

## EFICIENCIA ENERGETICA. EL APORTE DE LA INCORPORACION DE FUENTES ALTERNATIVAS EN EL SECTOR PÚBLICO UNIVERSITARIO

Claudio Marcelo Genovese\*

Lucía Andrea Sarro\*\*

Mario César Rasquete\*\*\*

### RESUMEN

El Departamento de Geografía (DG-UNS) y el Departamento de Ciencias de la Administración (DCA-UNS), de la Universidad Nacional del Sur (UNS) realizaron una actividad colaborativa con el fin de analizar la relación entre la envolvente edilicia<sup>1</sup> del DCA-UNS y la eficiencia térmica. En función de una serie de investigaciones previas, donde se efectuó el relevamiento técnico de la construcción, se concluyó que existen pérdidas térmicas, las cuales podrían evitarse ejecutando una serie de intervenciones. En esta oportunidad se valoriza la modificación de la provisión energética y la incorporación de energías alternativas como complementación, para lograr una transición hacia una tendencia de edificaciones sustentables.

**Palabras clave:** Eficiencia energética- Ahorro térmico- Energías alternativas – Arquitectura sustentable

---

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

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

\*\*\* Arquitecto, Ayudante de docencia A, Universidad Nacional del Sur. Correo electrónico: mraq@yahoo.com.ar.

<sup>1</sup> Por "envolvente edilicia" se entiende el "Cerramiento del edificio. Incluye tanto los opacos como los transparentes (techos, paredes, puertas, ventanas y similares), pero no incluye los pisos en contacto con el suelo. Incluye los pisos sobre espacios exteriores". Definiciones: envolvente. Norma IRAM 11900. 2009.

## 1. INTRODUCCIÓN

El contexto energético actual de la Argentina, así como el consumo energético del parque edilicio urbano existente, forman parte de una problemática vigente que necesariamente debe abordarse a efectos de minimizar la demanda de recursos mayoritariamente fósiles –sobre todo del Gas Natural<sup>2</sup>- y aumentar la relacionada a fuentes de energías limpias o energías renovables.

En este sentido, se destacan acciones significativas desde el sector público en relación al esfuerzo por generar un marco normativo sobre la temática abordada, por ejemplo:

- Decreto Nacional 140/07 de Uso Racional y Eficiente de la Energía;
- Ley de Eficiencia Energética No 13059/03 de la Provincia de Buenos Aires (Decreto reglamentario 1030/10 y actualizaciones de la Norma IRAM);
- Ordenanza 8757 del municipio de Rosario, 2011;
- Ley 4458/12 de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) para el Acondicionamiento Térmico en la Construcción de Edificios;
- Decreto Nacional 134/15 que declara la Emergencia Energética Nacional;
- Decreto 9/17 que declara el 2017 como “Año de las Energías renovables”;
- Proyecto de Ley Nacional S-2448/15 “Régimen de fomento nacional para la generación de energía distribuida a partir de fuentes renovables”;
- Norma IRAM 11900 (2017) sobre prestaciones energéticas en vivienda (etiquetado energético respecto de los aportes de energía en climatización, agua caliente sanitaria, energía solar térmica y fotovoltaica e iluminación);
- Leyes N° 24.295, N° 25.438, N° 27.270, sobre el uso de fuentes de energías renovables;
- Resolución Conjunta 2/19, sobre la implementación de la Estrategia Nacional de Vivienda Sustentable.

Estos marcos legales brindan un apoyo sólido para afianzar bases en la conservación del recurso energético, sin embargo, aun son incipientes los estudios que han servido como insumo principal para la identificación y formulación de programas y medidas orientados a mejorar la eficiencia energética (en adelante, EE), y mucho menos considerados en sectores como la edificación pública educativa.

---

<sup>2</sup> Con respecto a esta fuente de energía, desde el año 2008 se comenzaron a actualizar sus valores con incrementos graduales hasta 2014. De 2014 a 2017, el costo del GN para el usuario ha sufrido ajustes y reducciones de subsidios que manifiestan incrementos medios del 300 al 600% (Res. ENARGAS N°1 566/08, N°1 1982/11, N°1 2844/14, N°1 4358/17) y continúa.

En el ámbito de la UNS se aprecia desde hace tiempo, un uso indebido de la energía (aulas donde queda la calefacción indebidamente ajustada en horarios donde no se necesita, luces encendidas sin estar ocupadas, espacios de circulación que quedan iluminados sin usuarios, 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 en 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, eólica o solar. Entre los objetivos planteados en las distintas iniciativas pueden citarse: (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, eólica o solar.

Congruentemente a los objetivos planteados, este documento se presenta dentro del marco de la ejecución de los denominados Proyectos Grupales de Investigación (en adelante, PGI) que se lleva a cabo entre dos unidades académicas de una universidad pública nacional argentina (UNS). Específicamente, el Departamento de Geografía (DG-UNS), representado por docentes y alumnos por la carrera de Arquitectura conjuntamente con el Departamento de Ciencias de la Administración (DCA-UNS), representado por docentes y alumnos de las carreras de Contador Público y Licenciatura en Administración, realizaron una actividad colaborativa con el fin de determinar y analizar la estructura edilicia del DCA-UNS, a modo de caso testigo de edificación pública educativa, y su relación con la EE.

Desde el año 2019, el camino recorrido, en conjunto, ha sido el siguiente:

- 1) En una primera etapa de la investigación, y a partir de un análisis de reportes de sustentabilidad de universidades a nivel mundial, se identificaron junto a DG-UNS, algunas mejoras edilicias que podrían emprenderse para que dicha edificación se encontrara más acorde a lo que se denomina como “arquitectura sustentable”. Las iniciativas fueron clasificadas de acuerdo a su posible desa-

rollo en el corto, mediano y 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 semi automáticos 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 film aislante en ventanas (a modo 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 porque el edificio cuenta con una buena superficie para la instalación de varios paneles (techo), pero habría que ajustar previamente los tendidos eléctricos;
- Recambio de materiales constructivos o inclusión de mejores aislantes térmicos en revestimientos.
- Recambio de ventanas y colocación de perfilería que pueda recibir doble vidrio hermético (DVH).

A largo plazo, la aplicación de certificaciones internacionales, como las normas ISO 14001, ISO 14064, ISO 50001; así como también, las *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED). Por el esfuerzo que conllevaría su implementación, consideramos recomendable aplicarla a nivel macro, es decir, en todos los edificios de la UNS.

2) A continuación, en una segunda etapa, durante el año 2020, se efectuó un relevamiento técnico de la construcción y concluyó que en la actualidad existen pérdidas térmicas por no cumplir con la normativa vigente (IRAM 11601, 11603, 11.605, 11.625, 11.630). Específicamente, un 53,85% más de lo que perdería en caso de ajustarse a estos estándares mínimos. Dichas pérdidas podrían evitarse ejecutando

una serie de mejoras o intervenciones en la envolvente edilicia del DCA-UNS, para las cuales es necesario realizar una inversión (materiales, mano de obra, otros insumos) que, a valores de diciembre de 2020, se presupuestaba en \$ 1.707.073.-, implicando una reducción en el costo energético y una mejora en el confort.

3) Por último, la tercera etapa de la investigación, realizada durante la primera mitad del año 2021, arrojó datos cuantitativos físicos con respecto al consumo de gas natural, estimado según la actual envolvente de la estructura edilicia del DCA-UNS y el estándar o cuantía física óptima a la cual se debería llegar, realizando las mejoras e intervenciones en la estructura determinadas en la etapa anterior. Estos datos fueron monetizados para obtener el Ahorro Térmico Monetizado o Valorizado (8.100,35 metros cúbicos de gas anuales, que representarían \$ 99.744,58.- -importe expresado en moneda homogénea de diciembre de 2020-), procediendo a posteriori al cálculo del Recupero de la Inversión, el cual sería de 6 años y medio.

Como resultado de las etapas anteriores y siguiendo con la necesidad que posee la unidad académica DCA-UNS, de conocer sus costos energéticos y los potenciales ahorros derivados del uso eficiente de los recursos, desde una óptica de gestión como herramienta para plantear estrategias y tomar decisiones, plantearemos a continuación los principales resultados derivados de una cuarta etapa de investigación, superadora de las anteriores. En la misma, se visualiza la posibilidad de anexar una alimentación de energía por medio de paneles solares. Esto nos permitió comparar los consumos de energías provenientes de distintas fuentes y realizar un análisis comparativo.

El documento se estructura de la siguiente manera: a continuación de la introducción, en la segunda sección, se expone el marco teórico sobre el que se basa este trabajo, luego se declara la metodología de investigación utilizada. Seguidamente se exhiben los resultados a los cuales se ha arribado en esta pesquisa y en último término se presentan las conclusiones de la investigación.

## **2. MARCO TEÓRICO**

La arquitectura y la construcción, como actividades de desarrollo social y económico de los países “generan un impacto en el ambiente, la economía y la sociedad durante todo el ciclo de vida de la edificación u obra construida, a través de la ocupación del espacio y del paisaje, de la extracción de recursos, y de la generación de residuos y contaminación” (Acosta, 2004).

La arquitectura sustentable es una forma de concebir el diseño y los métodos constructivos de las edificaciones en pos del desarrollo sostenible, es decir, de forma que minimicen o eliminen su impacto negativo, tanto a nivel ambiental como a nivel social y cultural. Se trata de una suma de estrategias que hace más eficiente la producción edificada, optimiza los recursos y aumenta la calidad de vida de los usuarios. Es por esta razón que el marco de trabajo de la sustentabilidad en la arquitectura es muy amplio y transversal, por abarcar muchas actividades y aspectos al mismo tiempo. Básicamente, los factores de sustentabilidad que más influyen a la hora de valorar una construcción son:

- La ubicación: una buena conexión con el transporte público o unas distancias cortas hasta los centros de trabajo tienen una especial relevancia para el consumo de recursos y la calidad de vida del usuario.
- Una estructura del edificio flexible en uso y apta para el futuro.
- Naturaleza y calidad de los materiales empleados en la construcción y en las instalaciones (concepto de Ciclo de Vida).
- La EE, la salud, el confort<sup>3</sup> y la seguridad de la edificación.

Con respecto a la EE, esta es definida como el volumen de energía consumida por unidad de producida (Russel, 2003) por lo que, a la luz del término “eficiencia”, vínculo entre un objetivo y uno o varios recursos utilizados para su obtención, y “energía”, se pone de manifiesto la relación entre producción y consumo energético, que se puede alcanzar manteniendo un mismo nivel de uso, en este caso confort, pero con un menor consumo energético. De esta forma, el objetivo de la EE es usar los mínimos recursos energéticos posibles, para lograr un nivel de confort deseado (Czajkowski et al., 2017). También, puede ser definida como “la utilización de menos energía para completar la misma cantidad de trabajo”, donde obtener la mayor cantidad de trabajo por cada unidad de energía es, a menudo, una medida de intensidad energética<sup>4</sup> (U.S. Green Building Council, 2009). De acuerdo a esta asociación, las estrategias más utilizadas para lograr la EE, son las siguientes: (1) abordar la envolvente y asegurarse que el edificio se encuentre adecuadamente climatizado, es decir, utilizar la cantidad adecuada de aislamiento a nivel regional en las paredes y el techo, e instalar paneles de vidrio de alto desempeño para minimizar la pérdida o el aumento de calor no deseados; (2) instalar dispositivos y sistemas mecánicos de alto desempeño, aplicando la

<sup>3</sup> Por “confort higrotérmico” se entiende a la ausencia de malestar térmico. Es una condición de percepción individual, por lo que varía según cada sujeto.

<sup>4</sup> En este sentido, las métricas comunes para edificios y vecindarios incluyen el uso de energía por pie/metro cuadrado y el uso per cápita.

evaluación del ciclo de vida a las ventajas y desventajas de los costos operativos y de capital; (3) utilizar infraestructura de alta eficiencia; (4) capturar eficiencias de escala, es decir, diseñar sistemas de refrigeración y calefacción distritales, en los que varios edificios formen parte de un solo circuito cerrado; (5) usar simulación de energía, a través de distintos sistemas de modelado por computadora; y por último (6) controlar y verificar el desempeño.

A nivel internacional se han desarrollado, particularmente a partir del año 2000, distintas certificaciones vinculadas a la sustentabilidad y la EE. Las mismas son voluntarias y se han creado para cuantificar y controlar de manera integral todos los aspectos de la sustentabilidad de un modo más completo que las normativas propias de cada país (Wassouf, 2019). Según este autor, través de ellas se pueden conocer específicamente cuáles son los distintos impactos ambientales que se producen a lo largo de las seis etapas de vida de un edificio:

- 1) Durante la etapa de planeamiento urbanístico, es decir, los que se generen por las decisiones urbanísticas (por ejemplo, las relacionadas a las infraestructuras).
- 2) En el proceso de producción de los materiales de construcción.
- 3) En el transporte de los materiales, hasta llegar a la obra.
- 4) Durante la obra o proceso de construcción.
- 5) A lo largo del tiempo, mientras se use el edificio. Aquí resulta de vital importancia el consumo energético del edificio y la energía que requiere el mantenimiento.
- 6) Fin de vida, es decir, los impactos ambientales generados en la destrucción y reutilización de todo el edificio o de partes del mismo.

Las principales certificaciones ambientales son las expuestas en la Tabla 1 (Sarro et al., 2020).

El intento por cubrir la mayoría o todas las necesidades energéticas de un edificio con recursos renovables hace que resulte necesario evaluar la factibilidad financiera de la inversión a realizar, dado que en nuestro país son pocos los proveedores de estas tecnologías y, adicionalmente, la paridad respecto a la moneda extranjera en la que se encuentran valuados no constituye un punto a favor. Entre las alternativas de recursos o fuentes renovables pueden citarse la energía solar, la eólica, la propulsada por olas, de biomasa y geotérmica, además de algunas formas de energía hidroeléctrica. Su utilización evita el gran impacto ambiental asociado a la producción y consumo de fuentes no renovables, como el carbón,

la energía nuclear, el petróleo y el gas natural. Una de las estrategias para satisfacer la demanda de energía con energía renovable es generarla en el sitio, por ejemplo, a través de la instalación de paneles solares, de células fotovoltaicas, calentadores de agua solares o turbinas eólicas montadas en un edificio.

**Tabla 1.** Principales certificaciones de Energía y Sustentabilidad a nivel mundial.

Denominación	Organización a cargo y país	Aspectos que se analizan y resultados posibles
Display Energy Certificate (DEC)	Unión Europea	<p>Evalúa la EE.</p> <p>Resultados en una escala (A, más eficiente; G, menos eficiente).</p> <p>Acompañado por un reporte que identifica áreas de mejora.</p>
SKA Rating	Royal Institution of Chartered Surveyors' (RICS), Inglaterra	<p>Pondera medidas que analizan la energía, las emisiones de dióxido de carbono, los desechos, el agua, los materiales, la polución, el transporte y el bienestar general.</p> <p>Resultados en una etiqueta (oro, plata o bronce; más alta a menos alta), más el porcentaje que indica el resultado obtenido.</p>
Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)	U.S. Green Building Council (USGBC), Estados Unidos	<p>Evalúa la eficiencia energética, del agua y de la calefacción, el uso de materiales de origen local y la reutilización de residuos.</p> <p>Resultado en un nivel (platinum, oro, plata, certificado; mayor a menor puntuación).</p>
Certified Emissions Management and Reduction Scheme (CEMARS)	Landcare Research, Nueva Zelanda	<p>Mide las emisiones de gases de efecto invernadero.</p> <p>Resultado como valor de la medición. Si el valor es cero, la organización certifica CarboNZero.</p>
MINERGIE	Minergie, Suiza	<p>Analiza la EE.</p> <p>Resultado en una etiqueta (standard). Existen dos más (Minergie-P y Minergie-A) bajo criterios más exigentes en cuanto a dicha eficiencia y las fuentes de energía utilizadas principalmente.</p>



Eco-Management and Audit Scheme (EMAS)	Unión Europea	Efectúa un análisis ambiental sobre el agua, el aire, el ruido, los residuos, el consumo de energía, etc, y también la política y sistema de gestión ambiental.  Resultado como certificado de obtención.
ISO 14001, ISO 14064, ISO 50001	International Organization for Standardization (ISO)	Se centran en el sistema de gestión ambiental (ISO 14001), las emisiones de gases de efecto invernadero (ISO 14064), la eficiencia energética (ISO 50001).  Resultado como certificado de obtención.

Fuente: Elaboración propia.

### 3. METODOLOGÍA

En esta sección se explica el proceso metodológico que ha sido utilizado para realizar la investigación. La metodología habitual y más utilizada en este tipo de estudios que tiene como finalidades principales priorizar y establecer la viabilidad de medidas concretas, es llevar a cabo una evaluación a la luz de un análisis de relaciones entre las variables costo y efectividad.

Concretamente, en otras palabras, se procede a comparar los hipotéticos efectos de las medidas a adoptar, en este caso cantidad de energía a ahorrar, en contraposición de los costos provocados por la adaptación de la edificación y sus consecuentes beneficios monetarios asociados a su implementación. En otras palabras, el indicador resultado de este análisis muestra cuánto cuesta cada unidad de energía ahorrada que se pretende obtener. En cuanto a la visualización del alcance del estudio, este trabajo tiene un enfoque de tipo cuantitativo, el cual se conceptualiza como un proceso deductivo, secuencial y probatorio, cuyo fin es analizar una realidad objetiva. Dicho enfoque cuantitativo tiene la propiedad de requerir la necesidad de medición, cuantificación de magnitudes, las cuales están relacionadas con el problema de investigación.

Por otro lado, para el caso de la presente investigación, el alcance de estudio es exploratorio y descriptivo. Los estudios de alcance exploratorio suceden cuando el objetivo es indagar sobre un problema vagamente estudiado, en donde aún existen inquietudes y lo desarrollado hasta el momento no alcanza para entender acabadamente el problema. Esta investigación es exploratoria dado que nunca, hasta la fecha, se había realizado un estudio de la estructura edilicia del DCA-UNS, menos

aún observado e identificado las pérdidas térmicas que se registran por motivos de falta de ajuste a las normas sobre estructuras eficientes, ni el impacto de ello en los costos de la unidad académica. Tampoco se conocen estudios anteriores efectuados en otras dependencias de la mencionada universidad, con lo cual esto revela que aún existe mucho por explorar y que aún subsisten deficiencias en el conocimiento sobre esta temática. Asimismo, existen otros tipos de estudios, como los de alcance descriptivo, los cuales buscan detallar las características de individuos bajo objeto de estudio. En la presente pesquisa, se recogen los datos y se realizan mediciones para describir y caracterizar a la unidad de análisis.

#### **4. INCORPORACION DE ENERGIAS SUSTENTABLES COMO ALTERNATIVA COMPLEMENTARIA**

Como fue objeto de planteo en la sección introductoria, en búsqueda de eficiencia energética, a la alternativa de reforma de la envolvente edilicia, se agrega la posibilidad de incorporar al análisis, energías sustentables como alternativa de provisión en reemplazo o complemento del gas.

En comparación con otras fuentes de energía, por su probada efectividad y accesibilidad de costos, tomamos en este caso en particular, la utilización de paneles solares. De acuerdo a información relevada, sus principales beneficios son: (1) no consumen combustible; (2) son estáticos y silenciosos; (3) se instalan con facilidad; (4) requieren de un mantenimiento mínimo; (5) generan energía en el mismo lugar donde se consume; y (6) producen un ahorro económico a mediano plazo. Por otro lado, la energía solar fotovoltaica no emite sustancias tóxicas ni contaminantes al aire ni al agua, por lo que es una de las tecnologías renovables más eficientes en la lucha contra el cambio climático y, de acuerdo a varios estudios, es más barata –en gran parte de mundo- que las fuentes de energía convencionales.

El edificio actualmente cuenta con 4 calderas Peisa, modelo DIVA F de 32.000 kcal/h (37.216 W), cada una, alimentadas a gas natural de red, dos alimentan la planta alta y las otras dos, la planta baja. El reemplazo que se sugiere son 4 calderas eléctricas Advance de Flowing, en su modelo SC-40 KW (34400 Kcal/h) con alimentación eléctrica, incorporándose como alternativa de complementación para la provisión de energía, la instalación de paneles solares. Se seleccionó como alternativa, por la valoración en el mercado y su costo, los paneles marca Amerisolar de 400 W, Policristalinos. Se propone como alternativa, en función de la superficie disponible en el techo del edificio para la instalación de los mismos, la siguiente propuesta:

Instalación de 75 paneles de 400 W, que entregan una potencia de 30 Kw/h. Se estima según datos suministrados por el fabricante un ahorro del orden del 18% de energía utilizada de red.

Estos paneles solares de 400 w, fotovoltaicos, reciben la luz solar y la convierten en corriente. Esa corriente continua pasa a través de un inversor que la optimiza y la convierte en corriente alterna (220/380VCA). De este modo, se produce un ahorro energético, dado que las calderas se alimentan, en parte, por la energía entregada por el inversor, en lugar de la energía entregada por la red eléctrica. La utilización de termostatos en los distintos circuitos que estas calderas poseen en el edificio del DCA permite su uso sólo cuando la temperatura baja del nivel programado, o del tiempo indicado (no entra en régimen en horarios fuera de clase y no se utiliza en verano). A continuación se indicarán costos estimados de instalación de las calderas eléctricas y las diferentes opciones de paneles.

#### ***Costo de instalación y puesta en marcha de calderas eléctricas:***

Ítems	Cant.	V. Unitario	Total
Caldera Flowing Advance SC-40- 40 KW	4	\$ 412.025,50	\$ 1.648.102,00
Inst. electrica materiales (Disyuntor, cables, etc.)	1	\$ 10.550,00	\$ 10.550,00
Instalación Mano de obra	1	\$ 21.450,00	\$ 21.450,00
			\$ 1.680.102,00

#### ***Costo de instalación de paneles solares fotovoltaicos:***

Ítems	Cant.	V. Unitario	Total
Paneles	75	\$ 23.270,00	\$ 1.745.250,00
Inversor trifásico 40 kw- On-Grid 380V Kit Solar invtBg40Ktr	1	\$ 858.797,00	\$ 858.797,00
Instalación paneles + equipo (materiales y mano de obra)	1	\$ 245.000,00	\$ 245.000,00
			\$ 2.849.047,00

A partir del planteo relacionado, en relación a la incorporación de energías alternativas, se analizan las variantes de sustitución del gas, como fuente de energía actual, por el uso de electricidad y una serie de propuestas alternativas y complementarias de incorporación de paneles solares. Las alternativas seleccionadas

se fundamentan a partir de considerar el costo como criterio de selección, dado que otras alternativas como la energía eólica se encuentran muy por encima en relación con la energía solar y, en segunda instancia, se consideró la superficie disponible para la instalación de los paneles solares. A modo de resumen e introducción de los planteos a realizar, se exponen las siguientes alternativas:

Opción 1: Reemplazo de caldera a gas por caldera eléctrica

Opción 2: Reemplazo de caldera a gas por caldera eléctrica, más la incorporación de 75 paneles solares.

Como paso previo al análisis de cada alternativa, resulta de gran importancia, considerar como datos relevantes y de referencia que, conforme los análisis efectuados en estudio previos (Genovese et al., 2021) se determinó que:

- El consumo real del edificio bajo examen puede determinarse a partir del análisis de la consideración de aspectos y variables estacionales, la cantidad de usuarios, las horas de uso del edificio en general, el clima diario, etc. Esto se obtuvo a través del análisis y observación de los m<sup>3</sup> de gas que el edificio consume anualmente, informado en la factura del servicio.
- A fin de realizar un cálculo estimativo de consumo eficiente y así contar con una referencia que sirva a futuros análisis se determinó que la Carga Térmica de Calefacción Anual, en base a los datos en estudios previos y bajo el modelado y estandarización del IRAM, es de 270.281,75 Kwh. Considerando que un m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> de gas natural.
- Según datos obtenidos del Cuadro Tarifario aplicado a la UNS y la legislación impositiva vigente sobre cargos adicionales facturados, se puede establecer un valor (Componente Monetario) estimativo de \$ 12,31 por metro cúbico de gas consumido (solo considera los cargos variables, dado que los cargos fijos estarán igualmente facturados, sea cual fuere el consumo de gas natural). Dicho valor fue ajustado a fecha de diciembre 2020, con lo cual el gasto total de calefaccionar a gas el edificio bajo examen es de \$ 284.361 (23.101 m<sup>3</sup> x \$12,31) todos los importes se encuentran expresados en moneda homogénea de esa fecha.

Conforme los antecedentes planteados en los párrafos precedentes, se analizan a continuación las dos alternativas posibles de reemplazo y complementación de energías alternativas:

### Opción 1: Análisis del costo de reemplazo de caldera a gas por caldera eléctrica y su consumo

<b>Costo inversión:</b> Adquisición e instalación de las 4 calderas:	\$ 1.680.102,00
<b>Consumo anual valorizado:</b> 62.400 <sup>5</sup> kw x \$ 5.520768 <sup>6</sup> :	\$ 344.495,92

Del análisis comparado del costo de calefaccionar el edificio testigo, utilizando como fuente de energía el gas por \$ 284.361 en relación a la opción de energía eléctrica \$ 344.495,92, resulta inviable la concreción de la misma dado que resulta un 24% más costosa y, de no modificarse el cuadro tarifario en favor de la energía eléctrica, el diferencial en su contra se mantendría en el tiempo, haciendo menos atractiva la opción. Dado lo expuesto, a partir de los consumos verificados, no se justifica continuar con el análisis a fin determinar la factibilidad de la inversión ya que, el estudio comparativo de los costos de consumo de ambas energías, resulta suficiente en este sentido debido a que el cambio de gas por energía eléctrica resulta significativamente más costoso.

### Opción 2: Análisis de reemplazo de caldera a gas por caldera eléctrica con incorporación de 75 paneles solares y su consumo.

<b>Costo inversión:</b> Adquisición e instalación de las 4 calderas:	\$ 1.680.102,00
Costo de 75 paneles e instalación:	\$ 2.849.047,00
<b>Total inversión:</b>	<b>\$ 4.529.149,00</b>
Ahorro por generación de Kw: 54.205,50 kw x \$ 5.520768 =	\$ 299.239,42

#### Aclaración:

- Un panel solar genera 1,98Kw por día por lo cual, los 75 paneles en promedio durante el año generan 54.202,50 Kw/año

<b>Consumo anual:</b> 62.400 kw – 54.205,50 kw de ahorro = 8.195,50 Kw
8.195,50kw x \$ 5.520768: <b>\$ 45.245,45</b>

<sup>5</sup> Consumo estimado sobre la base de 1560 horas de uso anual.

<sup>6</sup> Costo estimado sobre la base de del valor de KW de \$ 4.18240 + 32% de carga impositiva (\$/Kw 5.520768).

Del análisis comparado con la opción anterior (cambio de calderas a gas por eléctricas con provisión de energía eléctrica de red) surge que, con la instalación de los paneles solares, se genera un ahorro de **\$ 299.239,42**. Un análisis simple y a valores constantes, sin considerar otras alternativas como costos de oportunidad o tasas cálculos de valor actual neto de la inversión (VAN) o tasas internas de retornos (TIR), nos llevan a concluir que se necesitarían **9,5 años** para recuperar la inversión en paneles solares de **\$ 2.849.047,00**.

En caso de realizar la comparación con la utilización de gas como fuente de energía por **\$ 284.361**, en relación a la opción de energía eléctrica con instalación de paneles solares que arroja un consumo complementario anual de la red eléctrica por **\$ 45.245,45** resulta un ahorro anual de **\$ 239.115,55**. El análisis, en los términos del párrafo precedente, genera como resultado un plazo de 19 años para recuperar la inversión que implica el cambio de uso de gas por electricidad de red, complementado por energía solar.

## 5. CONCLUSIONES

El presente aporte, dado su carácter investigativo, requiere mantener su objetividad, la cual podría verse opacada, en sus conclusiones, por un alto grado de expectativas y positivismo. Por tal motivo no podemos dejar de considerar las variables que pueden actuar como barreras al momento de obtener los resultados pretendidos. En este caso, el alto costo de las tecnologías no convencionales y renovables que en la actualidad podrían utilizarse con la finalidad de lograr mayor eficiencia energética (EE) y, complementariamente, disminuir la contaminación ambiental, no facilitan su incorporación en forma inmediata. De esta forma, se debe buscar un equilibrio sostenible entre la inclusión de nuevas tecnologías y materiales en la edificación, adecuado al uso de las convencionales.

De los análisis realizados en forma comparativa, entre la utilización del gas como fuente de energía y la energía eléctrica en forma exclusiva y, por otro lado, su complementación con energía renovable provisionada por la instalación de paneles solares, se obtiene como conclusiones que el costo de las alternativas resulta inviable a la luz de su factibilidad financiera. Los condicionantes principales que actúan en detrimento del cambio de provisión de energía y su complementación con energías renovables son la escasez de proveedores de estas nuevas tecnologías, el tipo de cambio de la moneda extranjera que hace aún costosa la inversión, las limitaciones presupuestarias en el ámbito público y la falta de prioridad al

impacto ambiental -dada la falta de concientización de muchos sectores de la sociedad en este sentido-, constituyen algunos de los factores que hacen que las iniciativas como las que se plantean de esta investigación no resulten factible de concreción y de esa forma postergar la misma al momento de un entorno más favorable

Se definen como líneas futuras de la investigación la medición del impacto ambiental que se generaría a partir del uso de energías renovables, en comparación con las tradicionales y, en otra línea investigativa, el análisis del efecto que tendría el cambio en el comportamiento y los hábitos de los usuarios de la edificación, sobre la eficiencia energética de la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, D. (2004). "Arquitectura y Construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias". *Revista De Arquitectura*, vol. II, 14-23. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- CZAJKOWSKI, J.; GIL, S.; ATRIER, D. (2017). *Construcción Sustentable: eficiencia energética en la construcción: oportunidades para incrementar el confort del hábitat, ahorrar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero*. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: FODECO, 2017. ISBN 978-987-4401-09-0.
- GENOVESE, M.; SCHMIDT, A.; CABRERA, C. (2021). Eficiencia energética en las estructuras edilicias educativas públicas. Propuesta de análisis a partir de la estimación del ahorro térmico monetizado, 7° congreso 10° CONLAD - Congreso Latinoamericano de Administración. Encuentro Internacional de Administración de la Región Jesuítica Guaraní.
- RUSSELL, C. (2005). Strategic industrial energy efficiency: reduce expenses, build revenues and control risk. *Energy Engineering*, vol. 102, 3, 7-27.
- SARRO, L.; GENOVESE, C.; MACEIRO, F.; FERNÁNDEZ BERTACCO, M. V.; RODRIGUEZ HEINE, A.; FERNÁNDEZ, J. (2020). *Hacia un Reporte de Sustentabilidad del Departamento de Ciencias de la Administración (UNS): Aplicación de los Estándares GRI para la mejora en la eficiencia energética*. Fundación Científica Felipe Fiorellino. XL Jornadas Universitarias de Contabilidad: 30 y 31 de octubre y 1 de noviembre de 2019 / 1a ed ampliada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Universidad Maimónides. ISBN 978-987-1699-48-3.
- U.S. Green Building Council (2009). *Guía de Conceptos Básicos de Edificios verdes y LEED (Core Concepts and LEED Guide) Segunda Edición (Second*

Edition). ISBN: 978-1-932444-50-6. Disponible en: [http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide\\_ES.pdf](http://www.spaingbc.org/files/Core%20Concepts%20Guide_ES.pdf).

- WASSOUF, M. (2019). DE LA CASA PASIVA AL ESTÁNDAR PASSIVHAUS. LA ARQUITECTURA PASIVA EN CLIMAS CÁLIDOS. 1° Edición, 5° tirada. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili, SL. ISBN: 978-84-252-2452-2.

© 2021 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>