

Artículo

Recibido 27-10-2014

Aceptado 14-04-2015

Monitoreo de funcionamiento y estrategias de eficiencia energética para el edificio público de Obras Sanitarias Sociedad del Estado, San Juan, Argentina

Operations monitoring and energy efficiency strategies in the Obras Sanitarias Sociedad del Estado (State Sanitary Works Company) public building, San Juan, Argentina

YESICA ALAMINO NARANJO, Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina \ yesialamino@hotmail.com

CELESTE GIL ROSTOL, Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina \ celeste_252@hotmail.com

ERNESTO KUCHEN, Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina \ ernestokuchen@faud.unsj.edu.ar

ALCIÓN ALONSO FRANK, Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño. Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina \ afrank@faud.unsj.edu.ar

Palabras clave:

Uso racional de energía, artefactos eléctricos, monitoreo energético

RESUMEN

El incremento de la potencia instalada en los sectores de consumo, por encima de la capacidad de generación, en los últimos diez años, sitúa a Argentina como país dependiente energéticamente. Una de las medidas de mitigación de las consecuencias ambientales, sociales y económicas asociadas, consiste en reducir el consumo de energía en los edificios. La sociedad pasa más del 30% de su tiempo en espacios de trabajo, en ambientes climatizados. Es objetivo del trabajo encontrar estrategias de mejora sobre la eficiencia energética del edificio sin disminuir la calidad de vida de los usuarios. Para ello, se lleva a cabo un estudio de campo en el edificio sede de Obras Sanitaria Sociedad del Estado (OSSE), ubicado en la ciudad de San Juan (Argentina), mediante una aproximación experimental, contemplando aspectos funcionales, tecnológicos y referentes al equipamiento del edificio. Los resultados muestran valores de demanda de energía elevados en sistemas de climatización y artefactos de consumo eléctrico en oficinas. La implementación de estrategias de intervención de mínima inversión permitiría reducir el consumo energético en un 42% y recuperar más del 70% de la inversión durante el primer año de funcionamiento.

Keywords:

Rational use of energy, electric devices, energy monitoring

ABSTRACT

In the last ten years, the increase in installed electricity capacity in consumption sectors has surpassed electricity generation capacity, thereby causing Argentina to become an energy-dependent country. One of the relief measures for the associated environmental, social and economic consequences involves reducing energy consumption in the buildings sector. People spend more than 30% of their time in work spaces, in climate-controlled indoor environments. The aim of this study is to find strategies to improve the energy efficiency of buildings without decreasing quality of life for users. To this end, a field study was carried out in the Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE) (State Sanitary Works Company) building, in the city of San Juan, Argentina, using an experimental approach that took into consideration functional and technological aspects of the building as well as its equipment. The results show high energy demand values for the heating and cooling system and the electric devices in offices. The implementation of minimum investment intervention strategies would enable a 42% reduction in energy consumption and the recovery of more than 70% of the total investment during the first year of operation.

1 INTRODUCCION

Emplear recursos energéticos de forma racional requiere de anticiparse a su uso y programar una eficiencia energética (EE) desde el origen de los mismos, es decir, desde sus etapas de generación, transformación y transporte, hasta llegar al consumidor de energía final (Ministerio de Ciencia y Tecnología, 2012).

En el sector edilicio, el uso racional de la energía (URE) se basa en considerar estrategias para el funcionamiento eficiente (control, *building management*), educar al usuario (manual de uso del edificio), recontractar el servicio de energía y tomar medidas de bajo costo para el ahorro energético (PICT-0014, 2009).

Desde 1850, el empleo de combustibles de origen fósil a nivel mundial se convierte en la fuente de energía base de todas las operaciones de la industria, el transporte y las edificaciones. En los últimos 40 años, variaciones en la capacidad de obtención y precio de combustibles de origen fósil llevan a un cambio de paradigma en las políticas gubernamentales, sobre todo en países dependientes energéticamente.

Se ha recurrido entonces a reforzar la aislación térmica de la envolvente (Deutsches Institut Für Normung, DIN 4108, 1996), promover el uso de la energía solar fotovoltaica e implementar el sistema tarifario *feed-in tariff*. Asimismo, se legaliza el uso de energías renovables (Alemania, Gesetz-EEG, 2000), se establecen demandas de energía objetivo a alcanzar en edificaciones, como los 100kWh/m² al año (véase *Programa EnOB*, 2008) y se definen normas (DIN 18599, 2007) y programas sobre la reducción del consumo medio de energía (*Programa 2000W-Society*, 1998), entre otras medidas.

Según la Secretaría de Energía (SE), el 87% de la energía primaria en Argentina proviene de hidrocarburos. Como medida de reducción del consumo energético, el Decreto 140/2007, propone la reducción del 10% del consumo de energía en edificios públicos. Las edificaciones representan alrededor del 40% del uso de energía final y, por ello, constituyen un escenario con potenciales para conseguir importantes reducciones de energía y emisiones. Un edificio con una alta eficiencia energética genera bajo impacto ambiental (Toranzo *et al.*, 2012) y, al mismo tiempo, asegura condiciones interiores óptimas para el desarrollo de las actividades de los usuarios, quienes pasan más del 30% de su tiempo en estos espacios.

El seguimiento del edificio durante la vida útil, en su etapa de post-ocupación, permite corregir errores de funcionamiento de diversa índole (Programa EnBop, 2008), pudiendo corresponderse con el grado de conciencia ambiental del usuario (Lutz, 2003), el acceso del usuario al control del clima interior (ISSO-74) (*Publication 74*, 2004), la adecuada gestión de la energía (Dutt *et al.*, 2006), deficiencias del equipamiento del edificio, garantía de ejecución en tareas de saneamiento (Plesser *et al.*, 2008), evolución del clima exterior para control de climatización, factor de ocupación del edificio (Kuchen, 2013), control de fugas en aberturas (Kuchen *et al.*, 2012 y Toranzo *et al.*, 2012), artefactos de consumo eléctrico en oficinas (Plesser *et al.*, 2008 y Alonso-Frank *et al.*, 2012), entre otros aspectos.

El objetivo de este trabajo es establecer potenciales de eficiencia energética en el edificio sede de Obras Sanitarias Sociedad del Estado (OSSE), en San Juan (Argentina), a fin de reducir el consumo a través de medidas accesibles y de baja inversión y, de tal forma, generar un aporte al URE. Se concluye con una propuesta de intervención para el edificio, definida en términos de viabilidad económica y aplicación en el contexto local, cuya meta es optimizar la EE. Se prevé un ahorro del 42% sobre el consumo habitual y una recuperación de la inversión superior al 70% durante el primer año de uso. La iniciativa pretende servir de aporte al conocimiento de arquitectos e ingenieros dedicados al monitoreo energético de edificios existentes.

2 DESARROLLO

En adelante, se describe el abordaje metodológico y se analiza el posicionamiento energético-ambiental en que se encuentra el edificio OSSE. Se analiza el estado de la matriz energética local, se detectan demandas y consumos de energía provenientes del uso inadecuado en OSSE sobre los ítems: climatización, ventilación, iluminación y artefactos de consumo eléctrico (ACE). Se establecen valores de referencia para mejorar la EE y se estima una recuperación de la inversión en el corto plazo.

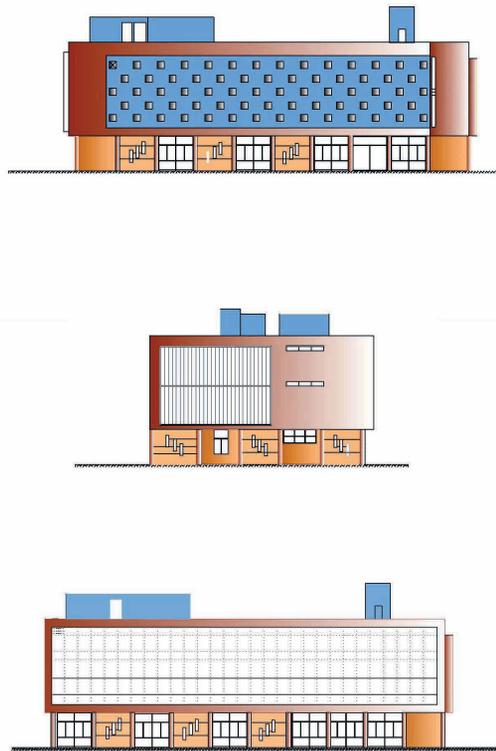


Fig.1 Fachadas del edificio de OSSE en San Juan, Argentina.

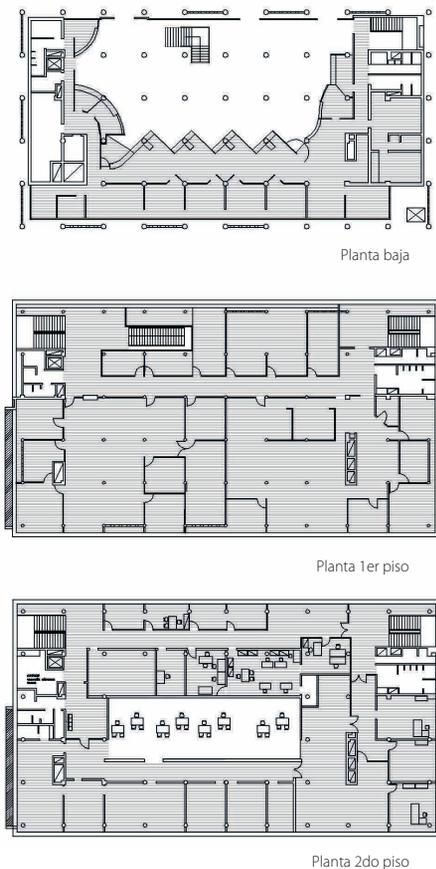


Fig.2 Distribución del sector oficinas por piso en el edificio OSSE.

2.1 METODOLOGÍA.

Se lleva a cabo un relevamiento mediante encuesta y mediciones en 25 oficinas en el edificio OSSE. Se relevan tipo y uso del sistema de climatización, iluminación, ventilación y artefactos de consumo eléctrico (ACE) empleados, se comparan los registros de consumo energético anual de los últimos 10 años (Fuente de datos: Ente Provincial Regulator de la Energía, EPRE) y se analiza el edificio en el contexto local, en relación a la potencia instalada de generación en San Juan (Fuente de datos: Energía Provincial Sociedad del Estado, EPSE). Se discrimina la potencia instalada en OSSE por unidad de superficie útil (a climatizar) del sector de estudio, se establece un valor indicador de la demanda de energía anual. Se enumeran tipo, cantidad y potencias de ACE del sector oficinas (monitor, PC, impresora, fax, etc.). Este valor de demanda se compara con el valor de consumo de energía final. La diferencia entre energía demandada, consumida y su tendencia, conduce a elaborar una serie de medidas de EE y pronosticar ahorros potenciales a corto plazo.

2.2 OBJETO DE ESTUDIO.

El edificio público en estudio, sede de la administración de Obras Sanitaria, Sociedad del Estado (OSSE), se ubica en la ciudad capital de San Juan, en zona bioambiental III-A de Argentina; posee clima templado cálido seco, temperatura exterior media anual de 17,2°C y humedad relativa media del 53% (Instituto Argentino de Normalización y Certificación, IRAM 11603, 1996). Se destacan en ella la elevada radiación solar, las amplitudes térmicas diarias y estacionales, la predominancia de vientos del sector sudeste y bajas precipitaciones. El edificio se construye entre 1957-1962, tiene tres niveles y una superficie total de 2455 m². Lo caracteriza la flexibilidad propia de la arquitectura del movimiento moderno (ver Figura 1).

El edificio incorpora criterios de diseño bioclimático en la etapa temprana de proyecto, entre los que sobresalen: orientación del eje longitudinal en dirección Este-Oeste para un óptimo asoleamiento, parasoles móviles en fachada Este y Oeste para el control solar estacional (ver Figura 1), fachada Norte, con un 19% de superficie vidriada, y Sur (a modo de courting wall), con un 72%, que aporta buena iluminación y ventilación natural a los espacios de trabajo. Las aberturas de la fachada Norte son mínimas y el muro, con elevada inercia térmica, permite controlar el ingreso solar del período de verano y servir de muro acumulador en invierno y verano. Para cubrir demandas pico de calefacción/refrigeración, está equipado con climatización total por aire (Sistema HVAC). Las superficies de OSSE, que se pueden clasificar en

brutas, netas y útiles (climatizadas), exhiben tres sectores identificables: oficinas (espacios de trabajo y pasillos), que ocupan un 75% de la superficie útil del edificio (ver griseado en Figura 2); servicios, que corresponden a un 11% (sala de máquinas, archivo, baños, ascensores y escaleras), y espacios destinados a otros usos (por ejemplo, sala de reuniones), los que constituyen el 14% restante.

2.3 MATRIZ ENERGÉTICA.

A nivel Mercosur, la matriz de abastecimiento energético es altamente dependiente de los combustibles fósiles. Argentina constata, en ese sentido, un 87% de generación de energía a partir de fósiles (ver Figura 3) y se encuentra en una fase de cambio obligada, que exige hacer eficientes los sistemas de interconexión, de transporte y distribución, como también mejorar la potencia instalada de generación y explorar nuevas fuentes de energía renovable y técnicas de extracción de hidrocarburos.

Así como ocurre en países dependientes energéticamente, Argentina hace hincapié en el desarrollo local a partir de promover un uso racional de la energía (URE) y una inversión en energías renovables. La empresa pública ENARSA, Energía Argentina S.A., opera el mercado ampliado de energía en Argentina y tiene el objetivo de diversificar la matriz energética y disminuir la dependencia con hidrocarburos (Secretaría de Energía, 2009).

La Ley 26.190 del año 2006, de normalización y legalización del uso de energías renovables, a través del Programa GenRen (*idem*), propone cubrir el 8% de la demanda de energía mediante el empleo combinado de energía eólica, solar, geotérmica, mareomotriz, biomasa, biogás, cogeneración con residuos sólidos urbanos y pequeños emprendimientos hidroeléctricos.

La provincia de San Juan, Argentina, sus seis zonas climáticas diferentes (IRAM 11603, 1996), predominio de aridez, clima cálido y seco, alta diafanidad del cielo, elevados niveles de radiación solar y 97% de la superficie conformada por montañas, se presenta con potencial suficiente para ser autosuficiente energéticamente. El agua del deshielo se embalsa para abastecer la agricultura del oasis semidesértico y el salto hídrico para la generación de energía. La Tabla 1 resume los valores de tipos de energía, potencia y capacidad de generación de las centrales de generación en la provincia.

Según DIES, Departamento de Información Económica y Social, el consumo de energía en San Juan crece año a año. En el período 2011, se registra un consumo de 1830

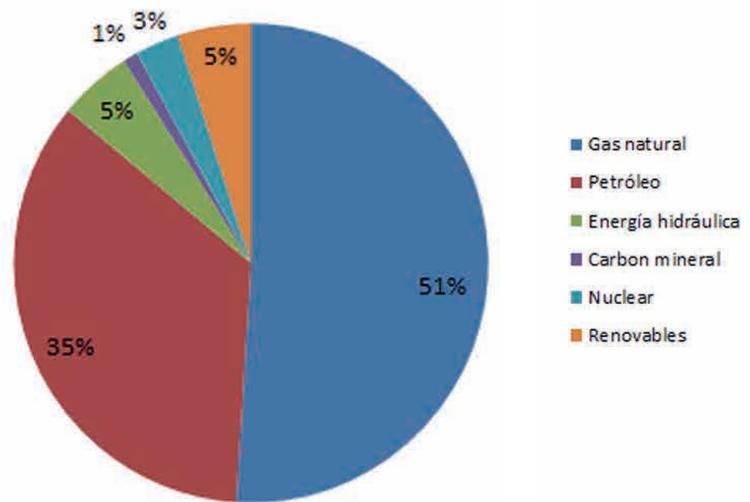


Fig.3 Matriz energética de Argentina 2010.
 Fuente: Secretaría de Energía. Balance energético nacional

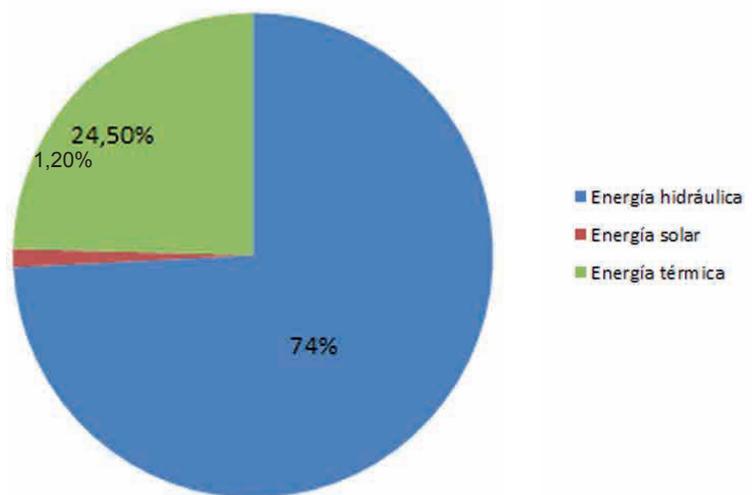


Fig.4 Generación de energía eléctrica por recurso 2012 San Juan. Fuente: Energía Provincial Sociedad del Estado (EPSE).

Tipo Energía	Central	Potencia [MW]	Capacidad [GWh/a]
	Ullum I-II	45	235
	Quebrada U.	47	172
	Cuesta Viento	11	28
	Tambolar	en ejecución - Pot. nom. 70MW	
	Punta negra	en ejecución - Pot. nom. 62MW	
	Horcajo	en proyecto - Pot. nom. 26MW	
Solar	Solar SanJuan	1	11
	Cañada Onda I y II.	7	8
Termica	Sarmiento	30	372
		264	1541

Tabla.1 Centrales de generación de energía en la provincia de San Juan. Fuente: EPSE.

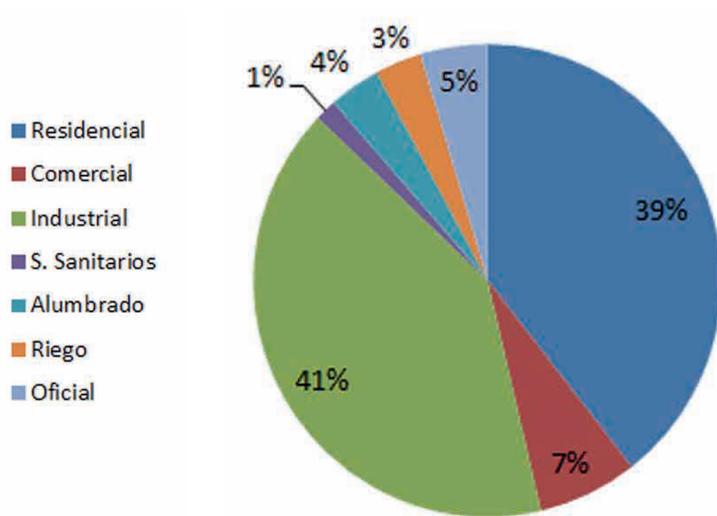


Fig.5 Consumo de energía eléctrica por sectores en San Juan. Fuente: Departamento de Información Económica y Social (DIES).

GWh/a. Respecto de este valor, la potencia instalada de generación de energía asciende a 1541 GWh/a (ver Tabla 1), con lo cual sería posible cubrir el 84% de la demanda total en condiciones óptimas. Así es como del total de energía consumida en la provincia, solo el 16% debe ser comprado en el mercado eléctrico externo nacional e internacional.

Del 84% de energía generada en la provincia, se prevé cubrir el 74,3% con centrales hidroeléctricas, el 24,5% con centrales térmicas y el 1,2% con tecnología fotovoltaica (Figura 4). Según se expone en Tabla 1, de ponerse en funcionamiento las centrales Tambolar, Punta Negra y Horcajo (hidroeléctricas) y Cañada Onda (solar), sería posible cubrir la totalidad de la demanda energética local y disponer de un 25% en reserva. Estos aspectos motivan la idea de que un incremento de EE en los sectores de consumo, junto al plan estratégico de generación con renovables, conduciría al autoabastecimiento energético provincial y al mejoramiento de la sustentabilidad local.

3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A fin de evaluar la situación energética del edificio OSSE y proponer eventuales mejoras al uso de la energía, se evalúan datos del consumo/demanda de energía, potencia instalada y artefactos de consumo eléctrico, en relación a espacios de trabajo dentro del edificio

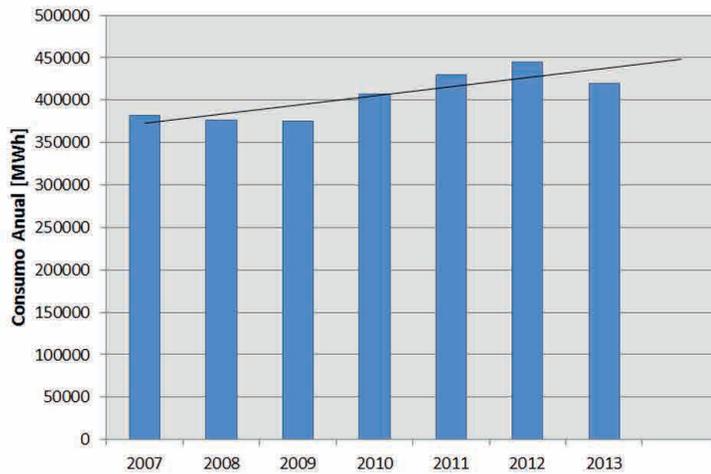


Fig.6 Evolución del consumo de energía en el edificio OSSE. 2007-2013. Fuente: EPSE.

3.1 CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Según la distribución del consumo energético anual porcentual (ver Figura 5), el edificio OSSE se sitúa dentro del sector oficial, el cual, en conjunto con el sector residencial (39%) y comercial (7%) componen el sector de consumo en que participan las construcciones edilicias, abarcando el 51% del consumo eléctrico local.

La Figura 6 muestra un incremento paulatino del consumo de energía en el edificio público OSSE desde 2007 hasta 2012. A fines de 2012, se reduce el uso del sistema de refrigeración central para emplearse exclusivamente dentro del horario de trabajo y se incorporan artefactos descentralizados por sectores, del tipo *split*, reduciendo la demanda de uso del equipo central.

3.2 POTENCIA INSTALADA EN OSSE.

Del relevamiento de la potencia instalada en el edificio OSSE, la Figura 7 muestra los ítems que demandan la mayor parte de la energía. Como se observa, ni el equipo de refrigeración (23,6%) ni el de calefacción (7,5%) llegan a ser representativos respecto a la potencia instalada en artefactos de consumo eléctrico (ACE), que supera el 55%.

3.3 ARTEFACTOS DE CONSUMO ELÉCTRICO (ACE).

La Figura 8 expone el tipo y cantidad porcentual de ACE relevados en 25 oficinas del edificio OSE. Se estima que una oficina promedio posee mayormente PCs, monitores LCD e impresoras láser. La demanda energética porcentual de ACE se puede ver en la Figura 9, donde el artefacto "PC" constituye el ACE de mayor consumo (>75%).

El artefacto "estufa" se considera un adicional incorporado por los usuarios, el que, al ascender a casi al 12% de la demanda, llega a ser representativo respecto del resto, sobre todo cuando se supone que el sistema central HVAC del edificio debería cubrir la demanda térmica de los usuarios del sector oficinas. La necesidad de reducir el consumo energético lleva a tomar medidas de ahorro y EE.

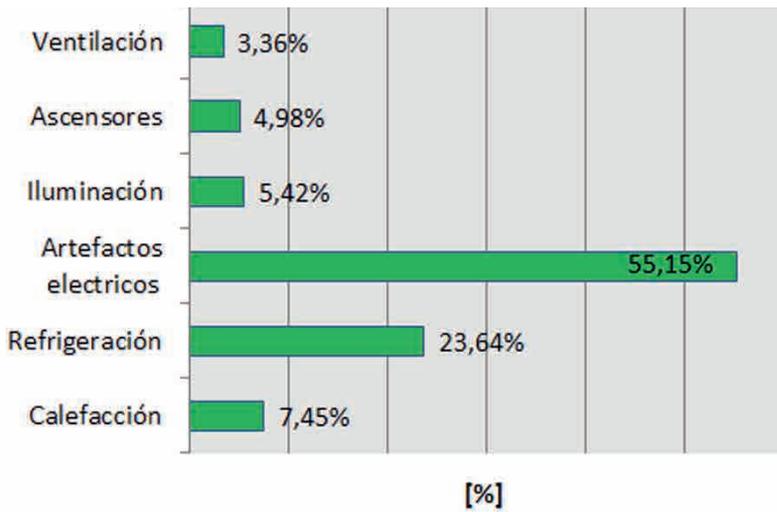


Fig.7 Consumo porcentual de energía final en OSSE.

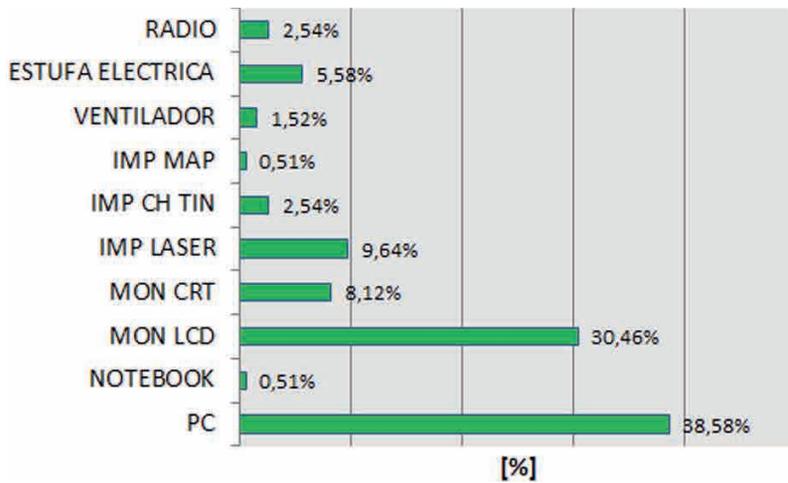


Fig.8 Cantidad porcentual de artefactos consumo eléctrico

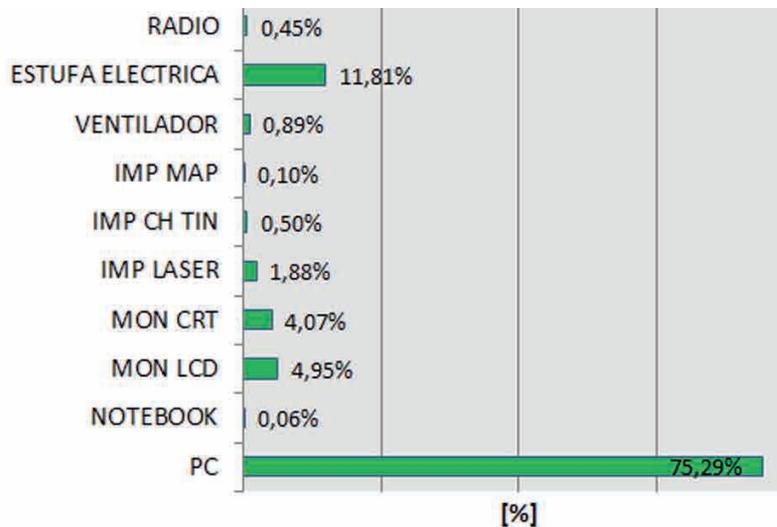


Fig.9 Demanda porcentual de energía de ACE en oficina

3.4 POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

La Figura 8 expone el tipo y cantidad porcentual de ACE relevados en 25 oficinas del edificio OSE. Se estima que una oficina promedio posee mayormente PCs, monitores LCD e impresoras láser. La demanda energética porcentual de ACE se puede ver en la Figura 9, donde el artefacto "PC" constituye el ACE de mayor consumo (>75%).

El artefacto "estufa" se considera un adicional incorporado por los usuarios, el que, al ascender a casi al 12% de la demanda, llega a ser representativo respecto del resto, sobre todo cuando se supone que el sistema central HVAC del edificio debería cubrir la demanda térmica de los usuarios del sector oficinas. La necesidad de reducir el consumo energético lleva a tomar medidas de ahorro y EE.

3.5 POTENCIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

El valor promedio de consumo que alcanza el edificio OSSE de 171 kWh/m².a en el sector oficinas es un 43% más eficiente respecto de la media nacional, que asciende a 300 kWh/m².a. Esta ventaja se debe a las consideraciones del potencial bioclimático local, en las etapas de diseño, y a consideraciones de URE, en la etapa de funcionamiento. Aún así, se observan indicios de posibles optimizaciones.

De este modo, la propuesta de mejoras incluye aspectos que implican desde mínimos a grandes costos de inversión y que puedan implementarse durante la vida útil del edificio. Aquellas medidas que tienen costo cero y que conducen a importantes ahorros iniciales de energía son:

Educación del usuario a través de un "Manual de uso del espacio de oficina", cuyo potencial esperado corresponde a un 8% de ahorro en los ítems "ventilación" y "climatización".

Control del set-point de temperatura en equipos de climatización, considerando la variabilidad del clima exterior, con lo cual se espera ahorrar hasta un 30% en los ítems "calefacción" y "refrigeración".

Eliminación de estufas eléctricas, cuyo potencial esperado constituye un 50% de ahorro en el ítem "calefacción".

Otras medidas adicionales de eficiencia energética

involucran inversiones de bajo costo que conducen a mejorar aún más el funcionamiento eficiente del edificio. Entre ellas, se destacan:

Reprogramación y control del equipamiento "PC" bajo el "modo eficiente", con lo que se espera ahorrar un 40% en el ítem "PC".

Control en las fugas en aberturas mediante burletes y cella juntas, cuyo potencial esperado de ahorro corresponde a un 20% en los ítems "calefacción" y "refrigeración".

Control de iluminación mediante sensores de movimiento; medida que proyecta ahorrar un 30% en el ítem "iluminación".

De aplicarse los potenciales enunciados, se alcanzaría una importante reducción del consumo de energía en OSSE. La Figura 10 muestra la diferencia proyectada entre la demanda actual y la demanda prevista, la cual representaría una disminución de casi el 50% en ACE.

La Figura 11, por su parte, expone la relación entre la demanda real y consumo medido desde 2008 hasta 2014, la demanda programada con potenciales EE y consumo previsto para 2015, y la curva del costo energético real hasta el año 2015. Así, se busca lograr una disminución del consumo energético sin llegar a manipular la disponibilidad del equipamiento, considerando estrategias para el uso racional de la energía y de educación del usuario, quien requiere de acomodarse a los respectivos cambios en su modo de vida.

En la misma Figura, se estima un incremento de la eficiencia energética de un 42% sobre el consumo promedio anual del edificio, pasando de 171 kWh/m².a, a una demanda energética estimada de 100 kWh/m².a. Con este valor, OSSE se posiciona como referente, alcanzando la demanda objetivo de estándares internacionales (EnOB, 2008).

En relación al precio de la energía, que hoy se ubica en \$0,11/kWh, el costo del consumo de energía anual en 2013 asciende a \$36.364,00 pesos argentinos (ver Figura 12). La inversión en mejoras para EE en el OSSE, para 2014, asciende a un costo de \$20.250,00 (USD 2.382,35). Si se aplicaran todas las estrategias de EE, sería posible reducir el consumo de energía en un 42%, recuperar más de 70% de la inversión en 2015 y el 30% restante en 2016, percibiendo un ahorro, sobre el costo de energía actual, de casi el 30% en 2016 y del 42% en 2017. Este valor supera las expectativas objetivos propuestas por el estado nacional de reducir el uso energético del 10% en edificios

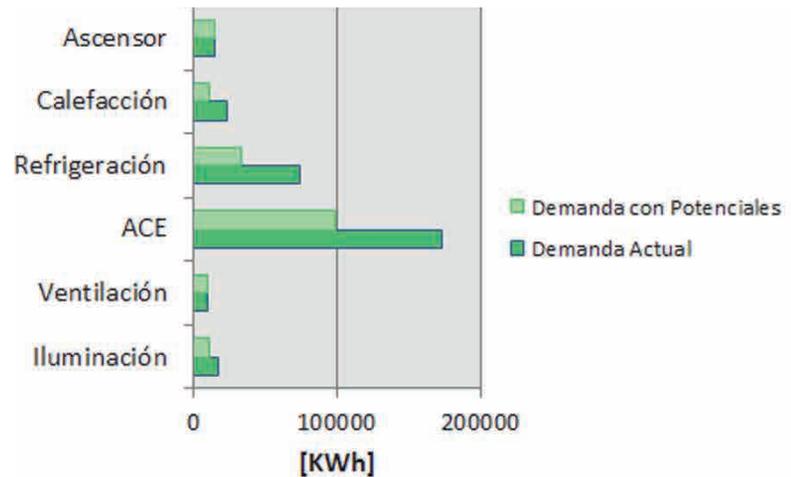


Fig.10 Comparación entre demanda eléctrica actual y demanda con potenciales de eficiencia energética aplicados en espacio de oficinas.



Fig.11 Comparación entre demanda energética, consumo energético con potenciales de EE aplicados y curva de costo económico en consumo energético en OSSE.

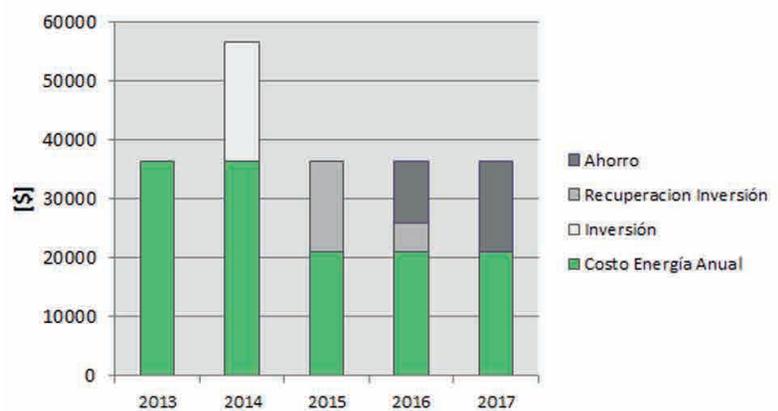


Fig.12 Secuencia progresiva del plan de inversión, recuperación y ahorro de la energía en el corto plazo.

4 CONCLUSIONES

Alcanzar mejoras en la eficiencia energética del edificio en torno al 42%, con recuperación del 70% de la inversión en el primer año, como se pretende alcanzar en OSSE, no tiene precedentes en tareas de eficiencia energética en edificios públicos en la provincia de San Juan. Además, de considerarse estrategias bioclimáticas en la etapa de diseño, es posible asegurar más del 40% de ahorro energético, respecto de edificios convencionales. El mal empleo de la energía por parte de los usuarios requiere de un seguimiento durante la vida útil del edificio. En la provincia de San Juan los edificios públicos se ubican en el cuarto lugar entre los sectores consumidores de energía eléctrica. De aplicar los potenciales previstos en OSSE, en las demás edificaciones del sector oficial, residencial y comercial, se alcanzaría un reajuste a futuro del 21% del consumo total de energía eléctrica en San Juan.

Un incremento de eficiencia en el funcionamiento del edificio disminuye el consumo de recursos y emisiones, y permite destinar fondos para cubrir inversiones en nuevas mejoras de eficiencia, adecuar el uso de recursos energéticos a fin de alcanzar autoabastecimiento energético y, eventualmente, minimizar la compra de energía fuera de la provincia. A ello se suma la futura demanda de energía que se corresponde con el crecimiento poblacional. La planificación de nuevas centrales de generación de energía (hidroeléctrica y solar), permitirán dar respuesta a dichas necesidades locales.

La corrección de errores y la elaboración de un plan de mejoras del funcionamiento del edificio durante su vida útil, debe constituirse en la forma en que se adecúen las edificaciones a las necesidades energéticas actuales. Se observa en OSSE que soluciones menos costosas son más convenientes, ya que conducen a ahorros inmediatos. Soluciones superiores en inversión deben considerarse una vez evaluada su viabilidad económica en el tiempo, con períodos de beneficios y retornos de inversión a corto y mediano plazo.

La incorporación de nuevo equipamiento para cubrir demandas térmico-energéticas en climatización ventilación, así como la actualización de artefactos de consumo eléctrico en oficinas deberá considerar el estado de la técnica en materia de eficiencia energética, a fin de incluir tecnología adecuada al funcionamiento eficiente del edificio.

La eficiencia energética en edificios públicos y la concientización del usuario mediante un manual de uso

del espacio de trabajo, además de conducir a mejoras ambientales y económicas, constituyen los pasos esenciales en el proceso de concientización de una sociedad en formación.

BIBLIOGRAFIA

ALEMANIA. *Erneuerbare Energien Gesetz-EEG*, 29 de marzo de 2000, BGBl.

ALONSO-FRANK, Alción; KUCHEN, Ernesto y TORANZO, Eugenia. Diagnóstico de calidad del aire en espacios de trabajo en el edificio central de la universidad nacional de San Juan, Argentina. *Revista AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (INENCO, Salta, Argentina), 2012, vol. 16, n° 1, pp. 65-72.

Departamento de Información Económica y Social (DIES). *Consumo de Electricidad* [en línea]. [Consultado 26 agosto 2014]. Disponible en <http://dies.chaco.gov.ar>

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). *Wärmeschutz im Hochbau*, DIN 4108. Berlin: Beuth, 1996.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). *Energetische Bewertung von Gebäuden. Berechnung des Nutzen, und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung*, DIN V 18599. Berlin, Beuth, 2007.

DUTT, Gautam S.; TANIDES, Carlos G.; GONZÁLEZ, D. Enrique.; EVANS, John M.; DE SCHILLER, Silvia. e IGLESIAS-FURFANO, Hernán *Escenarios energéticos para la Argentina (2006-2020) con políticas de eficiencia*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, 2006.

Empresa de Servicio de Suministro de la Electricidad en San Juan (EPSE). *Generación de Energía Eléctrica por Recursos* [en línea]. [Consultado 10 febrero 2015]. Disponible en: <http://www.energiasanjuan.com.ar>.

Ente Provincial Provincial Regulador de la Energía (EPRE). *Consumo Energético Anual* [en línea]. [Consultado 15 enero 2014]. Disponible en: <http://www.epresj.gov.ar>.

INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (IRAM). *Acondicionamiento Térmico de Edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. IRAM 11603:1996. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización, ICS 91.120.10., CNA 5640, 1996.

KUCHEN, Ernesto; PLESSER, Stefan y FISCH, M. Norbert. Eficiencia energética y confort en edificios de oficina. El caso alemán. *Revista Hábitat Sustentable*, 2012, vol. 2, n°2, pp. 34-44.

KUCHEN, Ernesto. Ventilación de espacios de trabajo en edificios de oficina y su influencia sobre la eficiencia energética. *Revista Hábitat Sustentable*, 2013, vol. 3, n°2, pp. 55-65.

LUTZ, Wolfgang. *Programa de Ahorro y Eficiencia Energética en el Mercado Eléctrico Argentino. Identificación de las Características, Lineamientos Generales y Opciones para una Propuesta PAyEE*. Argentina: Secretaría de Energía de la Nación y GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit), 2003.

MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. *Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE)*, Argentina. MINCYT, 2012.

PICT-0014. Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica. *Eficiencia Energética y Confort en Espacios de Trabajo*. Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Nación. Agencia Nacional de Promoción Científica. Resolución 304/10, 2009.

PLESSER, Stefan; KUCHEN, Ernesto; FISCH, M. Norbert. *The New House of the Region of Hannover: Using EPBD-strategies to improve energy efficiency in the building lifecycle*. Proceedings of the 5th International Conference on Improving Energy Efficiency in Commercial Buildings: IE ECB Focus 2008. Editorial: Paolo BERTOLDI, Bogdan ATANASIU. Frankfurt am Main, Germany 2008.

2000Watt-Society [en línea]. Zürich: Swiss Federal Institute of Technology. *Programa Ahorro Energético*, 1998. [Consultado 20 de febrero de 2014] Disponible en: <<https://www.stadt-zuerich.ch>>

Energie Optimeirtes Bauen, EnOB. *Programa Construcción Energéticamente Optimizada* [en línea]. [Consultado 5 julio 2014]. Disponible en <http://www.enob.info>

Energie Betriebsoptimierung, EnBop. *Programa Optimización Funcionamiento Energético de Edificios* [en línea]. [Consultado 10 junio 2014]. Disponible en: <http://www.enob.info>.

Publication 74. Thermische Behaaglijkheid. Eisen voor de binnentemperatuur in gebouwen ISSO-74. Rotterdam, Holland. 2004.

SECRETARÍA DE ENERGÍA. *Programa GenRen. ENARSA, Energía Argentina S.A. "Programa Generación Renovable"*. Argentina: Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, 2009.

TORANZO, Eugenia; KUCHEN, Ernesto y ALONSO-FRANK, Alción. Potenciales de eficiencia y confort para un mejor funcionamiento del edificio central de la universidad nacional de San Juan. *Revista AVERMA, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* (INENCO, Salta, Argentina), 2012, vol. 16, n° 1, pp. 157-164.