

Recomendaciones de ahorro y eficiencia energética en clubes y entidades deportivas

Documento elaborado por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la provincia de Santa Fe en el marco del Decreto N°1070/2024.

El presente documento plantea acercar a los clubes y asociaciones civiles una serie de recomendaciones que permitan mejorar el desempeño de sus instalaciones e infraestructuras.

Introducción

Los clubes de barrio son asociaciones civiles sin fines de lucro que cumplen un rol social fundamental como lugares de encuentro, formación y contención, a los cuales asisten personas de cualquier género y edad. Desde el punto de vista energético, por lo general cuentan con equipamiento y tecnologías de mediana o baja eficiencia u obsoletas, no abundan los controles operacionales en los usos de la energía o registro de consumos, e incluso pueden presentar problemas de infraestructura edilicia que resulten en disipaciones de energía/ingresos no deseados de calor.

Frente al actual contexto de aumento de tarifas, es fundamental tener las herramientas necesarias para identificar posibles mejoras y oportunidades de optimizar el consumo energético. En este marco, se pueden considerar 4 áreas principales:

- a) Iluminación y canchas
- b) Climatización, Agua caliente sanitaria (ACS) y piletas
- c) Grupos de presión y bombas
- d) Usos comunes y otros

A lo largo de la presente publicación, se identifican oportunidades de mejoras en estas áreas, considerando las distintas realidades que atraviesan los clubes a lo largo de la provincia. A su vez se comparten herramientas concretas y ejemplos prácticos basados en el proyecto de «Eficiencia Energética en Argentina», en el cual se realizaron veintitrés diagnósticos energéticos en clubes de distintas provincias del país.

Iluminación

Tecnologías disponibles

Actualmente, en Argentina podemos encontrar en el mercado varias tecnologías, de las cuales predominan las LED y fluorescentes, tanto en lámparas/bulbos como en tubos. Por su lado, las halógenas e incandescentes no están permitidas de comercializarse.

A continuación se pueden observar las distintas tecnologías y una tabla de equivalencias entre las mismas (según sus características, ordenadas en función de la cantidad de iluminación -potencia luminosa- que aportan, medida en lúmenes).



Figura 1: Imagen de lámpara LED (izq), bajo consumo (centro) y tubo fluorescente (der).

Tabla 1: Comparación entre tecnologías según iluminación

Potencia luminosa [lm]	Fluorescente	LED
200 lm	7 W	3-4 W
450 lm	9 W	4-6 W
800 lm	14 W	7-9 W
1100 lm	19 W	9-10 W
1600 lm	23 W	10-15 W

Tabla 2: Comparación entre tecnologías según consumo

TIPO	INCANDESCENTE	HALÓGENA	BAJO CONSUMO	LED
EFICIENCIA PROMEDIO [%]	5	60	70	90
CONSUMO EQUIVALENTE ENTRE TECNOLOGÍAS [W]	40	28	8	4
	60	42	12	6
	75	53	15	8
	100	70	20	10
VIDA ÚTIL PROMEDIO [h]	1000	2000	8000	50000

A partir de los resultados obtenidos en los diagnósticos energéticos previamente citados, se determina que, en promedio, el uso de la energía para toda iluminación representa entre el 50 % y 70 % del consumo total de electricidad en los clubes.

Ideas de ahorro

Entonces... ¿Qué oportunidades de mejora se pueden aplicar en la ILUMINACIÓN?

- Realizar un mantenimiento adecuado de las luminarias, lámparas y equipos (es decir, todos los dispositivos tecnológicos intervinientes). Además de preservar y alcanzar su vida útil, la limpieza superficial permite retirar elementos que obstruyen la iluminación, requiriendo, si no se trata, o bien más iluminación, o bien una afectación de la calidad lumínica.
- Apagar las luces en los espacios que no estén siendo utilizadas, por más bajo que sea su consumo.
- Analizar las necesidades de iluminación que tiene cada parte del establecimiento, ya que no todos los espacios tienen los mismos requerimientos, ya sea durante el mismo tiempo o con la misma intensidad. En caso de nuevas áreas de gran superficie, realizar la instalación considerando cálculos previos del diseño de iluminación (lo que se conoce como luminotecnia).
- Analizar factores de instalación como la climatización, calor disipado por las luminarias, equipos auxiliares y aspectos ambientales.
- En la medida en que se quemen las lámparas, programar el reemplazo de estas luminarias por otras de tecnología LED o bajo consumo.

- Considerar incorporar mecanismos de control que nos permitan tener una iluminación regulable y flexible. Para ello, algunos posibles equipos son:
 - Dimmer: Es un sistema de regulación lumínica que se encuentra integrado en un mecanismo, sustituyendo al interruptor convencional que se utiliza normalmente para encendido y apagado de la iluminación. Permite ahorrar energía a la vez que crear ambientes con la iluminación y adecuar los niveles a lo que se necesita en cada momento.

Figura 2: Ejemplos de dimmers



- Sensores de movimiento: son dispositivos capaces de emitir y recibir señales, que les permiten detectar movimiento en un área determinada. Están compuestos por una unidad emisora y receptora, que a su vez están conectados entre sí. Gracias a estos la luz sólo se enciende cuando el aparato detecta movimiento o presencia dentro de su ángulo de alcance, apagándose de forma automática tras un periodo que puede ser configurado por el usuario. Son muy útiles en zonas de paso, dado que permiten ahorrar notablemente en el consumo de la electricidad. Existen de tipo infrarrojo y de luz crepuscular.

Figura 3: Ejemplo de sensor para techo interior



Veamos ahora cómo estimar el ahorro obtenible con el reemplazo de lámparas a través de un ejemplo práctico.

Ejemplo de ahorro por recambio de luminarias

Un club utiliza lámparas halógenas para iluminar distintos espacios. En este caso se busca estimar el ahorro que se puede obtener al reemplazar este tipo de luminaria por LED.

Por ejemplo, consideremos una lámpara halógena de 50 W utilizada en el gimnasio del club, encendida durante 6 horas al día, 300 días al año, es decir, 1800 horas al año. Esto nos brinda un consumo anual de 90 kWh.

Si se reemplaza por una LED de aproximadamente 8 W, considerando igual potencia luminosa y tiempo de uso anual, el consumo disminuye a 14 kWh, por lo que el ahorro obtenido es de 76 kWh.

Figura 4: Ejemplos de lámparas halógena de 50 W (izq) y LED de 8 W (der)



Este cambio se traduce en:

- Ahorro económico en las facturas. Tomando como base un precio de la electricidad en 80 \$/kWh, el ahorro de 76 kWh asciende a más de \$6000 anuales (sin considerar potenciales cambios en la tarifa).
- Si consideramos el impacto positivo en las emisiones de CO₂ equivalente, se corresponde con la absorción anual de tres árboles de edad media.

Estos son los resultados por el reemplazo de una sola lámpara. Si replicamos el caso para un programa de recambio de luminarias, en el que se reemplacen, por ejemplo, treinta lámparas de este tipo, los resultados esperados son:

- Ahorro económico en las facturas. Tomando como base un precio de la electricidad en 80 \$/kWh, el ahorro de 2268 kWh asciende a más de \$180000 anuales (sin considerar potenciales cambios en la tarifa).
- Si consideramos el impacto positivo en las emisiones de CO₂ equivalente, se corresponde con la absorción anual de casi cien árboles de edad media.

Se incentiva a este tipo de acciones no solo por los atractivos resultados, sino también porque, tal como se mencionó previamente, la comercialización de las lámparas incandescentes y halógenas se encuentra prohibida en nuestro país. A su vez, muchos clubes cuentan con iluminación fluorescente o de bajo consumo. A medida que los mismos se vayan quemando, es posible programar el reemplazo por LED en su totalidad. Siguiendo con el ejemplo anterior, consideremos una lámpara de bajo consumo de 15 W, encendida durante 6 horas al día, 300 días al año, es decir, 1800 horas al año (que equivale a un consumo anual de 27 kWh). Si se reemplaza por una LED de aproximadamente 8 W, manteniendo la misma potencia luminosa, el consumo disminuye a 14,4 kWh.

Tal como se puede observar en la primera tabla, las lámparas LED pueden durar aproximadamente el doble de las lámparas bajo consumo y consumen la mitad. A su vez, el etiquetado de eficiencia energética de estos dispositivos es obligatorio.

Cabe destacar que el etiquetado en lámparas fluorescentes es obligatorio. El mínimo de eficiencia para su comercialización es A.

Figura 3: Concepto de etiqueta de eficiencia energética



Ejemplo de ahorro por recambio de reflectores de cancha

Caso basado en una entidad deportiva de una localidad santafesina. Un club utiliza cuatro reflectores del tipo MH para iluminar una cancha de fútbol 5 de 400 W. Se estima, en función del fixture, que están encendidos durante 300 horas anuales, lo que significa un consumo de 480 kWh.

Si se programa el reemplazo de los mismos por cuatro reflectores LED de 150 W con una luminosidad equivalente, la misma cantidad de horas, el consumo anual disminuye a 180 kWh. Es decir, se da un ahorro de 300 kWh al año solo por reemplazar los reflectores utilizados en un espacio del establecimiento. Esto es lo que consume una familia promedio en Argentina en un mes (o incluso, superior).

Figura 4: Ejemplos de reflector MH de 400 W (izq) y LED de 150 W (der)



Siguiendo con el ejemplo anterior, los resultados esperados son:

- Ahorro económico en las facturas. Tomando como base un precio de la electricidad en 80 \$/kWh, el ahorro de 300 kWh asciende a \$24000 anuales (sin considerar potenciales cambios en la tarifa).
- Si consideramos el impacto positivo en las emisiones de CO₂ equivalente, se corresponde con la absorción anual de trece árboles de edad media.

Ventajas y desventajas de luminarias led

Si bien es altamente frecuente reemplazar cualquier tipo de luminaria por tecnología LED, es necesario tener en cuenta algunos puntos que pueden jugar en contra. Como desventaja principal, se menciona el costo de adquisición (el cual se recupera rápidamente cuando uno toma en cuenta la cantidad de horas anuales en que las va a usar). Otra desventaja es la interferencia producida por los armónicos de tensión y corriente dado que son cargas no lineales, que pueden afectar funcionamientos de equipos electrónicos, protecciones y disminuyen el factor de potencia.

Entre las numerosas ventajas se pueden citar:

- **MAYOR VIDA ÚTIL**
Para el ejemplo descrito, se estima que la vida útil de la bombilla de halogenuros metálicos (en los reflectores MH) es de entre 15000 y 20000 horas, pero suele ocurrir que en su vida media pierda el 50 % de sus lúmenes iniciales, lo cual es altamente ineficaz (todavía consume más de 400 W a pesar de que es la mitad de brillante que al inicio). Si se compara con su equivalente LED, la vida útil se estima entre 25000 y 50000 horas, manteniendo la misma potencia luminosa, lo cual lo convierte en una opción más económica a largo plazo, ya que no será necesario reemplazarlo con tanta frecuencia.
- **MAYOR EFICIENCIA ENERGÉTICA**
Para calcular la eficiencia de las lámparas, se habla del concepto de eficacia luminosa, el cual se obtiene tomando el total de lúmenes producidos y dividiéndolo por el total de vatios consumidos. El consumo típico de un bulbo típico de 400 W es alrededor de 455 W, dado que el balasto consume aproximadamente un 15 % más de energía. Entonces, calculando la eficiencia de lúmenes para reflectores HM (haluros metálicos), se tiene que: $35000 \text{ lúmenes} / 455 \text{ W} = 77 \text{ lm/W}$. Si se compara con su versión LED de 150 W, entonces: $13500 \text{ lúmenes} / 150 \text{ W} = 90 \text{ lm/W}$.

- **AHORRO ECONÓMICOS**
La eficiencia se traduce en ahorro económico. Según los diagnósticos realizados, se estima un ahorro potencial promedio de al menos un 30 % del consumo total del establecimiento a partir de un programa de recambio a iluminación LED.
- **MEJOR CALIDAD DE LA LUZ**
La tecnología LED produce luz nítida y brillante dando la máxima potencia con un encendido inmediato, evitando parpadeos.
- **DISMINUCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA**
La luz que emiten los dispositivos LED no se difumina en todas direcciones, gracias a su direccionalidad. Esto hace que su exposición al cielo sea mucho menor.
- **MAYOR RESISTENCIA FÍSICA**
Frente a los cambios térmicos, la humedad, las vibraciones, los golpes accidentales e incluso las oscilaciones en el flujo de electricidad.
- **MENOR CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**
Los dispositivos LED no funcionan con sustancias contaminantes, tal como el mercurio. Esto las convierte en una tecnología más segura y menos contaminante. Tampoco emiten radiación infrarroja o ultravioleta y emiten menos CO₂ como consecuencia de una mayor eficiencia.

Producción de agua caliente sanitaria

El consumo energético referido a la producción agua caliente sanitaria (en adelante, «ACS») representa una importante oportunidad de mejora de desempeño energético de los clubes.

Con el fin de disponer de agua caliente para las duchas y vestuarios, los equipos de ACS pueden usar distintos tipos de fuentes de energía para calentar agua. En el país las opciones más comunes son: gas natural distribuido por red, gas licuado en garrafas o tubos (GLP), electricidad y eventualmente sistemas solares térmicos con algún equipo de apoyo que use uno de los combustibles indicados previamente. Esta diferenciación entre el tipo de combustible es muy importante debido a la tarifa que tenga cada uno de ellos. En líneas generales, los equipos de calentamiento de agua más usados son los siguientes:

- Calefones a gas: son sistemas de calentamiento de agua instantáneos, es decir, sin acumulación de agua caliente. Hay distintas versiones según el tipo de combustible empleado.

Figura 5: Ejemplo de calefón a gas comercializado



- Termotanque a gas y eléctricos: el concepto de «termotanque» refiere a la acumulación de agua caliente en un depósito con aislamiento. Según la fuente de energía cambia su diseño y valor. La selección depende fundamentalmente de la cantidad de agua a acumular, derivado de la forma de uso del agua.

Figura 6: Ejemplos de termotanque a gas (izq) y eléctrico (der)



Los termotanques a gas tienen un sistema de etiquetado en eficiencia obligatorio norma NAG 313 de ENARGAS. Por su parte los termotanques eléctricos, disponen de un sistema de etiquetado diferente, regido por la Norma IRAM 62410 (2012). Según la Disposición N°172/2016 de la Dirección Nacional de Comercio Interior, desde 2016 es de carácter obligatorio.

- Calentadores a gas (natural o licuado): a veces llamadas «calderas» (técnicamente no lo son porque no producen vapor), son unidades de calentamiento de agua instantáneo de mayor potencia que los calefones, para proveer ACS con el fin de emplearla en calefacción de ambientes, ya sea por radiadores o piso radiante.

Figura 7: Ejemplo de «caldera» a gas natural



- Calefón eléctrico con ducha: son equipos que cuentan con un pequeño reservorio de agua caliente, de 20 a 35 litros, que se calienta por medio de una resistencia eléctrica para una ducha corta. Estos equipos son de bajo costo y brindan solo un servicio para ducha, que requiere de una preparación previa a su uso de al menos 15 a 25 minutos. No hay normas de seguridad o de eficiencia vigentes para ellos.

Figura 8: Ejemplo de calefón eléctrico con ducha



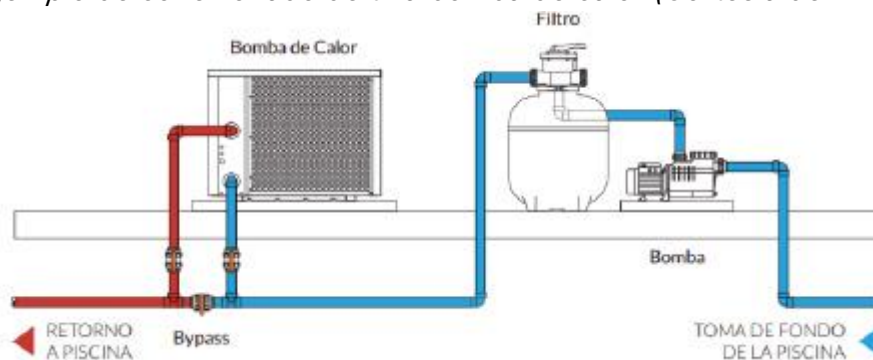
Si bien los equipos convencionales de ACS alimentados con combustibles fósiles dominan el mercado local, se pueden mencionar las siguientes tecnologías que permiten reducir el consumo energético:

- Bombas de calor: son equipos que funcionan de modo semejante a un aire acondicionado en modo frío, sólo que, en lugar de retirar calor del aire de una habitación y transferirlo a la atmósfera, realizan el proceso inverso. En este caso la fuente de energía es eléctrica, sin disponer de una llama y gases producto de combustión, lo que lo vuelve más seguro en este aspecto. En función de esto, puede emplearse para calentar agua, ya sea para vestuarios o piscinas (se requieren equipos de mayor potencia).

Figura 9: Ejemplo de bomba de calor



Figura 10: Ejemplo de conexionado de una bomba de calor (Cortesía de YPF Solar)



- Sistemas solares térmicos híbridos: son sistemas solares térmicos complementados con sistemas de energía convencional. Dado que la radiación solar es intermitente y ocurre durante las 6-8 AM hasta las 17-20 h, los sistemas solares generalmente requieren de equipos complementarios que usen energía convencional para calentar el agua. Esta secuencia puede realizarse mediante el calentamiento de agua a través de un sistema solar térmico y su acumulación previo al ingreso al termotanque de fuente convencional: en caso de que la temperatura alcanzada con la radiación sea insuficiente según la temperatura programada, se activa el sistema secundario. De esta manera, la configuración puede hacerse de manera independiente entre los sistemas, con un punto en común que es el sistema de acumulación.

Figura 11: Esquema de sistema solar térmico híbrido de circulación natural (adaptado de Duffie y Beckman, 2020)

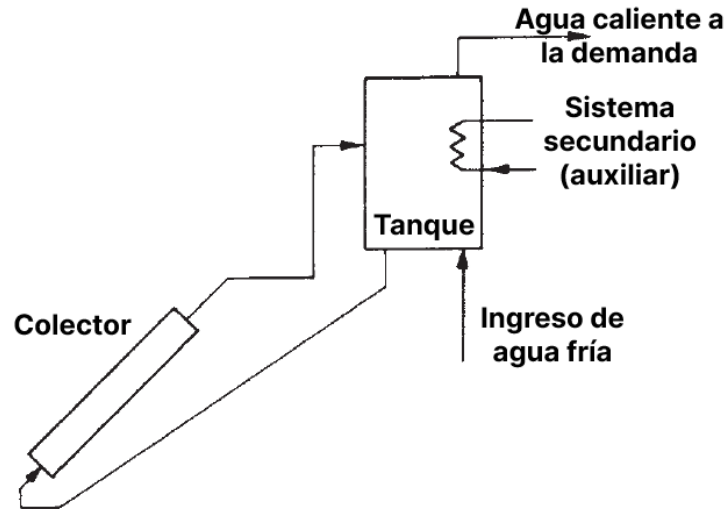


Figura 11: Ejemplo de instalación de sistema solar térmico híbrido con bomba de calor como sistema secundario (adaptado de Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina, 2021)



Ideas de ahorro

A continuación, listamos algunas ideas de oportunidades de mejora que pueden aplicarse en este uso de la energía:

- **MANTENIMIENTO**

Realizar un adecuado mantenimiento de las instalaciones. Esto puede suponer mejoras de entre el 10 y 15 %.

- **ESTADO DE LOS AISLAMIENTOS**
Revisar el estado de los aislamientos de todas las tuberías por donde sea conducida el agua caliente, o bien fluidos que estén a una temperatura muy distinta a la del ambiente (como el refrigerante en una bomba de calor) puede suponer ahorros de hasta el 15 %.
- **ELIMINACIÓN DE CONSUMOS PASIVOS**
Los equipos convencionales de ACS en Argentina tienen consumos pasivos (pilotos y/o consumos de mantenimiento del agua caliente). Para que minimicen su consumo de energía (y por lo tanto sus emisiones de gases de efecto invernadero), tanto en su versión convencional como en sistemas híbridos, es fundamental que disminuyan o eliminen los consumos pasivos.
- **ETIQUETA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**
La actual regulación vigente en Argentina exige a los equipos convencionales de ACS, tanto a gas como eléctricos, el cumplimiento de normas de seguridad, buen funcionamiento y eficiencia. Por lo tanto, el etiquetado de eficiencia energética es un indicador útil y simple para realizar una elección racional a la hora de adquirir un nuevo equipo o bien si se está considerando reemplazar otro.
- **USO RACIONAL DEL AGUA**
Incorporar economizadores de agua en artefactos sanitarios (como aireadores en canillas y duchas, válvulas temporizadas en lavatorios y mingitorios, válvula de doble descarga en inodoros -los que se conocen como «duales»-). Se estima que es posible ahorrar un 30 % en el consumo de agua, lo cual también repercute en el consumo de energía para el bombeo (distribución) de agua.
- **EMPLEO DE SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS**
La incorporación de termotanques solares para calentar el agua de las duchas puede suponer ahorros de aproximadamente el 40 % respecto del consumo de la fuente de energía convencional.

Climatización de ambientes y piscinas

Los denominados consumos de acondicionamiento térmico de interiores -comúnmente llamado «climatización»- pueden llegar a representar un uso significativo del consumo final de este tipo de establecimientos. Estos consumos no solamente dependen de los equipos empleados, sino también del tamaño del establecimiento, del lugar geográfico donde se encuentra, el tipo de envolvente (paredes, techos, ventanas, puertas), del diseño de la edificación, su orientación, su entorno o ubicación (que son partes estructurales de la misma), y finalmente de los equipos de calefacción y refrigeración.

A su vez, se destaca en esta sección el consumo energético relacionado a la calefacción del agua de la pileta, dado que muchos clubes santafesinos cuentan con sistemas de climatización para poder brindar el confort necesario a los socios que practiquen natación. Según los resultados obtenidos en los diagnósticos, este sistema constituye el equipamiento de mayor consumo para los distintos establecimientos. Por lo general, los equipos más utilizados son calderas o bombas de calor, dependiendo si el club cuenta o no con acceso a gas natural respectivamente.

Las bombas de calor (mencionadas en el capítulo anterior) son equipos muy interesantes desde el punto de vista energético, pues tienen la capacidad de utilizar el aire como intercambiador de energía, es decir, toman la energía contenida en el aire exterior mediante su circuito de refrigerante, y la transfieren al agua circulante del sistema de bombeo y filtrado de la piscina (los equipos de aire acondicionado en modo calor son también bombas de calor). En comparación con cualquier otro equipo, las bombas de calor son los equipos más eficientes: por cada unidad de energía consumida, logran entregar entre tres y seis (según la eficiencia del equipo).

Ideas de ahorro

En este marco, existen numerosas acciones a llevar a cabo a través de medidas de uso racional y eficiente de la energía aplicadas al área de climatización, tanto de nulo y bajo costo como así también medidas de alto impacto y costos intermedios.

- REGULACIÓN DE TEMPERATURA

Regular adecuadamente los termostatos de los sistemas de calefacción y enfriamiento y reducir inteligentemente los tiempos de encendido. De este punto surge una primera regla simple, pero útil:

- Calefaccionar a no más de 20°C los interiores.
- Enfriar a no menos de 25°C los interiores.

Un cambio de 1°C de los termostatos en invierno y verano tiene un efecto muy significativo en el consumo de energía. Por caso, elevar 2°C la temperatura del termostato en invierno representa un 30 % más de consumo de energía, y de igual manera en verano. Así, una disminución del consumo implica una consecuente reducción de su costo. En caso de que las temperaturas sugeridas anteriormente no sean capaces de proveer confort, deberían revisarse otras medidas como:

- emplear cortinas para reducir la radiación en verano;
- instalar de DVH (doble vidriado hermético) para disminuir la transferencia entre el interior climatizado y el ambiente;
- mantener puertas y ventanas cerradas, lo que puede reforzarse con sistemas de cierre automático o bien sensores.

- REDUCCIÓN DE DISIPACIONES

Se estima que hasta el 55 % de las disipaciones de calor de las piletas se produce por evaporación a través de la superficie de agua, por lo que, colocando un cobertor durante las horas de no uso de la piletta, se puede lograr una notoria reducción del consumo. Es esperable un ahorro de al menos el 10 % de la energía que consumen los equipos.

- ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE FUNCIONAMIENTO

Además de colocar el cobertor, es fundamental realizar un análisis minucioso de los días, horarios y ocupación de las piletas a fin de evaluar la conveniencia o no de habilitarlas al uso en todos los días y horarios informados.

- COLECTORES EPDM

Son productos especialmente desarrollados para climatizar piscinas a través del uso de energía solar. Resultan una opción interesante en el caso de contar con bombas de calor dado que presentan una buena relación costo/beneficio. A su vez, por su flexibilidad se pueden instalar sobre cualquier tipo de techo y pueden ser combinados con sistemas tradicionales de calentamiento de piscinas. Por lo general se utiliza la bomba de filtrado de la piletta y en la mayoría de los casos no hace falta el agregado de otra adicional.

Figura 12: Ejemplo de colector solar de membrana EPDM



Figura 12: Esquema de instalación de colectores tipo EPDM (Cortesía de YPF Solar)

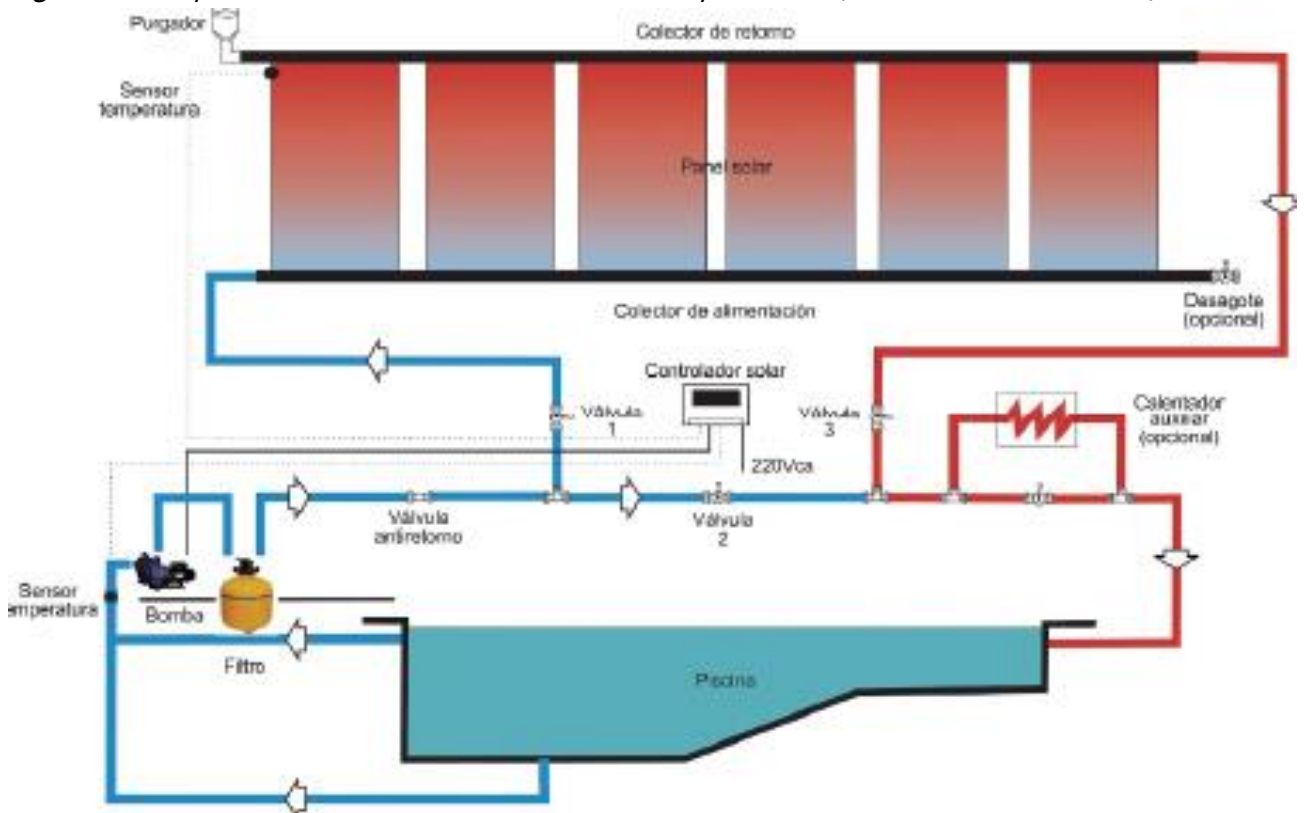


Figura 13: Colectores EPDM instalados sobre el techo de una vivienda



Ejemplo práctico: empleo de cobertura térmica para una piscina

Para estimar el ahorro que implica la incorporación de una cobertura sobre una piscina, se debe comenzar tomando las medidas de la misma (dado que el agua llenará prácticamente todo ese volumen). En este caso, se considera una pileta semiolímpica promedio de dimensiones: largo de 25 m; ancho de 12.5 m; profundidad de 1 m a 1.6 m.

Así, la superficie de agua resulta de $25 \text{ m} \cdot 12.5 \text{ m} = 312.5 \text{ m}^2$, mientras que el volumen, cual trapecio, alcanza los 406.25 m^3 . Como no se llena hasta el ras, se aproxima en 400 m^3 el volumen de agua que será calefaccionado.

La expresión de cálculo que emplearemos es la siguiente, que corresponde a la energía necesaria de entregarle, durante cierto tiempo, a una masa de agua para que eleve su temperatura, desde la trae de la red hasta la deseada.

$$\frac{Q}{dt} = m_{\text{agua}} \cdot c_{\text{agua}} \cdot (T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}})$$

Para este cálculo consideraremos que:

- Q/dt es la potencia térmica a entregarle a la sustancia, en este caso agua, para aumentar la temperatura de una cantidad en kg de m_{agua} entre T_{inicial} y T_{final} ;

- la masa de agua será la correspondiente al volumen: en este caso, 400 m³ tienen una masa 400000 kg (400 t)
- C_{agua} es una constante, la cual vale 1 kcal/kg.°C. Técnicamente es el calor específico y representa el cuánta energía debe entregársele a 1 kg de agua para que cambie en 1°C su temperatura;
- la temperatura del agua de red será de 15°C ($T_{\text{inicial}} = 15^{\circ}\text{C}$);
- la temperatura deseada del agua calentada sería de 25°C ($T_{\text{final}} = 25^{\circ}\text{C}$);
- todo este proceso debería ocurrir en doce horas ($dt = 12 \text{ h}$).

Este cálculo nos arroja un resultado de 333333 kcal/h, o bien 387.67 kW. A este valor debe afectarse por un factor que dé cuenta de las disipaciones al terreno, la falta de una cobertura térmica y toda otra fuente de disipaciones una vez que se haya alcanzado la temperatura deseada. Estimaciones indican que este factor debe ser del 50 %, por lo que la potencia térmica debería ser de 581.5 kW (500000 kcal/h). Este valor puede ser el resultado de la suma de potencias más pequeñas según los equipos de los que se disponga, no requiriendo contar necesariamente con uno solo que se dedique a calentar a toda la masa de agua.

Si tomamos la temporada entre mayo y octubre con un uso diario, el cálculo de horas anuales durante el cual los calentadores funcionan asciende a:

$$6 \text{ meses/año} * 30 \text{ días hábiles/mes} * 12 \text{ h} = 2160 \text{ h/año}$$

Por tanto, la potencia térmica de 500000 kcal/h sería entregada durante 2160 horas anuales. La energía entregada total resulta de multiplicar los dos valores anteriores:

$$500000 \text{ kcal/h} * 2160 \text{ h/año} = 1080000000 \text{ kcal/año}$$

Empleando gas natural (con un poder calorífico de 8300 kcal/m³), necesitaríamos:

$$1080000000 \text{ kcal/año} / 8300 \text{ kcal/m}^3 = 130121 \text{ m}^3/\text{año}$$

Evaluaremos a continuación el impacto de la cobertura térmica. A partir de varias ofertas, el valor a julio de 2024 para una lona resistente es de \$30000/m². Multiplicando este valor por la superficie del agua y sumando un 15 % para una adecuada sujeción, se tiene que el costo total es de:

$$9000 \text{ \$/m}^2 * 312.5 \text{ m}^2 * 1.15 = \$ 3234375$$

La estimación de ahorro de la cobertura es de 10 % sobre el total (la cobertura permitiría evitar que el agua se enfríe durante la noche). Así, el ahorro es de:

$$130121 \text{ m}^3/\text{año} * 0.1 = 13012 \text{ m}^3/\text{año}$$

Considerando a la misma fecha un precio de 100 \$/m³ de gas natural, con la implementación de la cobertura se obtendría un ahorro anual de \$ 1301205, por lo cual, la inversión se recuperará en:

$$\text{Período de recupero de la inversión [años]} = \frac{\text{Inversión [\$]}}{\text{Ahorro} \left[\frac{\$}{\text{años}} \right]}$$

$$\text{Período de recupero} = \$ 3234347 / (13012 \text{ m}^3/\text{año} * 100 \text{ \$/m}^3) = 2.5 \text{ años}$$

Cabe aclarar que para este ejemplo no se consideran los posibles aumentos en las tarifas. A su vez, existen distintos tipos de cobertores. El precio dependerá del tipo de filtro, el material, el espesor, el sistema de colocación y la mano de obra.

Si se emplease otro combustible, como gas licuado, debería cambiarse el poder calorífico, así como el valor de tarifa. Por ejemplo, si para el caso presentado usamos gas licuado, necesitaríamos:

$$1080000000 \text{ kcal/año} / 11100 \text{ kcal/kg} = 97298 \text{ kg/año}$$

Según el valor del gas licuado y repitiendo el procedimiento, se podría determinar cuál sería el plazo de recuperación de la inversión.

Sistemas de bombeo

Según los diagnósticos realizados, los sistemas de bombeos corresponden a uno de los mayores consumos eléctricos de los clubes. En estos establecimientos se pueden encontrar bombas sumergibles, centrífugas, autoaspirantes, impulsoras, entre otras.

Ideas de ahorro

- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO**
Un correcto programa de mantenimiento implica el reemplazo periódico de piezas como sellos y juntas, realizar la verificación periódica del correcto funcionamiento de todas las partes móviles y mantener limpios todos los componentes, de manera de garantizar que la bomba funcione en su máxima capacidad.
- **CORRECTA LUBRICACIÓN**
Correcta lubricación: Todas y cada una de las partes móviles de una bomba requieren una lubricación adecuada para funcionar de manera eficiente. Este factor es esencial para reducir la fricción entre las piezas, minimizar el desgaste y, finalmente, prolongar la vida útil del equipo.
- **EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS**
Eficiencia de los motores eléctricos: En caso de que sea necesario realizar un reemplazo, evaluar la adquisición de bombas con motores más eficientes. La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC N° 60034, replicada en Argentina como la Norma IRAM N° 62405, en la que se definen cinco clases de eficiencia; de IE0 a IE5 (eficiencia super premium).

Ejemplo práctico: recambio de motor antiguo por uno nuevo y eficiente

Por ejemplo, un club debe reemplazar una bomba impulsora 3 HP trifásica, cuyo motor de 4 polos tiene una eficiencia de IE1. Si se programa el reemplazo por un motor equivalente pero con una categoría de eficiencia mayor (IE4), es posible determinar el ahorro económico de la siguiente manera:

- ✓ Motor antiguo de 3 HP (2.24 kW) (Motor 1)
Eficiencia al 100 % de carga = 85 %
- ✓ Motor nuevo más eficiente de 3 HP (2.24 kW) (Motor 2)
Eficiencia al 100 % de carga = 90.2 %

A partir de la diferencia entre los consumos de los dos motores se calcula el ahorro económico por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Ahorro } [\$/\text{año}] = (P_{C1} - P_{C2}) [kW] * N [h/\text{año}] * C [$/kWh]$$

donde:

- $PC = P [kW]/\text{eficiencia}$
- $PC_1 = \text{Potencia consumida del motor 1 (motor antiguo)} = 2.24 \text{ kW}$
- $PC_2 = \text{Potencia consumida del motor 2 (motor nuevo eficiente)} = 2.24 \text{ kW}$
- $N [h/\text{año}] = \text{número de horas trabajadas en el año. Se considera } 640 \text{ h/año, incluyendo el abastecimiento a las piscinas}$
- $C [$/kWh] = \text{costo del kWh. Se adopta un costo final de } 80 \text{ } \$/kWh$

Se obtiene un ahorro de aproximadamente \$7800 al año por el recambio de una sola bomba con este escenario. Si se consideran diez bombas trabajando en paralelo se obtendría un ahorro anual de \$78000 por el recambio de las mismas.

Es probable que el valor no sea muy tentador. Sin embargo, no se ha considerado un aumento de la tarifa en el cálculo sencillo. Además, cuando se considera toda la vida útil del equipo, más del 90 % del costo acumulado durante dicho lapso corresponde al consumo de energía, mientras que el costo de compra no supera el 5 %.

Usos comunes y otras oportunidades

Ideas de ahorro

- PROGRAMA DE CONCIENTIZACIÓN EN USO RACIONAL DE LA ENERGÍA Y DEL AGUA
Implementar un «Programa de Concientización de uso racional de la energía y del agua», o semejante, por parte de socios y profesores. Se estima desde un 2% a 5 % de ahorro sobre el consumo total a partir del cambios de hábitos por los usuarios.
- DESCONEXIÓN DE EQUIPOS QUE NO SE USAN
Realizar acciones simples como desconectar el dispenser en horarios donde la institución se encuentra cerrada, extender cuando sea posible el no uso de iluminación, entre otras, pueden implicar una reducción de los consumos de energía entre un 1 a 3 %.
- SEGUIMIENTO DEL FACTOR DE POTENCIA
Realizar un seguimiento de las facturas del servicio eléctrico. En el caso de contratar potencia (mayor a 50 kW), se debe tener en cuenta que los contratos de suministro de energía multan la energía reactiva recogida si el factor de potencia (FdP, generalmente también llamado $\cos \varphi$, aunque técnicamente puede diferir) está entre 0.7 y 0.95, mientras que se bonifica si es mayor a 0.95. Para $\cos \varphi < 0.7$, las distribuidoras de electricidad pueden obligar a sus usuarios a realizar la corrección. La EPESF se guía con la siguiente información:

Figura 14: Bonificaciones y penalidades según factor de potencia

BONIFICACIÓN									
COS FI	FI	TAN FI	DIF.	Rec. %	COS FI	FI	TAN FI	DIF.	Rec. %
1	0,0000	0,0000	-0,329	-33	0,8	0,6435	0,7500	0,421	42
0,99	0,1415	0,1425	-0,186	-19	0,79	0,6600	0,7761	0,447	45
0,98	0,2003	0,2031	-0,126	-13	0,78	0,6761	0,8023	0,474	47
0,97	0,2456	0,2506	-0,078	-8	0,77	0,6920	0,8286	0,500	50
0,96	0,2838	0,2917	-0,037	-4	0,76	0,7075	0,8552	0,526	53
0,95	0,3176	0,3287	0,000	0	0,75	0,7227	0,8819	0,553	55
0,94	0,3482	0,3630	0,034	3	0,74	0,7377	0,9089	0,580	58
0,93	0,3764	0,3952	0,067	7	0,73	0,7525	0,9362	0,608	61
0,92	0,4027	0,4260	0,097	10	0,72	0,7670	0,9639	0,635	64
0,91	0,4275	0,4556	0,127	13	0,71	0,7813	0,9918	0,663	66
0,9	0,4510	0,4843	0,156	16	0,7	0,7954	1,0202	0,692	69
0,89	0,4735	0,5123	0,184	18	0,69	0,8093	1,0490	0,720	72
0,88	0,4949	0,5397	0,211	21	0,68	0,8230	1,0783	0,750	75
0,87	0,5156	0,5667	0,238	24	0,67	0,8366	1,1080	0,779	78
0,86	0,5355	0,5934	0,265	26	0,66	0,8500	1,1383	0,810	81
0,85	0,5548	0,6197	0,291	29	0,65	0,8632	1,1691	0,840	84
0,84	0,5735	0,6459	0,317	32	0,64	0,8763	1,2006	0,872	87
0,83	0,5917	0,6720	0,343	34	0,63	0,8892	1,2327	0,904	90
0,82	0,6094	0,6980	0,369	37	0,62	0,9021	1,2655	0,937	94
0,81	0,6266	0,7240	0,395	40	0,61	0,9147	1,2990	0,970	97
0,8	0,6435	0,7500	0,421	42	0,6	0,9273	1,3333	1,005	100

MULTAS				
--------	--	--	--	--

Corregir el FdP trae numerosas ventajas, tales como: uso optimizado de las máquinas eléctricas; uso optimizado de las líneas eléctricas; reducción de las pérdidas; reducción de la caída de tensión. Se puede corregir mediante la instalación de un banco de capacitores.

Ejemplo: ahorro por corrección del factor de potencia

Caso N°1. Consideremos un club con una elevada demanda de energía eléctrica (tarifa 2 B1 - demandas en baja tensión menores a 300 kW), cuya última factura indica un cos $\varphi = 0.9$. Tal como se puede observar en la tabla anterior, esto implica un recargo del 16 % sobre el importe total de energía activa.

Tomando valores actualizados a julio de 2024, un consumo mensual de energía activa de 17000 kWh y un total de energía reactiva de 8233 kWh, nos encontraríamos con el siguiente detalle en la factura:

Detalle de Facturación			Importe
Se facturan 17000 kWh de consumo mensual			
Cuota de servicio	33068,76 \$/Mes		\$33.068,76
Cargo Cap. Suministro horario pico	10899,23 \$/kW		\$501.364,49
Cargo Cap. Suministro horario fuera de pico	4859,96 \$/kW		\$252.717,97
Cargo Cap. potencia adquirida	3209,51 \$/kW		\$109.123,44
Tarifa eléctrica horario pico	56,7 \$/kWh		\$215.473,60
Tarifa eléctrica horario resto	54,79 \$/kWh		\$515.072,34
Tarifa eléctrica horario valle	53,7 \$/kWh		\$204.058,29
Recargo factor potencia	16,00%		\$149.536,68
Importe Básico			\$1.980.415,57

Caso N° 2. Si mediante la instalación de un banco de capacitores se logra llevar el actual $\cos \phi$ a 0.95 (energía reactiva = 5588 kWh), entonces se anularía el recargo.

Detalle de Facturación			Importe
Se facturan 17000 kWh de consumo mensual			
Cuota de servicio	33068,76 \$/Mes		\$33.068,76
Cargo Cap. Suministro horario pico	10899,23 \$/kW		\$501.364,49
Cargo Cap. Suministro horario fuera de pico	4859,96 \$/kW		\$252.717,97
Cargo Cap. potencia adquirida	3209,51 \$/kW		\$109.123,44
Tarifa eléctrica horario pico	56,7 \$/kWh		\$215.473,60
Tarifa eléctrica horario resto	54,79 \$/kWh		\$515.072,34
Tarifa eléctrica horario valle	53,7 \$/kWh		\$204.058,29
Recargo factor potencia	0,00%		-
Importe Básico			\$1.830.878,89

Caso N° 3. Ahora bien, si se logra elevar el $\cos \phi$ a 0.97 (energía reactiva = 3495 kWh), entonces se obtendría una bonificación de 8 % sobre el importe total de energía activa, tal como se puede observar a continuación.

Detalle de Facturación			Importe
Se facturan 17000 kWh de consumo mensual			
Cuota de servicio:	33068,76 \$/Mes		\$33.068,76
Cargo Cap. Suministro horario pico	10899,23 \$/kW		\$501.364,49
Cargo Cap. Suministro horario fuera de pico	4859,96 \$/kW		\$252.717,97
Cargo Cap. potencia adquirida	3209,51 \$/kW		\$109.123,44
Tarifa eléctrica horario pico	56,7 \$/kWh		\$215.473,60
Tarifa eléctrica horario resto	54,79 \$/kWh		\$515.072,34
Tarifa eléctrica horario valle	53,7 \$/kWh		\$204.058,29
Recargo factor potencia	-8,00%		-\$74.768,34
Importe Básico			\$1.756.110,55

RETORNO DE LA INVERSIÓN.

El precio aproximado de los capacitores ronda los \$20000/kVAr (contemplando un promedio para julio de 2024). Comparando los casos N°1 y N°2, vemos que en el primero se incurre en una multa mensual del 16 % (\$149536). Considerando que las instalaciones del club funcionan 360 h al año, se obtiene:

$$8233 \text{ kVArh} - 5588 \text{ kVArh} = 2645 \text{ kVArh}$$

La capacidad de compensación necesaria será de:

$$2645 \text{ kVArh} / 360 \text{ h} = 7.35 \text{ kVAr}$$

Considerando el valor de compensación promedio de \$ 20000/kVAr, el costo total del banco de compensación sería de:

$$7.35 \text{ kVAr} * \$20000/\text{kVAr} = \$ 147000$$

Para determinar el retorno de la inversión empleamos la expresión usada en el ejemplo de la cobertura para piscinas (cambiando la unidad de tiempo). Así, resulta en:

$$\text{Período de recupero de la inversión: } \$ 147000 / \$ 149536/\text{mes} = 0.98 \text{ meses}$$

Es decir, la inversión se recuperará en un mes, a partir del cual se *evitaría pagar* la multa en las siguientes facturas.

Si comparamos los casos N°1 y N°3, el caso N°1 incurre en una multa mensual de 16 % (\$ 149536), pero el caso N°3 presenta además una bonificación de 8 % (\$ 149536 + \$ 74768 = \$ 224304). Considerando las mismas condiciones, se obtiene:

$$8233 \text{ kVArh} - 3495 \text{ kVArh} = 4738 \text{ kVArh}$$

La capacidad de compensación necesaria será de:

$$4738 \text{ kVArh} / 360 \text{ h} = 13.16 \text{ kVAr}$$

Considerando el valor de compensación promedio de \$ 20000/kVAr, el costo total del banco de compensación sería de:

$$13.16 \text{ kVAr} * \$20000/\text{kVAr} = \$ 263220$$

Siguiendo la lógica de la comparación entre los casos N°1 y N°2, se obtiene:

$$\text{Retorno de la Inversión: } \$ 263220 / \$224304/\text{mes} = 1.17 \text{ meses}$$

Es decir, la inversión se recuperará en menos de dos meses, y luego *se contaría con un beneficio* en las siguientes facturas.

Es fundamental que los usuarios tengan esta información y, en caso de sea necesario corregir el FdP, puedan determinar los importes que conlleve ese incremento y evaluar, frente al coste de la instalación de corrección, el ahorro en relación con el coste de las sanciones.

Para más recomendaciones y posibilidad de armar tu propio Reporte Energético del establecimiento, te contamos que ya está disponible la Calculadora de Ahorro y Eficiencia Energética «Sumá Eficiencia». ¡Ingresá [aquí!](#)

Referencias y bibliografía

- «*Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina*», 2018-2021
<https://eficienciaenergetica.net.ar/>
- «*Documento metodológico del Balance Energético Nacional*», ex *Secretaría de Planeamiento Energético Estratégico*, Ministerio de Energía y Minería de la Nación, 2015
https://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/informacion_del_mercado/publicaciones/energia_en_gral/balances_2016/documento-metodologico-balance-energetico-nacional-final-2015.pdf
- «*Guía de Eficiencia Energética para Motores Eléctricos*», ex *Subsecretaría de Ahorro y Eficiencia Energética de la Nación*, ex *Ministerio de Energía y Minería de la Nación*, 2017
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_de_eficiencia_energetica_para_motores_electricos.pdf
- *Solar Engineering of Thermal Processes, Photovoltaics and Wind*, Duffie, J., Beckman, W., Blair, N., editorial John Wiley & Sons Inc., 5ta edición, 2020
- *YPF Solar, Climatización*
<https://ypfsolar.com/soluciones/climatizacion/>
- *Curso de Formación y Actualización de «Gestores Energéticos para la Industria»*, Secretaría de Energía, Ministerio de Desarrollo Productivo de Santa Fe, 2024
<https://linktr.ee/EficienciaSF>
- *Introducción a la Energía Solar Térmica*, ex *Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética*, ex *Secretaría de Gobierno de Energía de la Nación*, 2019
https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_introduccion_a_la_energia_solar_termica_final.pdf
- Los precios de referencia y características de equipos y dispositivos han sido extraídos de publicaciones en:
<https://www.findernet.com/es/argentina/>
<https://www.ledvance.lat/consumidor>
<https://enertik.com/ar/>
<https://www.mercadolibre.com.ar/>
https://www.ing-electrica.com.ar/productos.php#portada_productos
<https://www.ingenieriaboggio.com.ar/shop>

Agradecemos al Dr. Ignacio Ibáñez de la Fundación Bariloche y miembro de la coordinación del consorcio implementador del «Proyecto de Eficiencia Energética en Argentina» financiado por la Unión Europea por acercarnos los diagnósticos energéticos realizados en clubes de la provincia de Santa Fe.