- Apoyo desde la institución para la generación de grupos y clubes de estudiantes que implementen acciones en pos de un objetivo definido (institución libre de uso de recursos fósiles, implementación de energías verdes, etc.).
- Apoyo a la creación de empresas *start-up* con finalidades amigables con el medio ambiente (incluso como parte del proyecto empresarial necesario para la obtención de determinados títulos de grado).
- Publicación del listado de buenas prácticas para la comunidad educativa (específicos para estudiantes, docentes, funcionarios, laboratoristas, etc.).
- Implementación de una política de sustentabilidad (abarcando implementaciones que abarcan a toda la institución, y también a áreas específicas).
- Redefinición de las políticas de suministros de insumos y servicios para la institución bajo criterios de sostenibilidad (referidos al ítem a adquirir o a los estándares con los que debe cumplir el proveedor).
- Alianzas de la institución educativa con otras organizaciones que también se encuentran interesadas en la temática sustentabilidad (incluyendo órganos de la administración pública a cargo de la definición de políticas).

(B) INVERSIONES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA EN GRUPOS DE INVESTIGACIÓN DEDICADOS AL ANÁLISIS Y PROPOSICIÓN DE MEJORAS EN MATERIA SUSTENTABILIDAD Y ENERGÍA:

- Creación de centros, observatorios o laboratorios de investigación dentro de la institución educativa dedicados a los sujetos energía y otros vinculados a la sustentabilidad.
- Apoyo desde el punto de vista de la investigación con equipos específicos a proyectos para la universidad o la comunidad (instalación de parques eólicos y desarrollos de energía solar, prototipos de casas inteligentes, equipos para la conversión de desechos en combustibles orgánicos, biomasa o biocombustibles, etc.), incluyendo el análisis de costos y del uso de la energía o generación de emisiones.

- Testeo de nuevas tecnologías relacionadas con la eficiencia energética y sustentabilidad a cargo de grupos de investigación dedicados para agentes privados (empresas u otras organizaciones).
-

(C) INVERSIONES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CON MIRAS A MEDIR Y REDUCIR EL CONSUMO ENERGÉTICO O DE COMBUSTIBLES FÓSILES:

- Instalación de medidores de consumo de energía en divisiones estratégicas dentro de las instalaciones edilicias (incluso monitoreo en tiempo real).
 - Instalación de sistemas semiautomáticos o automáticos de regulación de consumos de energía en aulas y otros sectores de la institución educativa (para luminosidad y control climático; en base a la planificación del uso de cada aula o espacio, sensores de movimiento o de luminosidad y/o temperatura, número de personas en cada salón vía el control de ingreso con tarjeta de acceso o la cantidad de conexiones a la red *wi-fi*, etc.).
 - Recambios en instalaciones eléctricas (lámparas y otros componentes de menor consumo), equipos de calefacción y refrigeración (instalación de calderas y equipos de aire acondicionado de alta eficiencia) y/o diversos equipos de alto consumo energético (equipos de laboratorio, *freezers*, etc.) o incluso moderado (pantallas de tipo no LED).
 - Instalación de paneles solares para la alimentación energética de los edificios o como parte de la generación de energía en forma autónoma de instalaciones menores (puntos de recarga de vehículos eléctricos, sistemas de luminarias de exteriores, climatización de la pileta dentro del campus educativo, etc.).
 - Adopción del horario de verano matutino para el ahorro en la climatización de las instalaciones.
 - Recambio de materiales constructivos o inclusión de mejores aislantes térmicos en revestimientos.
 - Colocación de aislante en ventanas.
 - Adopción de criterios de construcción verde para las ampliaciones edilicias o nuevas instalaciones (uso de materiales de construcción certificados en cuanto a criterios de eficiencia energética o de tipo ecológicos, implementación de fuentes de energía renovables para los consumos, etc.).
 - Rediseño de espacios de trabajo para la maximización del uso de luz natural.
-

(D) INVERSIONES DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA CON LA FINALIDAD DE AUMENTAR LA CONVERSIÓN HACIA MEDIOS DE MOVILIZACIÓN MÁS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE:

- Cambio en la flota de vehículos perteneciente a la institución educativa a aquellos de bajas emisiones o eléctricos.
- Oferta de facilidades económicas para la compra individual de bicicletas.
- Instalación de puntos de préstamo de bicicletas (comunes, plegables, eléctricas).
- Asociación con empresas de préstamo de vehículos eléctricos con el objetivo de obtener tarifas preferenciales para el personal y alumnos.
- Instalación de mayores plazas de *parking* especiales para vehículos de baja contaminación, así como también delimitación de bicisendas.
- Instalación de sendas peatonales (incluso protegidas de la lluvia o el calor con techos).
- Instalación de puntos de carga eléctrica para vehículos eléctricos.
- Implementación de combis o carros de golf eléctricos para movilizar personas entre puntos definidos dentro del campus educativo.
- Difusión de campañas para incentivar la movilización hacia la institución en vehículos compartidos por la comunidad educativa (implementación de un sistema para su organización o desarrollo de una aplicación móvil, dedicación de plazas de *parking* especiales, etc.).
- Redefinición de las políticas de compra de pasajes para alumnos y personal bajo criterios de sostenibilidad (priorización de medios de transporte más amigables con el medio ambiente).
- Dictado de talleres de reparación de bicicletas.
- Apoyo desde el punto de vista de la investigación al desarrollo de medio de transportes eléctricos.

(E) ACCIONES CON EL OBJETIVO DE FORMAR A LOS GRUPOS DE INTERÉS EN TEMÁTICAS EN TORNO DE LA SUSTENTABILIDAD Y OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA:

- Ciclos de formación, charlas, talleres, campañas.
- Inclusión de asignaturas en torno a la sustentabilidad dentro de los planes de estudio o módulos *online* para cada alumno, docente o auxiliar (electivos o en carácter obligatorio).
- Inclusión en la oferta académica de formaciones específicas en torno a la temática (diplomatura en energía solar).
- Desarrollo de una plataforma *online* para que los grupos de interés puedan acer-

car sus consultas referida a la temática y, además, encontrar material educativo.

- Tests periódicos para evaluar el conocimiento del alumnado en desarrollo sostenible y detectar necesidades de mejoras en este aspecto.

(F) ESTABLECIMIENTO DENTRO DEL ORGANIGRAMA DE LA INSTITUCIÓN DE UN ÓRGANO ESPECÍFICO RESPONSABLE POR LA DEFINICIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE MEJORAS EN TORNO A LA SUSTENTABILIDAD, INCLUYENDO LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE RECURSOS:

- Designación de la Jefatura, Ejecutivo o Coordinación de sostenibilidad (incluso bajo la supervisión de un equipo auditor), formado por representantes de las unidades de servicios de la institución (infraestructura, legales, etc.) y académicas, alumnos, ex-alumnos, profesionales asignados (biología, administración, arquitectura, economía, ingeniería, etc.).

Del relevamiento efectuado se ha verificado, en el contexto internacional, que las universidades que realizan Reportes de Sustentabilidad bajo los lineamientos GRI no siguen un patrón determinado en cuanto a estilos, periodicidad, denominación de los informes, análisis de grupos de interés o de materialidad, entre otros aspectos. En relación a las iniciativas adoptadas, se identificó que las mismas han sido variadas: de la simplicidad a la complejidad y de bajo a gran presupuesto. Desde la óptica de su implementación, la mayoría parte de encuestas a los grupos de interés, lo cual resulta una estrategia óptima para detectar las necesidades reales de cada institución y generar involucramiento desde el inicio de la adopción de mejoras en materia de sustentabilidad.

En Argentina, la temática es aun de carácter incipiente, abordándose a partir de implementaciones y formas de documentar sus iniciativas con improntas sesgadas por los intereses y prioridades de cada universidad.

En el caso de la UNS, y en particular del DCA, se adoptó como iniciativa hacer hincapié en la preocupación por el uso eficiente de la energía, tanto en los edificios construidos como en los que se proyecta construir, a partir del análisis de un caso testigo. La propuesta, en el marco del PGI, consistió en abordar la temática del consumo energético a partir del análisis de la edificación del Departamento de Ciencias de la Administración, como objeto de estudio de la edifica-

ción educativa pública. Nuestra hipótesis es que el reconocimiento y definición de sus condiciones de habitabilidad (higrotérmica) requieren de un insumo de energía auxiliar, lo cual implica considerables costos económicos y ambientales. A continuación, se propone un diagnóstico seguido de estrategias para la adecuación tecnológica-constructiva de la envolvente edilicia para el logro de una apropiada conservación de energía, con el objeto de reducir su consumo y costo económico.

3. LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO. CASO DE APLICACIÓN, EL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

Entre las finalidades principales del presente trabajo se busca determinar alternativas de intervención que reduzcan la cantidad de energía suministrada al edificio del DCA de la Universidad Nacional del Sur como consecuencia de sus pérdidas térmicas globales. En tal proceso se construirán datos que orienten las acciones a seguir para lograr una mayor eficiencia energética, mejorando los costos de funcionamiento del bien sin comprometer su calidad de habitabilidad (confort). En otras palabras, el objetivo es determinar cuánta energía demanda el edificio para lograr el confort de los usuarios y cuánta menos habrá que suministrar si se realizan determinadas intervenciones –estas últimas condicionadas por la estructura preexistente, así como también por los costos.

Las condiciones de habitabilidad de los edificios son determinadas por el comportamiento de su envolvente. Denominamos envolvente a todas las superficies del objeto que toman contacto con el exterior y que, por su materia constituyente, son conductoras de temperatura, modificando la calidad habitacional del interior del edificio. Para ello se procede a medir la envolvente del edificio, detectar y describir la constitución material de cada una de sus partes y calcular, acorde los métodos propuestos por la normativa vigente y de uso corriente, las pérdidas térmicas que se dan a través de dicha piel. La envolvente del edificio se conforma por sus fachadas, el despliegue de todas las superficies de estas y la cubierta de techos.

La determinación de las pérdidas térmicas parciales (desagregadas) nos permite especular sobre posibles intervenciones en los diferentes sistemas componentes de las fachadas y cubierta para producir un ahorro energético. En esta instancia de la investigación se busca calcular dichas pérdidas en su correspondiente

patrón de medición o unidad: el watt. Luego se procede a proyectar las reformas posibles que reducirían la cantidad de energía suministrada al edificio para mantener, o incluso mejorar, el confort.

3.1. EL CÁLCULO TÉRMICO COMO PARÁMETRO PARA LA TOMA DE DECISIONES

La normativa vigente establece diferentes niveles de confort base para calcular las condiciones ambientales del interior de un edificio. El nivel de confort higrotérmico utilizado (s/IRAM 11.605) aquí es el B (Medio), que representa el mínimo establecido para el cumplimiento de la Ley 13.059. Sobre la base de la aplicación de la norma IRAM 11601, 11603, 11.605, 11.625, 11.630 se transcribe de planillas de cálculo:

a. **Muros:** se detallan las transmitancias térmicas totales de cada muro tipo, de cada capa componente de las fachadas. (En el Anexo se especifican todas las partes). Existen en las fachadas dos tipos de muros: "A" y "B". El muro tipo "A" se compone de una cara exterior de ladrillo común visto con junta tomada al ras, un ladrillo cerámico hueco de 0,18 x 0,18 x 0,33 (4 celdas), un ladrillo cerámico hueco de 0,08 x 0,18 x 0,33 (2 celdas), una capa de hidrófugo (se asume) y un revoque grueso interior con masilla de terminación o enduído. El muro tipo "B" cuenta con las mismas capas que el tipo "A", con la excepción de que la exterior que no cuenta con ladrillo común visto.

i. **Fachada Este:** es aquella sobre la que se encuentra el acceso público al edificio. Cuenta con dos tipos de muros:

1. Muro tipo "A" (158,35 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,14 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica 180,52 W/k.
2. Muro tipo "B" (239,09 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,28 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica 306,04 W/k.

ii. **Fachada Norte:** también denominada en planos como "Lateral Derecho". Es aquella que enfrenta a la calle principal del campus, la más expuesta al sol. Cuenta con dos tipos de muros:

1. Muro tipo "A" (151,68 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,14 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica

172,92 W/k.

2. Muro tipo "B" (95,4 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,28 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica 122,11 W/k.

iii. **Fachada Oeste:** también denominada en planos como "Contrafrente" aquella que se encuentra frente al área de estacionamiento, la opuesta al acceso principal. Cuenta con 2 tipo de muros:

1. Muro tipo A (273,16 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,14 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica 311,40 W/k.
2. Muro tipo B (28,71 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,28 > al recomendado (0,83): No cumple la normativa. Pérdida térmica 36,74 W/k.

iv. **Fachada Sur:** es aquella que enfrenta las partes altas del predio, opuesta a la calle principal del campus, nunca recibe sol. Cuenta con un muro tipo de ladrillo visto: muro tipo "A", (249,65 m²), transmitancia térmica del componente "K" 1,14 > al recomendado (0,83): No cumple normativa. Pérdida térmica 284.60 W/k.

v. Pérdidas térmicas por muros 1414,33 W/k.

b. **Carpinterías metálicas:** en el Anexo se detallan las resistencias térmicas totales y las transmitancias de las carpinterías metálicas (puertas y ventanas) de la envolvente del edificio. Estas se componen de marcos y hojas de aluminio anodizado blanco de espesor normalizado, con burletería de goma y colizas de felpa, y vidrios comunes *float* 4mm (se asume 6mm para el cálculo). Las ventanas no cuentan con RPT (Ruptura de Puente Térmico) ni con vidrios DVH (Doble Vidrio Hermético). (Para la información detallada, ver Anexo.) La Norma IRAM 11.507-4 exige que las carpinterías en edificios de hasta 10 m de altura cuenten con un "K" entre 3 y 4. El "K" que corresponde a las carpinterías en estudio es de 5,86 W/(m²*K) según tabla. En síntesis, ninguna de las ventanas y puertas en la envolvente del edificio cumple con la aislación térmica mínima:

i. Fachada Este: se computaron 100.19 m². Pérdida térmica 587,11 W/k.

ii. Fachada Norte: se computaron 61,86 m². Pérdida térmica 362,50 W/k.

iii. Fachada Oeste: se computaron 41,67 m². Pérdida térmica 244,19 W/k.

iv. Fachada Sur: se computaron 39,78 m². Pérdida térmica 233,11 W/k.

v. Pérdidas térmicas por ventanas 1496,91 W/k.

c. **Cubierta de techos:** La cubierta de techos del edificio se compone de dos grandes paños de chapa ondulada galvanizada N°25 que desaguan sobre una losa que hace las veces de canalón y que conduce las aguas de lluvia hacia los desagües pluviales. La chapa de acero galvanizado ($R = 0,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) se apoya sobre una estructura metálica de correas "C" galvanizadas (despreciadas en el cálculo debida a su nula influencia e imposibilidad de recambio) que sostienen además una manta aislante de 10mm doble aluminizada de poliestireno ($R = 1,07 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{W}$ condición de verano). Debajo de este sistema aparece una cámara de aire que toma diferentes alturas según las pendientes y luego, en contacto con los ambientes habitables, aparece el cielorraso. En algunas ocasiones este es de plaquitas de yeso en módulos de 60x60 y en otros, de placa de yeso con junta tomada. La superficie total de la cubierta de techos es: $\pm 587 \text{ m}^2$. El valor "R" promedio determinado es de $1,21 \text{ m}^2 \cdot \text{k}/\text{W}$, el "k" resulta entonces en $0,83 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}$. La transmitancia térmica máxima admisible para cubierta, según IRAM 11.605 (Nivel B), es de $0,62 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}$. La cubierta de techos no cumple la normativa. Pérdidas térmicas por cubierta 487,21 W/k.

d. Resultados finales efectivos útiles del cálculo:

i. La sumatoria de todas las pérdidas térmicas de la envolvente del edificio es 3398,45 W/k. Esto debe entenderse como una referencia a la energía a suministrar al edificio por cada grado kelvin transmitido (perdido en invierno o ganado en verano). Las pérdidas térmicas del edificio, si este se ajustara a la normativa, es decir, utilizando los k mínimos admisibles para cada componente, serían 2.208,90 W/k. En síntesis, en la actualidad el edificio pierde térmicamente 53,85% más de lo que perdería en caso de ajustarse a los estándares mínimos. Si se asume que toda pérdida térmica es reemplazada por energía suministrada para mantener el confort interior, podría claramente concluirse que se produciría un ahorro en el consumo energético de dicho $\pm 54\%$.

ii. La Carga Térmica de Calefacción Anual (Q) podría estimarse de acuerdo a los modelos y coeficientes descriptos en la IRAM 11.604. Pero aquí debe

comprenderse que el resultado no es el consumo “real” del edificio. Dicho consumo, que dependerá de aspectos y variables estacionales, como la cantidad de usuarios, la hora en que es usado el edificio, el clima diario, etc. solo podrá obtenerse observando los m³ de gas que el edificio consume anualmente, informado en la factura del servicio.

- iii. Para contar con una referencia que sirva a futuros análisis se informa que la Carga Térmica de Calefacción Anual (Q), en base a los datos ya obtenidos y bajo el modelado y estandarización del IRAM, es de 270.281,75 Kwh. Considerando que un m³ de gas natural, debido a su poder calorífico, puede equipararse (o igualarse) a 11,70Kwh, entonces puede inferirse que el edificio anualmente consume 23.101,004 m³ de gas natural.
- iv. Un dato de sumo interés para la evaluación de alternativas de intervención es que la superficie vidriada de la envolvente (± 243 m² o $\pm 20\%$ del total) representa, en comparación con la superficie de muros, un 52% de las pérdidas. De ello se puede concluir que una mejora sustancial en las carpinterías tendría un efecto potenciado en las pérdidas totales. Por otro lado, la superficies de muros (± 1.196 m² u 80% del total) presentan considerable divergencias según estos se orienten al norte en verano y al sur en invierno.

3.2. LEGISLACIÓN, NIVELES DE HABITABILIDAD ESTABLECIDOS POR LAS NORMAS IRAM Y OTROS ESTÁNDARES A CONSIDERAR

En relación al marco normativo para las condiciones de acondicionamiento térmico de edificios que contribuye a una mejor calidad de vida de la población y una disminución del impacto ambiental a través del uso racional de la energía podemos enumerar, en orden de jerarquía y aplicación:

1. Ley Nacional 24295: Aprueba Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
2. Ley Nacional 25438 (2.001): Aprueba el protocolo de Kyoto.
3. Ley Provincial 13.059 (2.003): fundamentalmente obliga a la aplicación de las normas IRAM referidas al acondicionamiento térmico de edificios y ventanas, siempre en su versión más reciente.
4. Decreto 1.030 (2010): reglamenta con especificidad la Ley 13.059. En su Anexo 1 establece el listado de normas IRAM a cumplimentar: 11.549, 11.601, 11.603, 11.604, 11.605, 11.625, 11.630, 11.507-1, 11.507-4.
5. Normas IRAM en general y en particular (las listadas).

En síntesis, la normativa condiciona la constitución material de las envolventes de los edificios a un estándar mínimo que garantice el confort frente a un óptimo uso de energía. Estos parámetros se calculan según la ubicación de la obra, y usando los coeficientes de transmitancia térmica de cada material certificados por el IRAM.

3.3. SÍNTESIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y ALTERNATIVAS DE MEJORA

Según el cálculo térmico realizado y las conclusiones allí expresadas, el desarrollo del trabajo, la bibliografía base utilizada para los cálculos, la normativa de aplicación y una especulación informada sobre la complejidad de determinados tipos de intervenciones edilicias, se establece:

- La ubicación del edificio no es variable factible de modificar.
- Las dimensiones del edificio (envolvente exterior) no es variable de mejora.
- Las superficies totales de muros, cubiertas y ventanas se asumen como no modificables.
- En algunos sectores específicos del interior del edificio es factible modificar los espesores y/o componentes de la envolvente (muros y cubierta) por medio del agregado de material aislante.
- Las pérdidas térmicas por carpinterías pueden resolverse mediante la utilización protocolada de las persianas o cortinas de enrollar.
- Las filtraciones por ventanas no se han calculado, aunque su corrección mejora sustancialmente el confort del interior. Esto es parte de las tareas de mantenimiento.
- Por su factibilidad técnica y constructiva, se asume el posible recambio de carpinterías.

3.3.1. ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

Alternativa 1: alcanzar el nivel A de confort, propuesto por la normativa, implicaría intervenciones en prácticamente todos los sistemas componentes del edificio, aun aquellos que, no estando en contacto directo con la envolvente, están asociados a ella (ventilaciones, cámaras, etc.). El costo de dichas intervenciones y la complejidad potencial de ellas resulta en una alternativa inviable y poco efectiva dado que el recupero de la inversión sería a muy largo plazo.

Alternativa 2: alcanzar el nivel B de la ley. Para ello se debe intervenir en todas las partes componentes de la envolvente (muros, carpinterías y cubiertas), dado que en ningún caso el "k" existente de dichas partes se ajusta a la normativa. Ahora, parece no tener mucho sentido responder a la normativa en tanto obra terminada cuando lo que se busca es reducir el consumo energético sin comprometer el confort. En este caso conviene considerar las siguientes alternativas.

Alternativa 3: Desplazando los aspectos normativos del eje de discusión, pero no así sus recomendaciones, dado que lo que es y está es hecho consumado, y atendiendo la necesidad de reducir considerablemente el consumo energético, se propone intervenir esencialmente en las carpinterías sin reemplazar sus marcos. En este caso, habrá que proponer modificaciones al sistema existente (corredizas), posiblemente con una hoja corrediza y un nuevo paño fijo, en el que ambos vidrios pueden contar con DVH. La propuesta de un recambio completo de las carpinterías sería de alto costo porque demandaría además tareas de mampostería en altura. Por ello, la propuesta posible considera mantener aquello que está fijo al muro tal como es (sin intervenir) y solo recambiar algunas hojas. La reducción del "k" podría alcanzar al 3,2 resultando en una pérdida térmica total de 779,2 W/k, es decir, un 52% menos que las pérdidas actuales por superficies vidriadas.

Alternativa 4: según se observa en los procesos de cálculo de pérdidas térmicas, en nuestra ciudad, según la implantación del edificio, las orientaciones de las fachadas al norte (para el verano) y al sur (para el invierno) se muestran como partes de fuerte impacto para el acondicionamiento interior del edificio. Es así que se propone la intervención de ambas fachadas de la siguiente manera:

1. *Fachada sur*: aplicación de placa de poliestireno expandido de mediana densidad en todas las superficies interiores de los muros orientados al sur, con aplicación posterior de:

- a. Metal desplegado y revoque o masilla plástica, con acabado de pintura; o
- b. Placa de yeso de 12,5mm (tipo Durlock) como revestimiento y acabado de pintura. En cualquier caso ("a" y/o "b") el "K" se reduciría a un "k" admisible (0,83), resultando en 207,2 W/K, por lo que puede asumirse que se reducirían las pérdidas térmicas en la fachada sur en un 27%. Dicha mejora se mantendría tanto para los meses de invierno como de verano

2. *Fachada Norte*: En este caso no se propone una intervención en el interior del edificio (aunque puede replicarse lo propuesto para la fachada sur), sino el armado de una estructura de soporte de follaje exterior que permita el paso de luz en invierno (rayos solares), pero que en el verano provea de una sombra el muro crítico. Solo esto reduce la ganancia térmica del muro en un 18%. Esto depende del tipo de planta a utilizar, así como del mantenimiento de la misma, dado que en invierno, de no retirar el follaje seco, el sistema se vuelve contraproducente.

Alternativa compuesta (3+4): la implementación de ambas alternativas podría prácticamente reducir las pérdidas en un 42%, sin llegar aun así al máximo exigido por ley, pero reduciendo considerablemente el consumo energético actual.

Cabe aclarar que para el cálculo de las pérdidas térmicas en carpinterías no se han tomado en cuenta las cortinas de enrollar. Estas mejoran las condiciones del ambiente interior (reducen las pérdidas térmicas), pero son difíciles de controlar dado que dependen de usos y costumbres y no necesariamente se ajustan a condiciones ambientales exteriores, sino más bien a conductas de los usuarios. Estas podrían aportar mejoras a las pérdidas térmicas por la aplicación de un protocolo de uso del edificio, por ejemplo: el cierre de las mismas en determinados horarios (mañanas y noches), cuando los locales no están siendo usados, etc.

4. CONCLUSIONES

Si bien deben evaluarse en profundidad todas las intervenciones propuestas (Alternativas 3, 4 y 3+4) para confirmar su factibilidad, es posible establecer al momento un valor inicial mínimo de inversión, a saber:

Alternativa 3: 243 m² a intervenir ($\pm 4.260 \$/\text{m}^2$) \$1.035.180 (U\$S 13.802 aprox.).

Alternativa 4: 226 m² a intervenir ($\pm 1.722 \$/\text{m}^2$) \$ 389.172 (U\$S 5.189 aprox.) (solo muro orientado al sur).

En ambos casos se estipulan las intervenciones mínimas. El precio incluye valores por materiales y mano de obra, pero no se incluye el componente de cargas sociales, beneficio e IVA para la mano de obra.

Por otro lado, teniendo en cuenta las iniciativas llevadas a cabo por universidades a nivel mundial, expondremos algunas cuestiones particulares que podrían

ser llevadas adelante en el DCA —además de las intervenciones arquitectónicas ya explicadas en apartados anteriores que consideramos que, en el contexto presente de pandemia COVID-19, podrían ser llevadas a cabo en el mediano plazo—.

Las mismas fueron clasificadas de acuerdo a su posible desarrollo en el corto, mediano y/o largo plazo, teniendo en cuenta las inversiones que demandarán asignaciones presupuestarias (es decir, la intervención que demande menos costo y sea relativamente sencilla de llevar a cabo sería la que a corto plazo se podría concretar).

De esta forma, en el corto plazo se podrían implementar las siguientes:

- Instalación de medidores de consumo de energía en divisiones estratégicas dentro de las instalaciones edilicias (incluso monitoreo en tiempo real).
- Instalación de sistemas semiautomáticos o automáticos de regulación de consumos de energía en aulas y otros sectores de la institución educativa (para luminosidad y control climático; en base a la planificación del uso de cada aula o espacio, sensores de movimiento o de luminosidad o temperatura; número de personas en cada salón vía el control de ingreso con tarjeta de acceso; o la cantidad de conexiones a la red *wi-fi*).
- Recambios en instalaciones eléctricas (lámparas y otros componentes de menor consumo).
- Colocación de aislante en ventanas (a modo de paliativo).

Mientras que en el mediano plazo:

- Instalación de paneles solares para la alimentación energética de los edificios o como parte de la generación de energía en forma autónoma de instalaciones menores. Esto se debe a que el edificio cuenta con una buena superficie para la instalación de varios paneles (techo), pero habría que ajustar previamente los tendidos eléctricos.
- Creación de un cuerpo colegiado a modo de centro u observatorio que trabaje sobre las conductas de utilización energética y la generación de prácticas sustentables en el ámbito de la UNS (por ejemplo, relacionadas a los residuos sólidos —basura— y líquidos —cloacales y otros—). Este órgano sería de tipo transversal dentro de la universidad; formarían parte de él, no solo el personal perteneciente a la Subsecretaría de Infraestructura y Servicios, sino también aquel perteneciente a los Departamentos de

Arquitectura, Ingeniería Civil, Ciencias de la Administración, entre otros.

Por último, y con respecto a los estándares y/o certificaciones internacionales que podrían aplicarse, destacamos las normas ISO 14001, ISO 14064, ISO 50001, así como también las LEED. Sin embargo, debido al esfuerzo que lleva su implementación, consideramos que sería recomendable a nivel macro, es decir, en todos los edificios de la UNS. En consecuencia, sería una medida a aplicar en el largo plazo.

Como conclusión final, los beneficios de los planteos vinculados a la presente investigación quedan evidenciados en los siguientes aspectos:

- En lo referente a los beneficios derivados de un uso más eficiente de la energía, a partir de las propuestas de mejoras en el caso de estudio planteado, se espera la futura implementación en el resto de los edificios que forman parte de la Universidad Nacional del Sur y, adicionalmente, analizar se haga extensiva en la edilicia del sector educativo público.
- La iniciativa adoptada por el DCA constituye los cimientos y fundamentación de lo que en un futuro cercano constituya las bases de un Reporte de Sustentabilidad, alineado al Plan Estratégico de la UNS, tomando como referencia las experiencias de los reportes elaborados por el sector universitario, puesto de manifiesto en el estudio exploratorio realizado. Retomando las palabras de Lord Kelvin, la posibilidad de contar con un Reporte de Sustentabilidad GRI en el DCA contribuirá a la reducción del consumo energético a través de la fijación de estándares de desempeño, puesto que, como él argumentaba, lo que no se define no se puede medir y por lo tanto no se puede mejorar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bourges, C. y Gil, S. (2012). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas. *Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE2013*. Buenos Aires: Editorial Croquis.
- Chévez, P. (2017) Energías Renovables y Eficiencia Energética. Análisis de medidas orientadas al sector residencial. Buenos Aires: Nobuko.
- Czajkowski, J. D. y Gómez, A. F. (1994). *Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Fundamentos y métodos*. La Plata: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.

- Dakwale, V. A., Ralegaonkar, R., y Mandavgane, S. (2011). Improving environmental performance of building through increased energy efficiency: A review. *Sustainable Cities and Society*, 1(4), pp. 211-218.
- Discoli, C. et al. (2012-2014) Desarrollo de tecnologías y pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial orientado al uso racional y eficiente de la energía en áreas urbanas. PIP 112-01101-00097. CONICET. 2012/2014.
- Global Reporting Initiative (2018). *GRI Standards*. Disponible en: <https://www.globalreporting.org/standards/gri-standards-download-center/>.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas Técnicas Argentinas: 11603 (1996).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas Técnicas Argentinas: 11605 (2002).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas Técnicas Argentinas: 11601 (2004).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas Técnicas Argentinas: 11604 (2004).
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas Técnicas Argentinas: 11900 (2017).
- Mercado, M. V. y Esteves A. (2004). Arquitectura sustentable, estudio térmico y técnico económico de la incorporación de aislación térmica. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 15, pp. 45-52.
- Quiroga Martínez, R. (junio de 2009). *Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, CEPAL. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5502/1/S0900307_es.pdf.
- Universidad Nacional del Sur. Plan estratégico Universidad Nacional del Sur 2011- 2016 - 2026. (2013). Bahía Blanca: Ediuns. Recuperado de: https://servicios.uns.edu.ar/institucion/conc_nd/docs/material/C182-M68.pdf.
- U.S. Green Building Council, (USGBC) (2009). *Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED (Core Concepts and LEED Guide)*. Disponible en: http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide_ES.pdf.

© 2020 por los autores; licencia otorgada a la Revista CEA. Este artículo es de acceso abierto y distribuido bajo los términos y condiciones de una licencia Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>