[F] NOMBRE RIVERA STAFF JORGE OSCAR - ID 4-700-865
2021.05.11 15:10:57
Firmante:
CN=[F] NOMBRE RIVERA STAFF JORGE OSCAR - ID 4-700-865
C=PA
O=FIRMA ELECTRONICA
2.5.4.11=FUNCIONARIO
Clave primaria:
RSA/2048 bits

RESOLUCIÓN N.° MIPRE-2021-0017117
De 11 de mayo de 2021

Que adopta las Guías de Eficiencia Energética para el sector público de la República de Panamá

EL SECRETARIO DE ENERGÍA
en uso de sus facultades legales,

CONSIDERANDO:

Que el artículo 1 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011, reorganizó la Secretaría Nacional de Energía como una entidad del Órgano Ejecutivo, adscrita al Ministerio de la Presidencia, cuya misión es formular, proponer e impulsar la política nacional de energía con la finalidad de garantizar la seguridad del suministro, el uso racional y eficiente de los recursos y la energía de manera sostenible, según el plan de desarrollo nacional y dentro de los parámetros económicos, competitivos, de calidad y ambientales;

Que el artículo 3 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011, establece que la conducción del sector energía le corresponde a la Secretaría Nacional de Energía;

Que el artículo 7 de la Ley 43 de 25 de abril de 2011 establece que, dentro de las funciones de la Secretaría Nacional de Energía relativas a la elaboración de un marco orientador y normativo y a labores de promoción del sector energía, la Secretaría Nacional de Energía podrá crear y proponer guías, reglas o regulaciones tendientes a promover el desarrollo, producción, generación, comercialización y consumo de recursos energéticos de manera confiable, sostenible y económica;

Que la Ley 69 de 12 de octubre de 2012, establece los lineamientos generales de la política nacional para el uso racional y eficiente de la energía en el territorio nacional;

Que el artículo 2 de la Ley 69 de 12 de octubre de 2012 establece que, las disposiciones de la misma son de orden público y de aplicación en toda la República de Panamá. La ejecución de estas disposiciones corresponde al Órgano Ejecutivo por conducto del Ministerio de la Presidencia, a través de la Secretaría Nacional de Energía;

Que el artículo 5 de la Ley 69 de 12 de octubre de 2012, dispone que el Órgano Ejecutivo, por conducto del Ministerio de la Presidencia, a través de la Secretaría Nacional de Energía, establecerá la política nacional y uso racional y eficiente de la energía, optimizando el uso de recursos y energía, maximizando la eficiencia energética de manera sostenible, atendiendo los lineamientos que se establecen en esta Ley;

Que el artículo 8 de la Ley 69 de 12 de octubre de 2012 establece que cada institución pública constituirá un Comité de Energía, que será coordinado por un Administrador Energético y que la Secretaría Nacional de Energía diseñará las funciones de estos comités y supervisará y llevará el control de sus responsabilidades. Estas funciones, atribuciones o responsabilidades pueden ser de carácter técnico y administrativo;

Que el artículo 8 de la Ley 69 de 12 de octubre de 2012 señala además que, cada Comité de Energía elaborará, dentro de un plazo no mayor de un año, un Plan de Gestión de la Eficiencia Energética con una cobertura mínima de cinco años para establecer procesos, actividades, proyectos y sistemas de inspección que mejoren continuamente el desempeño energético dentro de su institución, y deberá generar indicadores de desempeño energético para su institución según la metodología que establezca el Comité Gestor de los Índices para la Eficiencia Energética;

Que el Decreto Ejecutivo N.°398 de 19 junio de 2013, que reglamenta la Ley 69 de 12 de

Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=qyiK%2BJ%2FKDdb11ctHXY4zCsqYbF1NcLe3b7zL9surHvY%3D

octubre de 2012, en su artículo 6 señala el contenido mínimo del Plan de Gestión de la Eficiencia Energética el cual deberá diseñarse con una cobertura de cinco (5) años y revisarse anualmente;

Que esta Secretaría, con apoyo de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), y financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha desarrollado una serie de Guías de Eficiencia Energética para los miembros de los Comité de Energía y los Administradores Energéticos del sector público de la República de Panamá con el objetivo de facilitar la preparación e implementación de los planes energéticos de manera general en las instituciones públicas, y que una vez implementado se garantice su sostenibilidad por medio del desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes;

Que esta Secretaría, para dar cumplimiento a lo establecido en la Ley 43 de 25 de abril de 2011 y la Ley 69 de 12 de octubre de 2012 y su reglamentación, con el fin de lograr la reducción del consumo energético en el país por las acciones que se lleven en el sector público, y crear un marco orientador y normativo cónsono con tal propósito, ha decidido adoptar las Guías de Eficiencia Energética para el sector público de la República de Panamá,

RESUELVE:

PRIMERO: ADOPTAR las Guías de Eficiencia Energética para el sector público de la República de Panamá, que se componen de seis guías las cuales formaran parte integral de esta resolución y se adjuntan a la misma como Anexo N.°1.

SEGUNDO: La adopción de las Guías de Eficiencia Energética apoyará el desempeño de las funciones establecidas para los Administradores Energéticos y los miembros de los Comités de Energía, específicamente en la formulación del Plan de Gestión de la Eficiencia Energética y su actualización.

TERCERO: INFORMAR que las condiciones establecidas en la presente resolución, específicamente lo concerniente a los indicadores de desempeño energético regirán hasta tanto entre en vigencia la metodología establecida por el Comité Gestor de Índices para la Eficiencia Energética.

CUARTO: La presente Resolución empezará a regir a partir de su promulgación.

FUNDAMENTO DE DERECHO. Ley 43 de 25 de abril de 2011, Ley 69 de 12 de octubre de 2012 y Decreto Ejecutivo 398 de 19 de junio de 2013.

COMUNÍQUESE Y CÚMPLASE.

JORGE RIVERA STAFF
Secretario Nacional de Energía

Documento oficial firmado con Firma Electrónica Calificada en el Sistema de Transparencia Documental – TRANSDOC del Ministerio de la Presidencia, de acuerdo con la Ley 83 del 09/11/2012 y el Decreto Ejecutivo Nro. 275 del 11/05/2018. Utilice el Código QR para verificar la autenticidad del presente documento o acceda al enlace: https://sigob.presidencia.gob.pa/consulta/?id=qyiK%2BJ%2FKDdb11ctHXY4zCsqYbF1NcLe3b7zL9surHvY%3D

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 1- INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 1- INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 BENEFICIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA 6
4 FUENTES DE ENERGÍA Y MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL 8
4.1 Fuentes de energía 8
4.2 Matriz Energética Nacional 8
4.3 Consumo energético en el Sector Público 11
5 MARCO NORMATIVO Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 13
6 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO 16
6.1 Operación / Hábito 16
6.2 Mantenimiento 17
6.3 Eficiencia Energética 17
6.4 Diseño pasivo 17
7 FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA 19

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación
  - Equipos de ofimática

- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 BENEFICIOS DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

La energía es indispensable para cualquier actividad humana. No solamente para desarrollar más y mejores procesos productivos, sino también para el desarrollo de la vida cotidiana, cada vez más dependiente del consumo energético. Esto conduce a una demanda de energía creciente, sobre todo en países en desarrollo, donde todavía existen necesidades no cubiertas.

La humanidad enfrenta en la actualidad el doble desafío de satisfacer la demanda creciente de energía mientras se reducen las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) a las cuales la generación y el consumo de energía son sus mayores aportantes. A nivel global, la energía representa dos tercios del inventario de GEI. Esta es solo una de las razones por las que es imprescindible trabajar en hacer un uso más eficiente de la energía, sin el cual es inviable pensar en cumplir con los objetivos del Acuerdo de París.

La Eficiencia Energética tiene la fortaleza de contribuir positiva y simultáneamente con todas las problemáticas vinculadas al consumo de energía, como son cambio climático, calidad de aire, seguridad energética, acceso a la energía y crecimiento económico.

Los beneficios que presenta son múltiples, y podemos categorizarlos en aspectos energéticos, económicos, ambientales y sociales; cada uno con diferentes públicos beneficiados, tal como se resumen en la Figura 1.

Como aspectos energéticos tenemos ahorro de energía, seguridad energética y acceso; en beneficios económicos encontramos los más obvios relacionados directamente con los precios y los costos de la energía, pero también impacto macroeconómico, presupuesto público, productividad e ingresos disponibles para otros usos. Desde el punto de vista ambiental, la eficiencia energética impacta positivamente en la reducción de GEI y también en la calidad de aire. Por último, a nivel social, aparece la mitigación de la pobreza, como consecuencia de los impactos económicos positivos; la salud y bienestar, derivada de los beneficios ambientales, y de la mejora de la calidad de vida por implementación de medidas de eficiencia, y la creación de nuevos empleos.



FIGURA 1 – Múltiples beneficios de la eficiencia energética. Fuente: elaboración propia en base a IEA[1]

[1] International Energy Agency. https://www.iea.org/topics/energyefficiency/multiplebenefits/

4 FUENTES DE ENERGÍA Y MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL

4.1 Fuentes de energía

La energía se encuentra disponible en la naturaleza de diversas formas, siendo clasificada según la fuente de donde proviene. De esta forma, tenemos:

4.1.1 Energía primaria

Proviene de los recursos naturales disponibles directa o indirectamente, sin necesidad de someterlos a procesos de transformación. Dentro de este tipo de energías se cuentan las:

- **Renovables:** son fuentes de uso sustentable en el tiempo. Son aquéllas que, en sus procesos de transformación en energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana de tiempo. Ejemplos: eólica, solar, hidráulica, geotérmica, mareomotriz.
- **No renovables:** son aquellas fuentes de energía que están destinadas a terminarse, o requieren de un periodo de tiempo extremadamente largo para su renovación. Ejemplos: petróleo crudo, gas natural y carbón.

4.1.2 Energía secundaria

Es aquella derivada de las fuentes primarias, y que requieren de un proceso de transformación para ser obtenidas. La electricidad es una energía secundaria obtenida a partir del uso de algún energético primario (gas natural, energía hidráulica, solar, etc.) que es utilizado para producir la energía mecánica suficiente para accionar un generador eléctrico y producir la electricidad. Los combustibles líquidos, como diésel o gasolina, también son energías secundarias ya que se obtienen a partir de energía primaria como es el petróleo, pasando por procesos de transformación como los que ocurren en las refinerías.

4.2 Matriz Energética Nacional

La República de Panamá se encuentra en una transición energética hacia una economía baja en carbono. La lucha contra el cambio climático, la disponibilidad de recursos para financiar proyectos de energías renovables, los nuevos desarrollos tecnológicos y la volatilidad e incertidumbre de los precios del petróleo, son solo algunos de los factores que impulsan esta transformación, que ya está en marcha y para la cual el país se está preparando.

La matriz energética de Panamá está constituida en un 70.7% por gas natural y derivados del petróleo, por lo que aprobar, regular, verificar y fiscalizar su importación y calidad forma parte de una de las tareas más importantes de la Secretaría Nacional de Energía con la finalidad de asegurar el abastecimiento energético a nivel nacional.

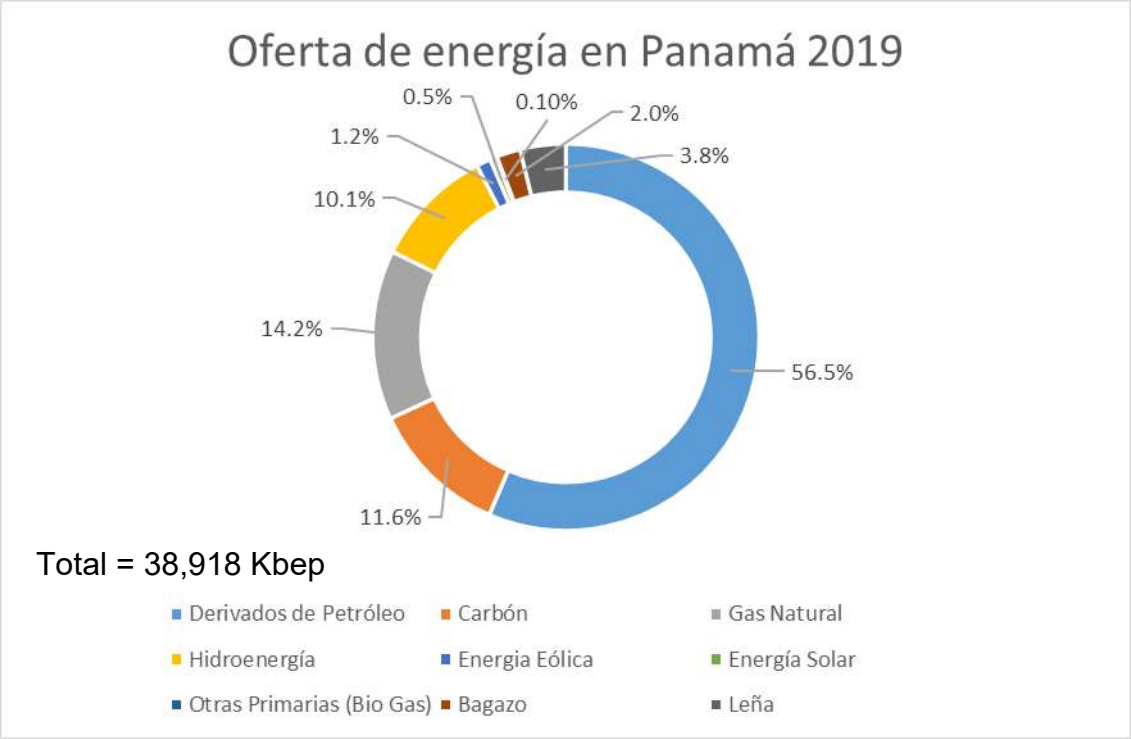

FIGURA 2 - Oferta de energía en Panamá año 2019. Fuente: Secretaría Nacional de Energía (SNE)

4.2.1 Sector Hidrocarburos (Combustibles Fósiles)

En la oferta energética del 2019, los derivados del petróleo (21,989 kBEP) fueron utilizados en un 10.2% en la generación de electricidad y 89.8% en los sectores de uso final. De estos últimos, el principal consumidor fue el sector transporte, consumiendo el 67.2 %, seguido el sector Industrial con 22.3%, residencial con 5.9 %, comercial y servicios públicos con 3.8 % y otros con 0.7%. La llegada del Gas Natural a partir de 2018, inicialmente para generación eléctrica, representa una oportunidad para utilizar este combustible en otros sectores (transporte, industria, etc.) y con ello ayudar a diversificar la matriz, así como reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Se pude ver en la gráfica a continuación que el sector Comercial y Servicios tiene un bajo consumo de combustibles fósiles.

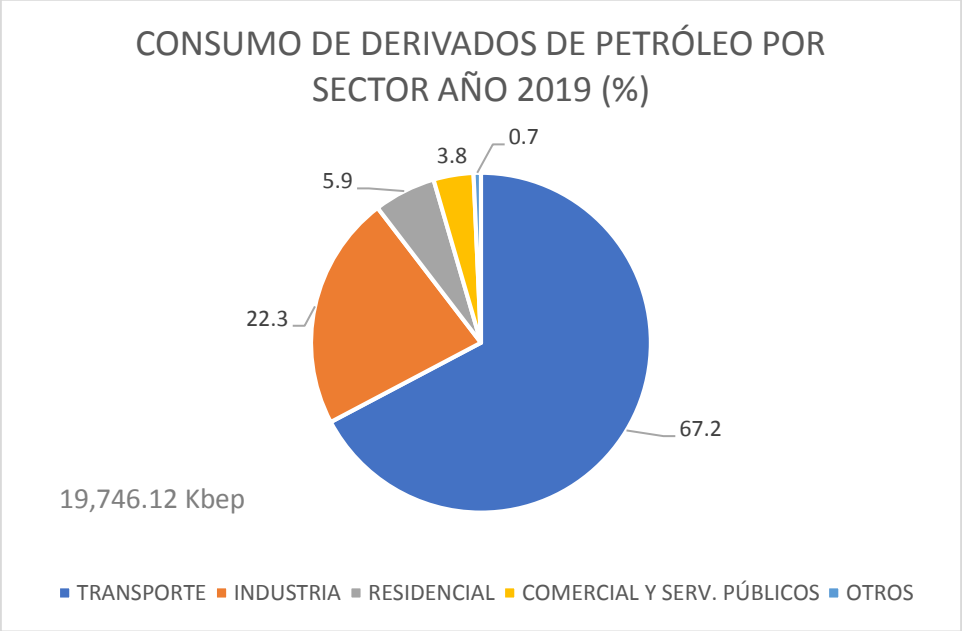

FIGURA 3- Consumo de derivados de petróleo por sector año 2019 (%). Fuente: SNE

4.2.2 Sector Eléctrico

La demanda eléctrica del país ha aumentado de manera sostenida y se prevé que este aumento continúe, como parte del crecimiento de la actividad económica del país, por lo que es necesario aumentar la capacidad instalada y migrar a tecnologías más eficientes para satisfacer las necesidades futuras.

Con el objetivo de diversificar la matriz de generación eléctrica se ha ido profundizando la inversión en energía renovable, aumentando su capacidad instalada en los últimos años llegando cubrir un 52.7% de la de la generación total, como se puede ver en la gráfica a continuación, esa energía renovable proviene en su mayoría de energía hidroeléctrica, seguida por la energía eólica con un 6,2% y energía solar con un 2,5%. La generación de energía a partir de combustibles fósiles es de 47.3 %, porcentaje que ha ido disminuyendo a lo largo de los últimos años.

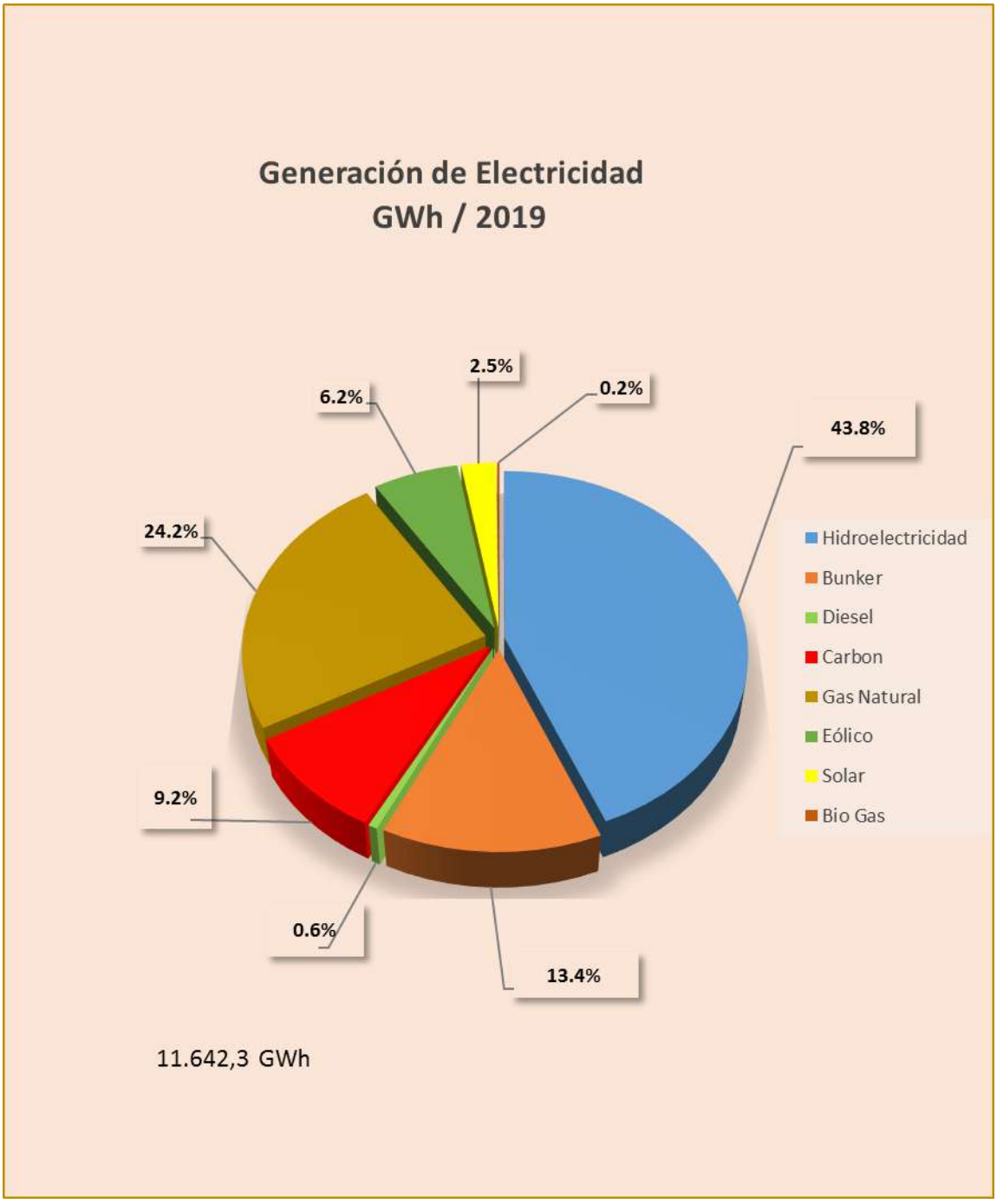

FIGURA 4 - Matriz de generación eléctrica de Panamá año 2019. Fuente: SNE

4.3 Consumo energético en el Sector Público

En la República de Panamá el consumo de energía eléctrica en el sector público representa casi el 12%, del total del país, si sumamos los consumos de las distintas áreas de gobierno y el alumbrado público; con lo cual el potencial de ahorro de energía en este sector respecto de la matriz nacional es significativo.

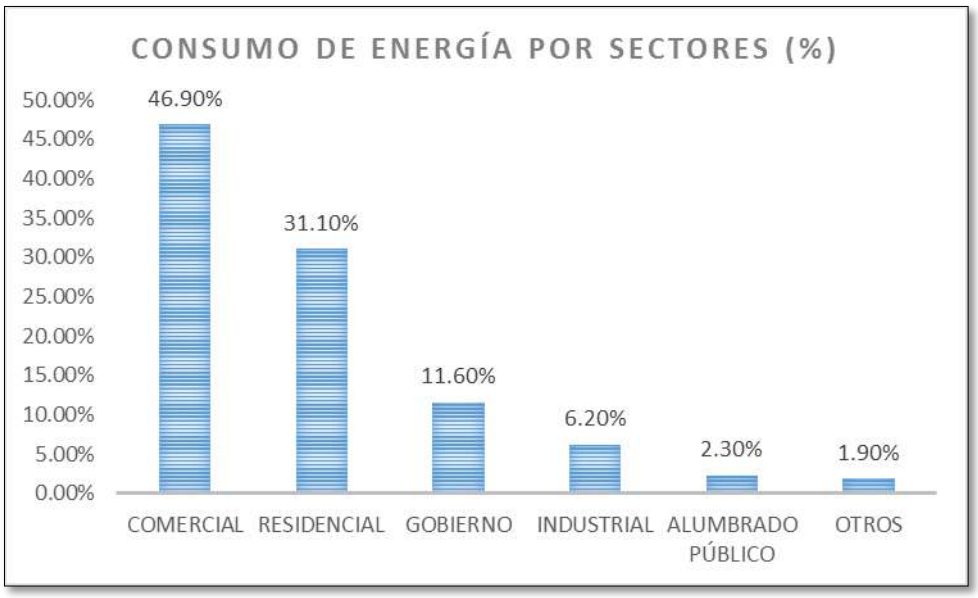

FIGURA 5 - Distribución del consumo de energía en la República de Panamá

El rol de los programas de eficiencia energética en el sector público tiene un doble efecto, por un lado, el ahorro de costos asociados que impactará positivamente en el gasto público y la contribución a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero ocasionadas por el consumo de energía, y, por otro lado, el efecto ejemplificador que esto genera hacia la población en general.

5 MARCO NORMATIVO Y ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El *Programa de Normalización y Etiquetado de Eficiencia Energética* consiste en generar normas y especificaciones técnicas que permiten clasificar a los distintos productos y equipos que consumen energía de acuerdo con su grado de eficiencia.

Los equipamientos son testeados y clasificados de acuerdo con estos criterios, incorporándoseles una etiqueta que indica su nivel de eficiencia.

Una de las principales ventajas de estas etiquetas radica en que permiten tomar mejores decisiones a los consumidores en el momento de la compra, pudiendo seleccionar aquellos equipamientos que les resultan más convenientes desde el punto de vista energético. Esto, generalmente, tiene un efecto estimulante para los fabricantes e importadores que, progresivamente, tienden a proveer productos más eficientes.

A continuación, podrán se resumen las leyes y decretos que aportan un marco legal a la aplicación del etiquetado en Panamá:

Ley 69 de 12 de octubre de 2012 – Establece los lineamientos generales de la política nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía en el territorio nacional (Ley UREE)**.**

- **Artículos clave:** 20 al 22
- **Artículo 21:** Corresponderá al fabricante y/o importador demostrar, ante la Autoridad Nacional de Aduanas y/o a la Autoridad de Protección al Consumidor y Defensa de la Competencia, que sus equipos están en conformidad con el reglamento técnico establecido

Decreto Ejecutivo 398 de 19 de junio de 2013 – Reglamenta la Ley UREE

- **Artículos clave:** 14, 16 al 19
- **Artículo 17:** La Autoridad Nacional de Aduanas deberá verificar y fiscalizar que los equipos que ingresen al territorio de la República de Panamá porten una etiqueta siempre y cuando los mismos se encuentren en el listado de bienes etiquetables.

La Ley 69 de 2012 (Ley UREE): en su Capítulo IV ordena la creación del Comité Gestor de Índices para la Eficiencia Energética.
Su función es establecer los índices mínimos de eficiencia energética para cada tipo de equipos, máquinas, etc., que utilizan energía para su funcionamiento más eficiente y menos contaminante al medio ambiente. El Comité Gestor de Índices establece un índice de eficiencia para los equipos, acompañado de un método para probar las eficiencias de los equipos. A la Fecha se tienen 14 índices de Eficiencia Energética Aprobados.

Equipos y Materiales	
14 índices mínimos de eficiencia energética aprobados	
1. Acondicionador de aire tipo central	8. Lámparas de uso general
2. Acondicionador de aire tipo ventana	9. Lámparas LED
3. Acondicionador de aire tipo dividido (Split) y mini Split	10. Motores eléctricos hasta 1 hp
4. Acondicionador de aire tipo dividido (Split) invertir	11. Energía en espera
5. Refrigeradoras de uso doméstico	12. Aislantes térmicos
6. Refrigeradoras de uso comercial	13. Vidrio para edificaciones
7. Motores eléctricos de 1 hp a 500 hp	14. Televisores

TABLA 1 - Equipos con estándares mínimos de eficiencia energética

Fecha de inicio de la prohibición de importación de equipos Acondicionadores de Aire que no cumplan con el Reglamento Técnico correspondiente: 31 de diciembre de 2019. Existen equipos que están exentos de portar etiqueta y certificado, estos son:

- Acondicionadores de Aire tipo Central mayores de 5 Toneladas
- Acondicionadores de Aire tipo ventana Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) on/off (no inverter)
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Multi-Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) Inverter con doble compresor
- Todo equipo que no tenga Norma y Reglamento Técnico vigente en Panamá



FIGURA 5 - Modelo de etiqueta de eficiencia energética en Panamá

1. La parte superior de la etiqueta debe decir en letras mayúsculas “EFICIENCIA ENERGÉTICA” y debe indicar bajo qué norma fue determinada la eficiencia energética del equipo.
2. El segundo recuadro de e indicar tipo de equipo, marca, modelo, capacidad de enfriamiento y potencia eléctrica.
3. El tercer recuadro debe estar el texto “Compare el ahorro de energía de este equipo con otros del mismo tipo antes de comprar”
4. El cuarto recuadro debe mostrar la eficiencia mínima establecida den la norma y la eficiencia del equipo en particular (esta última debe ser igual o mayor al mínimo establecido por norma).
5. El quinto recuadro muestra una barra donde se indica el ahorro del equipo con respecto a la eficiencia mínima establecida por norma.
6. El sexto recuadro debe tener el texto “IMPORTANTE” seguido de la aclaración de que el ahorro dependerá de los usos y hábitos del usuario, así como la localización del equipo. También debe estar el texto “La etiqueta no deberá retirarse hasta que haya sido adquirido por el consumidor final”

6 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El *Desempeño Energético* es un concepto amplio que incluye cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.



FIGURA 6 – Conceptos incluidos en "Desempeño Energético"

Existen tres tipos de medidas para mejorar el desempeño energético de una instalación: las vinculadas con la operación o el uso de las instalaciones, que suelen tener un fuerte componente de hábitos por parte de los usuarios finales; aquellas referidas al mantenimiento del equipamiento de consumo de energía, y las de eficiencia energética relacionadas directamente con la tecnología de los equipos en cuestión. A lo largo de las diferentes Guías se realizarán recomendaciones para mejorar el desempeño energético de los distintos tipos de instituciones a través de estos tres tipos de medidas.

6.1 Operación / Hábito

Por lo general, estas medidas no requieren inversión, - a excepción de la aplicación de sistemas de automatización, aunque suelen ser inversiones menores -, pero sí requieren realizar una capacitación al personal de operación de los sistemas de consumo de energía y una concientización a los usuarios del edificio. Se deberá realizar una revisión integral de los consumos energéticos a fin de poder identificar y cuantificar las medidas.

EJEMPLOS DE MEDIDAS DE USO

Corrección de temperatura para climatización, donde en lugar de dejar el set point en un valor fijo se lo ajusta según los grados día de la temperatura exterior; de esta manera se reduce la carga en el compresor del equipo de refrigeración y se mejora el confort de temperatura interno.

Instalación de detectores de presencia para encender las luminarias de lugares no utilizados de manera continua como depósitos o salas de reunión; o temporizadores para asegurarse que los equipos se apaguen durante los horarios en que no se utilizan las instalaciones como pueden ser los horarios nocturnos o fines de semana.

Las medidas relacionadas a la operación están directamente asociadas a la que se conoce como Gestión de la Energía, que verá más en detalle en la Guía 2, y se refieren a identificar el perfil de consumo del edificio, esto ayudará a identificar los usos significativos de energía y a focalizar los esfuerzos en éstos.

También hay una componente de operación y gestión en lo referido a los consumos horarios, a tomar medidas como por ejemplo el desplazamiento de cargas para otro rango horario. Esto se desarrolla en la sección 7 FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

6.2 Mantenimiento

Esto involucra la detección de oportunidades de mejora de los consumos en las instancias de mantenimiento de los equipos, ya sea en el mantenimiento de rutina o en acciones preventivas que impacten en el consumo de energía.

También es durante las rutinas de mantenimiento que se pueden identificar oportunidades de recambio de equipos por otros más eficientes.

En muchos casos la operación y el mantenimiento de los equipos y sistemas consumidores de energía se llevan adelante por el mismo personal de las instalaciones, por lo que es importante tener presente todos los enfoques.

6.3 Eficiencia Energética

Las medidas de eficiencia energética están vinculados a la mejora por recambio de equipos y sistemas por otros que impliquen un menor consumo de energía con la misma o mejor prestación de servicio.

EJEMPLOS DE TECNOLOGÍAS EFICIENTES

Recambio de luminarias a LED.

Incorporación de equipos con mayor nivel de eficiencia, en función del etiquetado de eficiencia energética (ver sección 5)

6.4 Diseño pasivo

El diseño pasivo está vinculado a la construcción de los edificios, y normalmente es difícil de aplicar en casos en que las construcciones son existentes. Sin embargo, es un concepto que merece ser tenido en cuenta tanto para nuevas construcciones, como para refacciones o adecuaciones, ya que en algunos las reformas pueden ser sencillas y factibles de aplicar.

Para requerir menos energía en los edificios, es necesario concebir la edificación para su uso (administración, hospital, escuela, etc.) a partir de estrategias de diseño pasivo, de modo de aprovechar el clima de su localidad y maximizar el efecto positivo de ciertos factores como pueden

ser la reducción de las ganancias solares en climas cálidos, la iluminación o la ventilación natural, para posteriormente - si se requiere - dimensionar e incorporar sistemas de climatización e iluminación que no requieran consumos elevados de energía ya que estamos aportando parte de la carga en sinergia con el entorno. Estas consideraciones también deben ser tenidas en cuenta para edificios existentes, donde a partir de una adecuación edilicia pueden sellar las entradas de calor en muros, cubiertas y aberturas reduciendo la transmitancia térmica del sistema constructivo.

Sin embargo, las ventajas del diseño pasivo de un edificio resultarán ineficaces si no existe un adecuado proceso de integración con los conceptos descriptos previamente de operación, mantenimiento y tecnología eficiente.

Los objetivos referidos a la eficiencia energética y confort ambiental en edificios están basados en el cumplimiento de los siguientes factores esenciales:

1. la caracterización de las condiciones climáticas y aplicación de estrategias pasivas
2. las condiciones de confort
3. la determinación de los sistemas energéticos a utilizar

A partir de la determinación de estos tres factores, se da inicio a la tarea de analizar las variables que inciden en el comportamiento energético del edificio, destacándose el efecto del edificio mismo, sus usuarios e instalaciones (eléctricas, de iluminación, climatización y agua). Como se observa en la Figura 7, el objetivo de un edificio energéticamente eficiente se alcanza a través de la implementación de medidas, tanto en su fase de diseño como en su fase de operación.

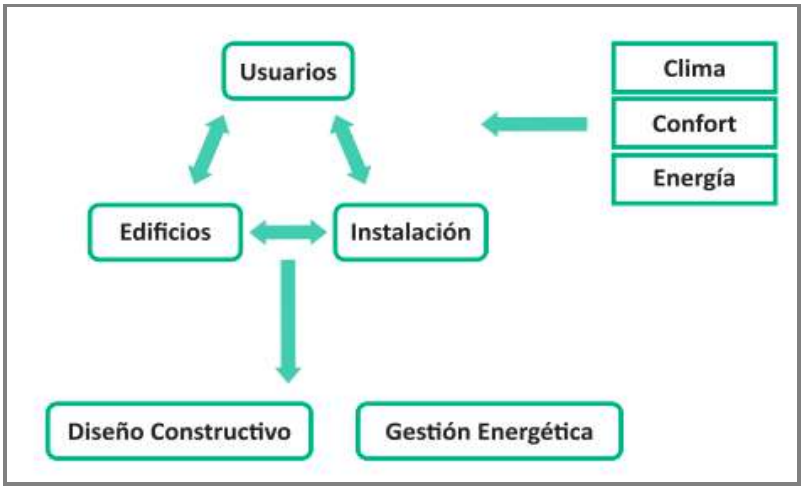

FIGURA 7 - Factores esenciales para un edificio energéticamente eficiente

7 FACTURACIÓN DEL SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Las facturas relacionadas con los consumos energéticos son la primera herramienta para iniciar el control y gestión del consumo de energía de una institución, por lo que es importante mantener un registro continuo, sistemático y actualizado.

Además, es fundamental conocer cada uno de los parámetros que se estipulan para el cobro, ya que el cambio de uno u otro puede conducir a conclusiones diferentes.

Para un claro entendimiento de la facturación eléctrica, es necesario entender los conceptos incluidos en la sección *2 DEFINICIONES* de este documento, que se repiten a continuación con algunas aclaraciones o explicaciones adicionales para su interpretación e identificación de mejoras.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Esta es necesaria para el funcionamiento de los motores eléctricos y transformadores. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi). Cuando el consumo de energía reactiva es nulo, el FP alcanza su valor máximo e igual a 1, mientras que elevados consumos de energía reactiva hacen tender el FP a valores más cercanos a cero. Es importante monitorear este parámetro y tratar de operar de manera balanceada, intentando que sea lo más cercano a 1, ya que, si es inferior a 0,93, la compañía distribuidora procederá a multar la instalación y eso tendrá un impacto negativo en los costos.

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA]. Cuanto mayor sea el consumo de energía reactiva, menor será el FP y menor la energía aparente, lo cual da un indicio del mal aprovechamiento de la energía activa en la instalación.

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW] y en la facturación normalmente se asocia a la capacidad del suministro, en función de la instalación de conexión disponible. Típicamente se cuenta con una potencia contratada determinada y se paga un cargo por tener esa potencia de manera disponible por parte de la distribuidora.

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes. Dicho periodo corresponde a aquellos de mayor consumo energético a nivel país donde los precios por concepto de demanda son muy altos.

Período fuera de punta: las demás horas del día, es decir las comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

Nro.	Información	Descripción
1	**Número de servicio**	También llamado número de cliente sirve para identificar al consumidor en la base de datos de la compañía distribuidora.
2	**Tarifa**	Corresponde a la opción tarifaria contratada
3	**Fecha límite para modificar contrato**	Corresponde a la fecha límite para cambiar la opción tarifaria acordada con la compañía
4	**Período de lectura**	Representa el intervalo de tiempo en el que se ha registrado el consumo de energía y demandas máximas
5	**Consumo Total**	Es el registro de energía activa obtenido en el período de lectura.
6	**Demanda contratada o leída**	Corresponde a la potencia contratada o leída.
7	**Cargo**	Corresponde al cargo por demanda contratada o leída.
8	**Demanda facturada**	Corresponde a los costos asociados al consumo de energía, demanda suministrada, demanda horas punta, cargo fijo y si corresponde, multas por mal factor de potencia.
9	**Neto**	Corresponde a la suma de todos los cargos asociados: energía, demanda horas punta, demanda fuera de punta, multas por mal factor de potencia (si aplica) y otros cargos menores.

TABLA 2 – Conceptos que aparecen en la factura eléctrica.

Existen oportunidades de reducir el pago de la factura eléctrica a través de diferentes medidas, que se enumeran a continuación:

- **Potencia contratada.** Analizar si la potencia contratada en la actualidad efectivamente es la requerida por las instalaciones. Esto se realiza estudiando los usos concurrentes de los diferentes equipos consumidores de energía y determinando cuál es el máximo simultáneo requerido. Existen casos donde la potencia contratada se determinó en base a algunos consumos del pasado que quizás luego fueron disminuidos por diferentes razones, pero nunca se actualizó el contrato con la empresa distribuidora. Si bien este análisis no implica disminución de la cantidad de energía utilizada, en muchos casos puede implicar ahorros económicos significativos en las facturas, no solo por disminuir el cargo de potencia contratada, sino también en algunos casos como consecuencia de un cambio en la categoría tarifaria.

- **Desplazar a período fuera de punta ciertos usos.** Esto dependerá de cada instalación y del equipamiento que se utilice, pero si existiera esa posibilidad, se podrán generar ahorros debido a un doble impacto: uno inmediato que corresponde por cambiar el consumo de una tarifa de punta a una fuera de punta, en un segundo lugar habrá que analizar si el

cambio no genera una modificación en la potencia contratada que redunden en los beneficios explicados en el puto anterior. Esta medida logra reducir los picos de potencia, achatando la curva de cargas a partir de la distribución de consumos. Además, se pueden desplazar consumos para aquellos periodos donde la energía y la potencia son más económicos. Usualmente, los usuarios que se encuentran bajo la categoría de "Grandes Consumidores" suelen tener una tarifa horaria discriminada para el consumo de energía y potencia siendo las más caras en aquellos horarios de mayor demanda y más económica a la inversa. Por esto mismo, es muy importante reconocer aquellos consumos o cargas que pueden ser desplazadas para aquellos periodos cuyas tarifas son más económicas a fin de lograr un ahorro económico y una mejor distribución de los consumos. Cabe destacar que, al aplicar esta medida, se deberá renegociar la potencia contratada con la distribuidora para no pagar excedentes.

- **Factor de potencia.** Si al analizar la factura se identifican reiteradas multas por bajo factor de potencia (menor a 0,93), se deberá analizar a qué se debe y estudiar medidas para corregirlo, ya sea mediante el desfasaje del uso simultáneo de aquellos equipos que consumen energía reactiva (motores, transformadores, algunos equipos de ofimática, etc.), o si esto no fuera posible, analizando la posibilidad de instalación de un banco de capacitores.

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 2- REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 2- REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 CÓMO DESARROLLAR UN REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 6
3.1 Datos Generales 6
3.2 Impacto del consumo de energía en la organización 6
3.3 Límites y alcance del desempeño energético a evaluar 7
3.4 Relevamiento de usos y consumos de energía 7
3.5 Análisis de consumos energéticos 12
3.6 Identificación de los Usos Significativos de Energía (USE) 15
3.7 Indicadores de Desempeño Energético (IDE) 16
3.8 Identificación y priorización de oportunidades de mejora 17
4 REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 19

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación
  - Equipos de ofimática
  - Agua caliente sanitaria

- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 CÓMO DESARROLLAR UN REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

En esta sección se realiza la descripción de qué debe incluir y cómo desarrollar un *Reporte de Desempeño Energético* propuesto para ser implementado por los Administradores Energéticos (AE) o los Comités de Energía (CdE) de la administración pública de la República de Panamá en sus instituciones.

*El **Reporte de Desempeño Energético** aquí presentado puede realizarse como una primera evaluación del desempeño energético de una organización y luego periódicamente como herramienta de seguimiento y monitoreo de las mejoras.*

3.1 Datos Generales

En primer lugar, se deberán identificar los datos generales de las instalaciones de las cuales se realizará el Reporte de Desempeño Energético. *Los campos completados son a modo de ejemplo.*

- Institución: *Ministerio de Salud*
- Dependencia: *Hospital Central de la Ciudad de Panamá*
- Instalación: *Edificio principal*
- Tipo de instalación (administración, salud, educación, esparcimiento, otros): *salud*
- Área/sector: *Consultorios externos*
- Domicilio:
- Distribuidora eléctrica:
- Administrador Energético de la Institución:
- Responsable de la instalación (si hubiera designado):
- Miembros del Comité de Energía de la institución:

3.2 Impacto del consumo de energía en la organización

Se propone reflexionar sobre las preguntas siguientes y tenerlas presentes a lo largo del desarrollo de todo el reporte. Si la persona a cargo de realizar el reporte no tiene respuestas a estas preguntas, deberá consultarlas con el área correspondiente de la institución.

- ¿La energía es crítica[1] para la prestación de servicios de la institución/instalación?
- ¿Conocen el impacto del costo de energía en el presupuesto total de la institución?
- ¿Conocen las acciones y tecnologías con mayor eficiencia energética que generarían una reducción en el consumo de energía?
- ¿Considera que invertir en nueva tecnología es la única ruta para disminuir el consumo de energía?
- ¿Conocen la regulación y normas de eficiencia energética aplicables a la institución?

[1] Se considera como "crítica" cuando la falta de suministro de energía pone en riesgo la prestación del servicio público primario de la institución (por ejemplo, en un hospital).

3.3 Límites y alcance del desempeño energético a evaluar

En esta sección se requiere la identificación de las actividades, de los lugares físicos e instalaciones de la institución a analizar.

- *ALCANCE: Es la extensión de actividades e instalaciones alcanzadas por el relevamiento. Puede incluir diferentes límites.*
- *LÍMITES: Límites físicos o de emplazamiento y/o límites de la estructura orgánica, tal y como los define la institución.*

Con base en lo anterior, para definir el alcance y los límites de un SGEn, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Establecer las instalaciones donde se desea determinar el desempeño energético, como pueden ser:
   a) Edificaciones (administrativas, hospitalarias, educativas, etc.).
   b) Flotas vehiculares.
   c) Sistema de bombeo de agua potable.
   d) Otros sistemas de provisión de servicios públicos.
2. Describir las actividades conforme a las instalaciones y enfoque seleccionados.
3. Describir la ubicación o los elementos energéticos que conforman cada una de las actividades seleccionadas.
4. Para el límite y alcance determinados se debería poder contar con alguna o varias mediciones que permitan determinar el consumo total de energía (típicamente la factura de la distribuidora eléctrica, sean uno o varios medidores para la misma instalación).

EJEMPLOS DE DISTINTOS LÍMITES Y ALCANCES

✓ *Flotas vehiculares asociadas al Ministerio de Salud (total de flota ministerial o flota de una determinada sección o dependencia).*

✓ *Instalaciones hospitalarias.*

✓ *Un edificio administrativo, incluyendo la flota vehicular asignada a sus funcionarios.*

3.4 Relevamiento de usos y consumos de energía

3.4.1 Consumo de toda la instalación

Un punto de partida para el análisis del consumo de energía es la evaluación de los valores históricos. Se recomienda obtener la facturación de energía eléctrica y cualquier otro energético que sea significativo de los últimos 24 meses (2 años). Se piden 2 años ya que el año que se tome de base debe ser representativo de un funcionamiento típico en condiciones normales, que refleje el comportamiento del edificio para tomar de comparativa y poder evaluar la propuesta de mejora, si se tomara solo un año puede no ser del todo representativo.

Si la instalación bajo análisis contara con más de un medidor y su correspondiente factura eléctrica, se podrá realizar un análisis del consumo total, así como análisis de los consumos individuales de cada medidor, especialmente si alguno de ellos estuviera dedicado a un uso específico (por ejemplo, un equipo de muy alto consumo, bombas de agua, etc).

Cuando se realice la evaluación del histórico de consumo se va a poder identificar si existe alguna estacionalidad, es decir, como varía el consumo energético a lo largo del año y cuáles son las variables que están involucradas; temperatura, factor de ocupación, etc.

A continuación, se muestra un ejemplo de salida de datos a partir de una gráfica de barras donde se ven mes a mes los consumos energéticos de un edificio en un año típico contrastado con la temperatura media mensual registrada en el exterior.

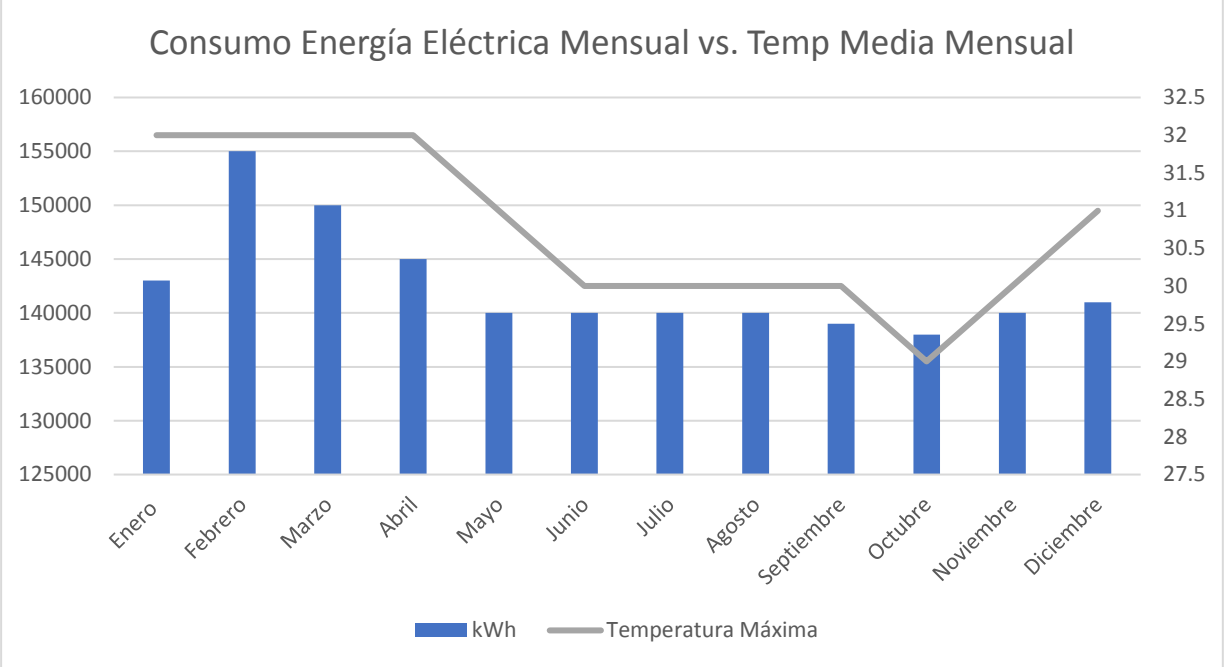

FIGURA 1 – Consumo mensual vs. Temperatura media.

Se puede ver que hay una clara relación entre el consumo energético y la temperatura, lo que seguramente indica que los picos de consumo en los meses de febrero, marzo y abril son debido al uso de refrigeración. Probablemente diciembre y enero sean meses donde el factor de ocupación baja debido a las licencias por fiestas y vacaciones. Esta, y otras cosas que se detectarán a lo largo del análisis, permitirán identificar el comportamiento de la instalación y sus ocupantes.

3.4.2 Identificación de usos y consumos individuales

Dada la diversidad de usos y equipos consumidores de energía que pueden existir en las distintas instituciones, se propone una metodología genérica para realizar un primer relevamiento de las instalaciones.

Para el relevamiento se deberán tener en cuenta las definiciones incluidas en la sección 2 “DEFINICIONES ”.

Dado que los consumos de energía del sector público son principalmente eléctricos en las instalaciones fijas y de combustibles líquidos en las flotas de transporte, se propone analizar ambas fuentes de energía por separado. En la Tabla 1 se detallan los datos requeridos para el relevamiento de consumos eléctricos, mientras que la Tabla 2 está orientada a los consumos de combustibles en vehículos.

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS ELÉCTRICOS								
Área o sector	Uso	Equipo	Cantidad (equipos iguales)	Potencia unitaria	Factor de carga	Frecuencia de uso		Consumo anual
				(kW)	(%)	(hs/día)	(día/mes)	(MWh/año)
¿Dónde?	¿Para qué?	¿En qué equipo?				Horas diarias de uso	Días al mes de uso	¿Cuánto? (energía total consumida en el año)
Atención al público	*climatización*	*Equipos aire acondicionado Mod. X1*	*4*	*3,2*	*80%*	*8*	*22*	*21,63*

Tabla 1 – Relevamiento de Consumos Eléctricos

Se deberá incluir una línea para cada tipo de equipamiento diferente que se identifique. Para esto, se recomienda ir recorriendo las instalaciones de manera sistemática, con alguno de los siguientes criterios:

- En función de los usos (iluminación, climatización, bombeo de agua, equipos de ofimática, refrigeradores, calentadores, equipos específicos), ir identificando y registrando los equipos vinculados a cada uno de los usos.
- Recorrido por áreas físicas (edificios, pisos, oficinas), y en cada sitio relevar todos los usos existentes.

En cualquier caso, es importante identificar aquellos equipos que no se encuentran en el mismo ámbito del consumo (por ejemplo, bombas de agua, equipos de aire acondicionado central, etc).

Por otro lado, se deberán cargar por separado aquellos equipos que aun cuando sean iguales por diseño tienen una utilización diferente.

EJEMPLO

Se relevan todas las luminarias existentes y se agrupan por tipo y consumo aquellas que tienen el mismo patrón de utilización (por ejemplo, si hubiera 30 luminarias del tipo "A" pero 10 están encendidas más tiempo por la ubicación o algún otro factor, se deberían cargar 2 líneas, una para las 10 que tengan un nivel de encendido mayor (similar entre sí) y otra línea para las otras 20 con el nivel de utilización correspondiente.

Si bien lo ideal sería conocer el consumo real medido por cada equipo, en general no se dispone de mediciones que permitan conocer estos valores, con lo cual el primer relevamiento se podrá realizar con valores de consumo de diseño y estimación del tiempo de uso. Todo equipo suele tener su "placa", en la cual se indica la potencia (consumo por unidad de tiempo), la marca, las condiciones de operación, entre otros parámetros: Potencia de placa; Tensión (o voltaje); Factor de potencia; Corriente; Clase (referido a la eficiencia); Par de polos; Horas de operación.

- **Potencia:** es importante identificar la potencia consumida de cada uno de los equipos o sistemas involucrados. Para ello, es necesario medir la potencia que se está consumiendo y/u obtener la información sobre la potencia de placa o nominal de equipos en análisis. Para ello se muestra a continuación, en la Figura 2**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, un m odelo de placa que será encontrado en cada equipo.

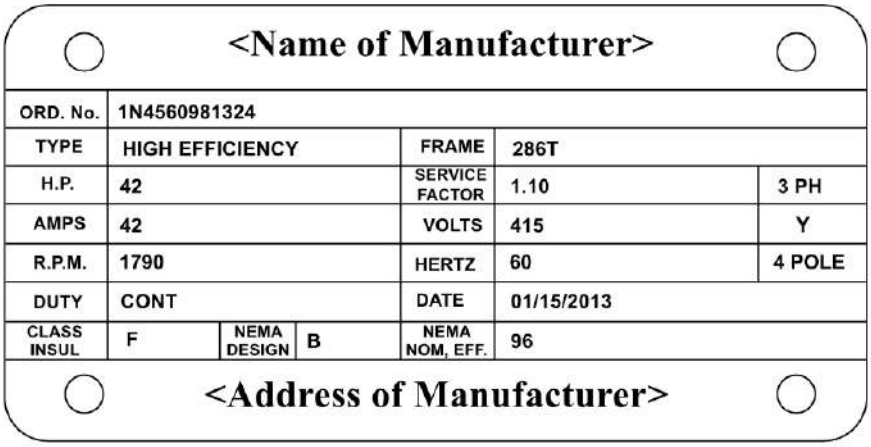

Figura 2 – Ejemplo de placa para motor eléctrico.

Por otro lado, debe considerarse que no siempre los equipos funcionan a un 100% de su potencia, ejemplo de esto es un elevador, cuando el elevador no está transportando gente, la potencia que consume es una fracción de la potencia máxima, mientras que cuando está a plena carga, también lo está su consumo de energía. El valor exacto de carga de un equipo es muy complejo de determinar, requeriría de mediciones prolongadas, y, además, las cargas en muchos de ellos pueden ser variables, por lo tanto, suele tomarse "factores de carga", con lo cual se asume una carga constante durante todo el tiempo en que dicho equipo funciona. En la Tabla 1 este "Factor de Carga" se introduce como un porcentaje (%) de la potencia máxima de diseño.

- **Horas de uso:** debemos conocer el uso de tiempo efectivo que tiene el equipo, para ello podemos realizar una entrevista a los usuarios o bien revisar en terreno el uso que se le da al equipo y registrarlo. Esta información puede ser difícil de determinar, por lo que muchas veces es necesario realizar supuestos, para los cuales puede ser necesario realizar una inspección periódica durante un lapso razonable (por ejemplo, una semana). Un ejemplo sencillo de lo anterior es la estimación de horas de uso de un sistema de iluminación, que, asociado a la jornada laboral, puede aproximarse a 8 horas encendidas al día (jornada laboral). También se deberá tener en cuenta el patrón de uso a lo largo de la semana (por ejemplo, aquellos casos donde la actividad se da de lunes a viernes se deberán ajustar poniendo la cantidad correspondiente de días/mes).

- **Consumo de energía:** finalmente, para determinar el consumo de energía del equipo, se debe multiplicar la potencia por las horas de uso diarias, con esto se obtendrá el consumo de energía del equipo durante un día. Posteriormente, para determinar el consumo anual, debemos multiplicar el valor de energía diario por la cantidad de días al año en los cuales dicho equipo trabaja.

  El Consumo anual que aparece en la Tabla 1 surge de hacer la siguiente cuenta:

  Consumo (MWh/año) = N° equipos iguales x potencia (kW) x Factor de carga (%) x Hs/día x Días/mes x 12 meses/año

  Para todos los casos, determinar las horas efectivas de utilización de un equipo es fundamental, ya que una sobrestimación (o subestimación) de éstas, indicará un consumo diferente al real, repercutiendo posteriormente en los ahorros obtenidos producto de un recambio u optimización energética.

Cabe destacar que la mejor forma de determinar el consumo real de un equipo es mediante la medición directa durante un ciclo representativo de trabajo (por ejemplo, una semana típica). Existen dispositivos portátiles que se pueden instalar durante un período determinado en la toma de un equipo y registra el consumo durante el tiempo que esté conectado. Esto se podría implementar en un primer relevamiento, especialmente cuando haya dificultades para estimar con ciertos criterios las horas de uso. Estos dispositivos pueden instalarse durante un período más representativo, por ejemplo 1 mes, o bien, durante una semana o un incluso un par de días, para determinar un patrón de consumo a lo largo del día.

Una vez realizada la identificación de todos los usos y consumos, el consumo anual total se puede contrastar con las facturas anuales de energía para evaluar si se está en el rango correcto. En caso de que los consumos presenten una marcada estacionalidad, se puede realizar el análisis de consistencia entre cálculo y factura para aquellos meses que presenten los consumos más altos y los más bajos.

A continuación, se adjunta una tabla recomendada para el relevamiento de los consumos de combustibles en flotas vehiculares. Al igual que para los consumos eléctricos, en el caso de los consumos de combustibles se deberá cargar una línea por cada tipo de vehículo que presente el mismo consumo estándar y la misma utilización, caso contrario se deberá crear una fila para cada uno de los vehículos existentes.

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS DE COMBUSTIBLES								
Área o sector	Fuente	Uso	Vehículo	Cant. de vehículos iguales	Consumo	Uso promedio		Consumo anual
					(km/litro)	(km/día)	(día/mes)	(itros/año)
Dónde?	Qué?	Para qué?	Qué vehículo?			km diarios recorridos	Días al mes de uso	
Ambulancias centro hospitalario	*Diesel*	*transporte de pacientes*	*Ambulancias modelo Y2*	*3*	*15*	*20*	*30*	*1440*

Tabla 2 – Relevamiento de Consumos de Combustibles

En este caso, el consumo anual de combustible surge de hacer la siguiente cuenta:

Consumo (litros/año) = [N° vehículos x km/día x días/mes x 12 meses/año] / (km/litro)

En cuanto al consumo en términos de km/litro, si se dispone de monitoreo satelital de recorrido y sistema de carga de combustible con una tarjeta dedicada por vehículo, se podrá considerar el consumo real por mes; caso contrario, se puede utilizar el consumo estándar establecido en el manual del vehículo.

3.5 Análisis de consumos energéticos

Una vez identificados los consumos energéticos según lo indicado en la sección anterior, se recomienda realizar un análisis de estos que permita identificar aquellos sistemas o equipos considerados como relevantes y de mayor impacto en el consumo total.

El nivel de profundidad con el que se puede llevar a cabo el análisis de datos se encuentra directamente relacionado con la capacidad tecnológica para medir o estimar el consumo energético. Como ya se mencionó en la sección anterior, si no se cuenta con medición directa del

consumo de equipos o instalaciones, es posible estimarlo en función de información de diseño y de operación, y luego, en base a este análisis, determinar un plan para la incorporación de mediciones en aquellos equipos o sistemas más significativos.

Es importante identificar todas las entradas para realizar un balance energético por dependencia, proceso o subsistema de la instalación bajo análisis.

El Balance Energético por usos sirve para determinar cuál es el uso con mayor incidencia en el consumo del organismo en cuestión y poder priorizar medidas de ahorro y eficiencia energética.

Para desarrollar el balance se deben agrupar todos los consumos relevados según la tabla de la sección anterior, de acuerdo con el "Uso" identificado para cada uno. En la Figura 3, se muestra un ejemplo.

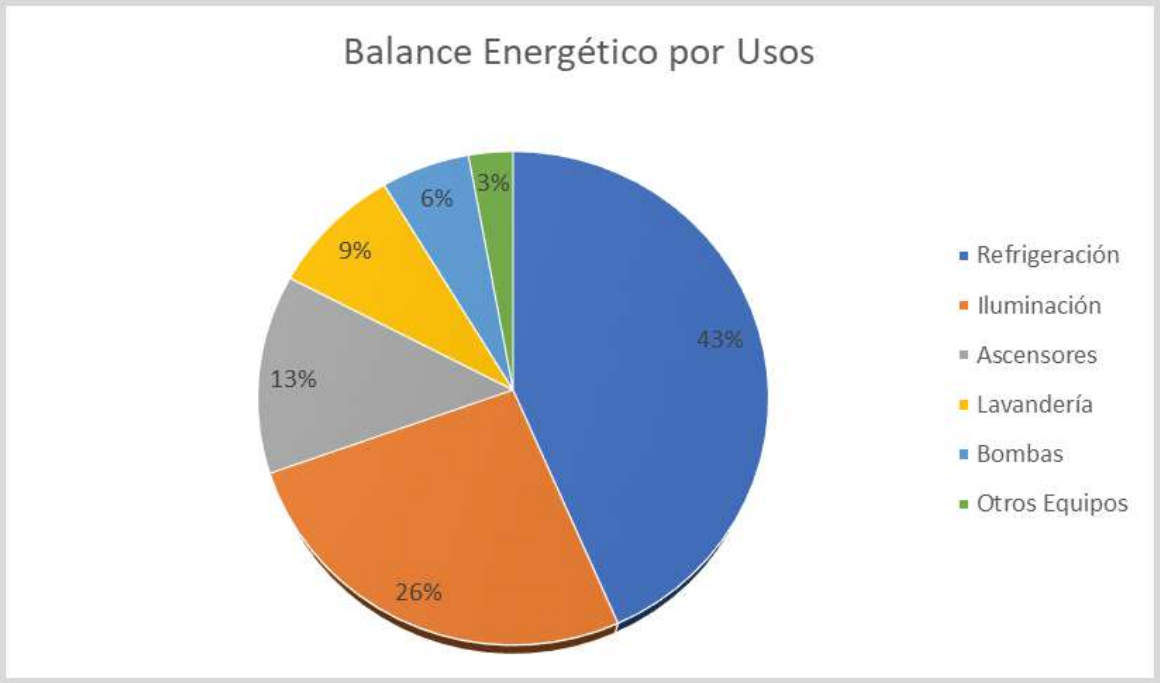

Figura 3 – Ejemplo de Balance Energético por Usos

En el ejemplo se puede ver que los mayores consumos se encuentran asociados a la refrigeración, la iluminación y los ascensores, ya que entre los tres se llevan el 82% de los consumos anualizados. Este análisis ya dará una pauta de en qué usos se deberá enfocar las medidas de gestión de la eficiencia energética.

El Diagrama de Pareto, también llamado curva cerrada o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Esta gráfica permite asignar un orden de prioridades.

El gráfico de Pareto se recomienda hacerlo con la totalidad de los equipos consumidores de energía, independientemente de su uso, de esa manera se podrá identificar cuáles son los equipos que representan el mayor consumo. A continuación se muestran dos ejemplos donde se listan todos los equipos ordenados de mayor a menor consumo y se va acumulando el consumo total; en el primer caso además, se identifica el tipo de uso por colores.

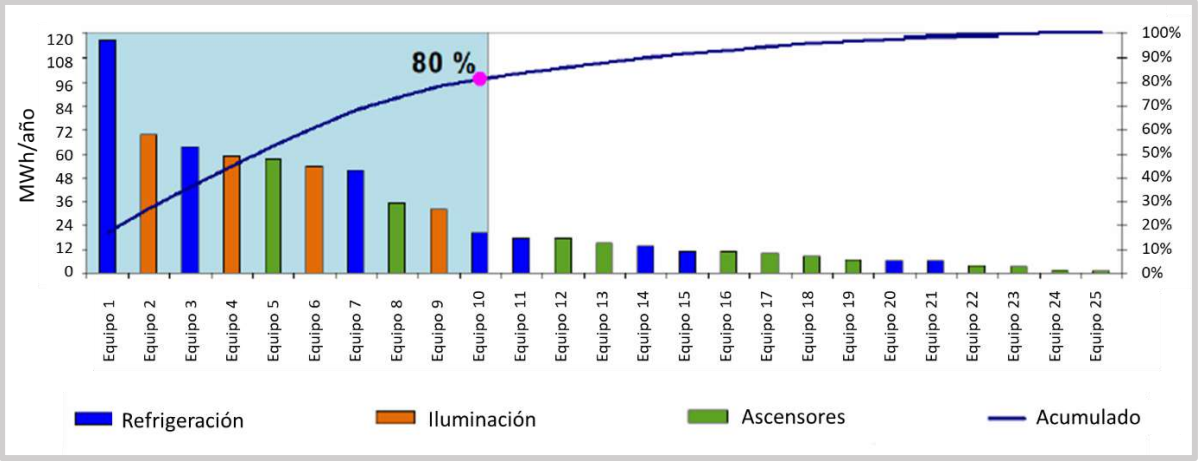

Figura 4 – Ejemplo 1 Diagrama de Pareto de Equipos Consumidores de Energía

En el gráfico de la Figura 4 se puede identificar rápidamente que hay 10 equipos que consumen el 80% de la energía total. Esta identificación se puede utilizar para determinar los Usos Significativos de la Energía (USE). En muchos casos, el 80% del consumo está dado por el 20% de los equipos de la instalación en análisis.

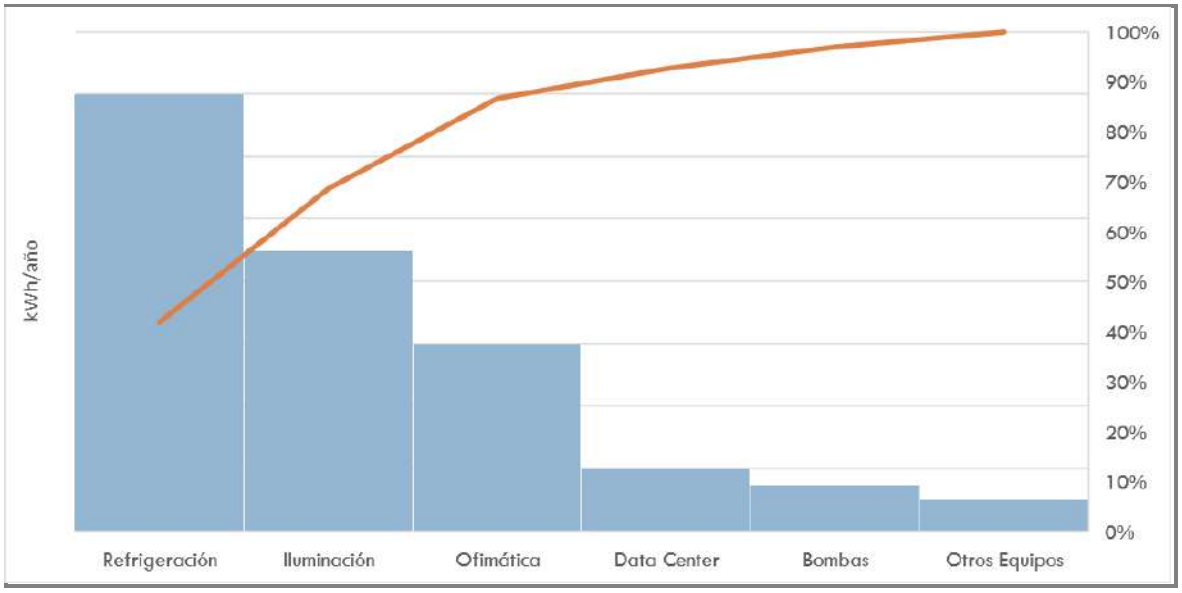

Figura 5 – Ejemplo 2 Diagrama de Pareto de Equipos Consumidores de Energía

Con el Diagrama de Pareto se puede entonces priorizar los esfuerzos en la búsqueda de medidas. Se presentan a continuación las prioridades a establecer en el caso del Ejemplo 2:

1. En primera instancia se deberá analizar el sistema de refrigeración, ya que este sistema es responsable de más del 50% del consumo de energía eléctrica.
2. Posteriormente, se deberá analizar el sistema de iluminación, dado que representa aproximadamente el 30% del consumo de energía eléctrica.

Al enfocar el análisis en estos dos sistemas, se están abordando los sistemas responsables por el 80% del consumo de electricidad. Por lo que una buena medida de uso eficiente en estos sistemas tendrá un impacto significativo en el consumo global del energético bajo análisis.

Como se puede ver, la priorización es la primera etapa del análisis de consumo de energía de las instalaciones. Ahora, es necesario conocer en profundidad como están compuestos los principales sistemas consumidores de energía, las tecnologías involucradas y las posibles medidas de eficiencia energética.

El análisis a través del Diagrama de Pareto permitirá definir prioridades no solo para la evaluación e identificación de medidas de eficiencia energética, sino también al momento de definir en qué puntos se justifica instalar instrumentos de medición para conocer con precisión el consumo energético y poder hacer un monitoreo continuo.

3.6 Identificación de los Usos Significativos de Energía (USE)

Como se mencionó en la definición de la sección 2, los "Usos Significativos de la Energía" o "USE" son aquellos que "representan un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético" y el criterio de significación es determinado por cada organización.

En el caso de la administración pública de Panamá se recomienda definir un criterio de significación para todo el sector público (por ejemplo, el 20% de los usos que involucran el 80% del consumo) separando el análisis de los consumos eléctricos de los de combustible ya que por la diferente naturaleza de ambos se requiere un abordaje particular para cada uno.

El Diagrama de Pareto y el Balance Energético por Usos son herramientas complementarias de priorización. Si bien lo más probable es que los principales equipos consumidores de energía identificados en el Diagrama de Pareto se correspondan a los principales usos surgidos del Balance Energético, también podría ocurrir que entre los principales consumidores se encuentre algún equipo que no corresponde a los principales usos identificados en el Balance y de todas maneras habría que tenerlo en cuenta.

En definitiva, se propone definir como criterio de significancia el siguiente:

> *"Se define como un Uso Significativo de Energía de una instalación[2] todo equipo o vehículo que se encuentren en el 20% de los usos que involucran el 80% de los consumos de electricidad o combustibles, respectivamente".*

Así mismo, se puede incorporar como segundo criterio de significancia:

> *"Todos los equipos asociados a los usos de energía que sumados representen el 50% o más del consumo total de la dependencia"*

Una vez realizada la identificación de los USE se trabajará exclusivamente sobre estos.

Para cada uno de los USE se deberán identificar - y registrar - los siguientes aspectos:

[2] "Instalación" se refiere a aquella que se haya determinado en función del Límite y el Alcance establecidos.

- ¿Qué variables impactan en forma significativa en el desempeño energético de este USE? *Puede ser tanto una "variable relevante" (factor cuantificable que cambia en forma rutinaria) como un "factor estático" (que no cambia en forma rutinaria).*
- ¿Qué persona o sistema realiza algún tipo de gestión sobre el USE o puede impactar en el desempeño energético del mismo? *Puede ser la simple utilización de un equipamiento o una gestión más sofisticada que implique manipulación de valores objetivo (seteos) o manejo de sistemas técnicos.*

Una variable que podría impactar en los USE es la temperatura ambiente y la estacionalidad en cuanto a la ocupación de las instalaciones, tal como se mencionó en el apartado 3.4.1.

3.7 Indicadores de Desempeño Energético (IDE)

Una vez identificados los USE, las variables relevantes y los factores estáticos que impactan sobre ellos, y las personas/sistemas vinculados en su gestión o uso, es conveniente avanzar en la definición de Indicadores de Desempeño Energético, los cuales brindarán una herramienta de gestión de los USE y permitirán su seguimiento y control.

Las características que deben cumplir los IDE para ser adecuados para cada organización son las siguientes:

- Deben ser apropiados para las actividades de cada organización.
- Deben permitir la gestión del desempeño energético de la organización bajo análisis.
- Se debe definir claramente quiénes y para qué se va a usar cada IDE.
- **Deben mostrar claramente la vinculación entre los USE y las variables relevantes o los factores estáticos que impactan en el desempeño energético de cada USE.**

EJEMPLO

Para el USE "climatización de la oficina de atención al público" podría tomarse como IDE "consumo / (empleados + clientes atendidos)", ya que la ocupación claramente es una variable relevante que impactará en el consumo del aire acondicionado; aunque también el consumo se modificará en función de la temperatura ambiente exterior; por lo que el indicador podría tener en cuenta ambos factores.

Algunos ejemplos de indicadores de desempeño energético en distintos edificios son los siguientes:

Indicador de desempeño energético	Unidades
Consumo energético por unidad de superficie	kWh/m2 x año
Consumo energético por trabajador	kWh/trabajador x año
Consumo energético por paciente atendido	kWh/paciente x año
Consumo energético por cama internación	kWh/ cama ocupada
Consumo energético por alumno	kWh/alumno x año
Consumo energético para refrigeración	kWh/año
Consumo energético para iluminación	kWh/año

TABLA 3 – Ejemplos de IDE para distintos edificios.

La definición de los IDE debe documentarse y ser conocida por todas las partes involucradas. Se recomienda desarrollar una ficha para cada IDE similar a la que se muestra a continuación, o al menos incluyendo toda la información aquí presentada:

Nombre del Indicador			
Descripción:			
Unidades:		Tipo de Indicador:	
Fecha rev. :		Variables – fuentes de dato:	
Periodicidad de datos:		Ecuación (cálculo):	
Comentarios /observaciones:			

Tabla 4 – Ficha de Indicadores de Desempeño Energético

Los IDE servirán para el monitoreo de los USE y para la posterior definición de objetivos y metas.

3.8 Identificación y priorización de oportunidades de mejora

Ya identificados los USE, las variables que impactan en su desempeño energético y los indicadores que se utilizarán para su seguimiento, es momento de identificar, priorizar y registrar las oportunidades de mejora.

Las oportunidades de mejora pueden estar asociadas a cambios en la utilización y/o operación de los equipos consumidores de energía, en el mantenimiento de los mismos, o más orientadas a un cambio de tecnología.

Es importante que se registren todas las oportunidades de mejora identificadas y se cuantifiquen, tanto en lo referido al impacto en el desempeño energético, como en los recursos necesarios para su implementación (procedimientos, personas, presupuesto). Todas las oportunidades de mejora identificadas se deben registrar, aun cuando se considere poco probable que se implementen en el corto plazo – por ejemplo, por restricciones presupuestarias -.

Una vez que se dispone del listado de Oportunidades de Mejora, un primer criterio de priorización está relacionado con el potencial de ahorro y el consumo de energía asociado, para lo cual se puede ordenar en un gráfico como el siguiente:

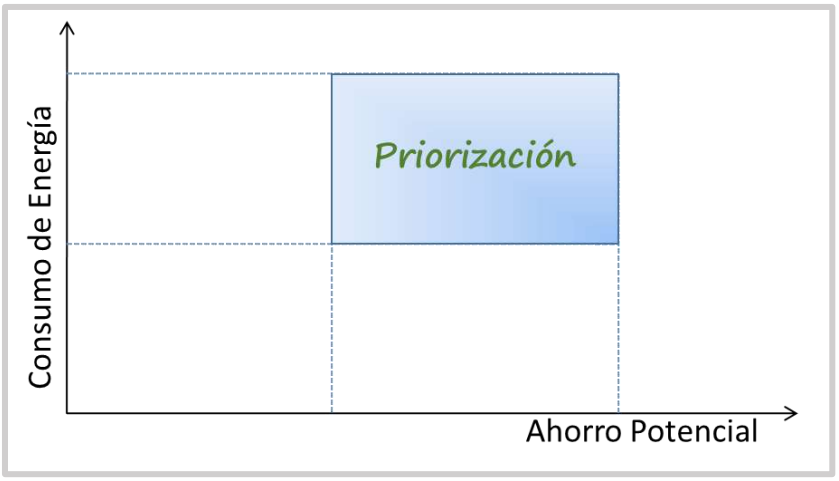

Figura 6 – Priorización de Oportunidades de Mejora

Un segundo criterio de priorización está vinculado con el impacto en el desempeño energético y su nivel de dificultad de implementación en términos de recursos involucrados.

Este análisis permitirá comenzar a aplicar aquellas de bajo costo y alto potencial, siguiendo por las de costo y potencial medios, y por último las alto costo y potencial medio o bajo.

En el gráfico que sigue se ejemplifica distintas medidas, cada segmento entre puntos muestra en abscisas las unidades de energía ahorrada y en ordenadas el costo de la medida por unidad de energía ahorrada. Las medidas están ordenadas con el criterio mencionado anteriormente.

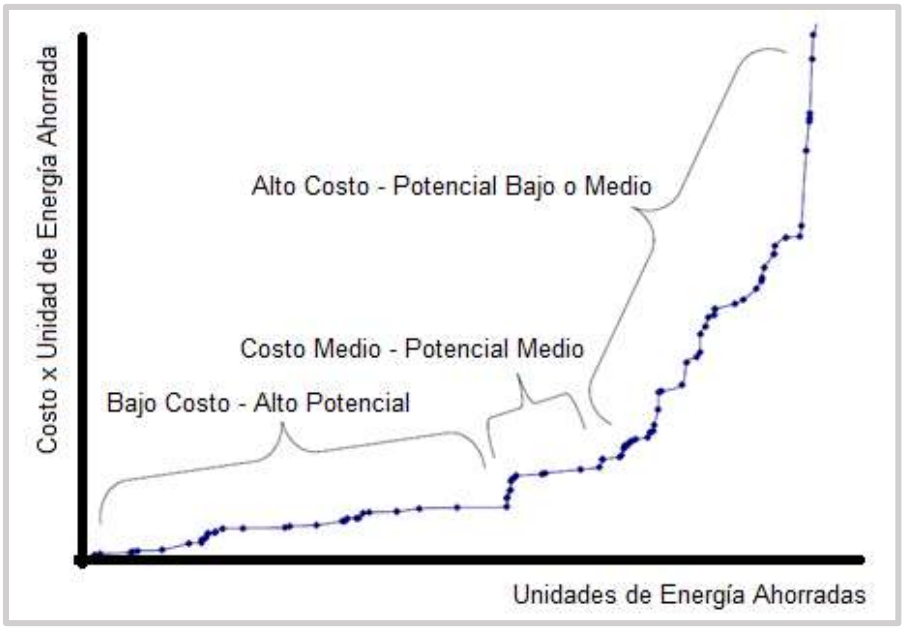

Figura 7 – Priorización de Oportunidades de Mejora

En las Guías 3, 4, 5 y 6 se describen las oportunidades de mejora más frecuentes para instalaciones de edificios administrativos, hospitales, escuelas y centros deportivos.

4 REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

En esta sección se adjunta el formato de reporte explicado en la sección anterior, listo para ser completado para cada caso específico.

A) DATOS GENERALES

- Institución:
- Dependencia:
- Instalación:
- Tipo de instalación:
- Área/sector:
- Domicilio:
- Distribuidora eléctrica:
- Administrador Energético de la Institución:
- Responsable de la instalación (si hubiera designado):
- Miembros del Comité de Energía de la institución:

B) IMPACTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN LA ORGANIZACIÓN

¿La energía es crítica para la prestación de servicios de la institución/instalación?	
¿Conocen el impacto del costo de energía en el presupuesto total de la institución?	
¿Conocen las acciones y tecnologías con mayor eficiencia energética que generarían una reducción en el consumo de energía?	
¿Considera que invertir en nueva tecnología es la única ruta para disminuir el consumo de energía?	
¿Conocen la regulación y normas de eficiencia energética aplicables a la institución?	

C) LÍMITES Y ALCANCE DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO A EVALUAR

- *ALCANCE: defina cuál es la extensión de actividades e instalaciones alcanzadas por el relevamiento.*
- *LÍMITES: defina cuál/es el/los límites físicos o de emplazamiento del que se evaluará el desempeño energético.*

D) RELEVAMIENTO DE USOS Y CONSUMOS DE ENERGÍA

Completar por separado los usos y consumos eléctricos de los de combustible

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS ELÉCTRICOS								
Área o sector	Uso	Equipo	Cantidad (equipos iguales)	Potencia unitaria	Factor de carga	Frecuencia de uso		Consumo anual
				(kW)	(%)	(hs/día)	(día/mes)	(MWh/año)
¿Dónde?	¿Para qué?	¿Qué equipo?				Horas diarias de uso	Días al mes de uso	¿Cuánto? (energía total consumida en el año)
Atención al público	*climatización*	*Equipos aire acondicionado Mod. X1*	*4*	*3,2*	*80%*	*8*	*22*	*21,63*

Tabla 5 – Relevamiento de Consumos Eléctricos

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS DE COMBUSTIBLES								
Área o sector	Fuente	Uso	Vehículo	Cant. de vehículos iguales	Consumo	Uso promedio		Consumo anual
					(km/litro)	(km/día)	(día/mes)	(itros/año)
¿Dónde?	¿Qué combustible?	¿Para qué?	¿Qué vehículo?			km diarios recorridos	Días al mes de uso	
Ambulancias centro hospitalario	*Diesel*	*transporte de pacientes*	*Ambulancias modelo Y2*	*3*	*15*	*20*	*30*	*1440*

Tabla 6 – Relevamiento de Consumos de Combustibles

E) ANÁLISIS DE CONSUMOS ENERGÉTICOS

Tanto para los usos y consumos de electricidad como de combustibles líquidos se deberán realizar:

- Balance Energético por Usos
- Diagrama de Pareto de Consumo

F) DETERMINACIÓN DE LOS USOS SIGNIFICATIVOS DE LA ENERGÍA

Con ambos gráficos del punto anterior se pueden identificar los Usos Significativos de la Energía. Los mismos se deberán marcar en la tabla de usos y consumos, pudiendo dejar todos los consumos en la misma tabla o desarrollar una nueva solo con los USE identificados.

Para cada uno de los USE se deberán identificar - y registrar - los siguientes aspectos:

- ¿Qué variables impactan en forma significativa en el desempeño energético de este USE?
- ¿Qué persona o sistema realiza algún tipo de gestión sobre el USE o puede impactar en el desempeño energético del mismo?

Al final de esta sección 4 se adjunta una tabla con este punto y los próximos a analizar.

G) IDENTIFICACIÓN Y PRIORIZACIÓN DE OPORTUNIDADES DE MEJORA

Ya identificados los USE, las variables y personas/sistemas que impactan en su desempeño energético, se deben identificar, priorizar y registrar las oportunidades de mejora vinculadas a los USE.

En la tabla final se propone incorporar una descripción de las oportunidades de mejora identificadas, categorizándolas según se refieren a modificar criterios de operación/utilización de las instalaciones, mejorar prácticas de mantenimiento, o realizar un cambio tecnológico. También se incluyen dos criterios sencillos para realizar una primera priorización de las oportunidades de mejora identificadas; estos criterios están vinculados al impacto en la mejora del Desempeño Energético y al costo de implementación. De esta manera se podrán priorizar rápidamente aquellas acciones de alto impacto de mejora y bajo costo de implementación.

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS ELÉCTRICOS																			
Área o sector	Uso	Equipo	Cantidad (equipos iguales)	Potencia unitaria	Factor de carga	Uso promedio			Consumo anual	Variables relevantes o factores estáticos	Capacidad de gestionar el consumo	USE[3]	Oportunidades de mejora			Impacto en mejora del DE		Costo de implementa-ción	
				(kW)	(%)	(hs/día)	(día/mes)	Supuestos realizados	(MWh/año)		(personas o sistemas)	SI/NO	Operación	Mantenimiento	Inversión /tecnología	Alto	Bajo	Alto	Bajo

Tabla 7 – Relevamiento de Consumos Eléctricos e identificación y priorización de oportunidades de mejora

RELEVAMIENTO DE CONSUMOS DE COMBUSTIBLES																			
Área o sector	Fuente	Uso	Vehículo	Cantidad de vehículos iguales	Consumo	Uso promedio			Consumo anual	Área o sector	Fuente	USE[3]	Oportunidades de mejora			Impacto en mejora del DE		Costo de implementa-ción	
				(kW)	(km/litro)	(km/día)	(día/mes)	Supuestos realizados	(MWh/año)		(personas o sistemas)	SI/NO	Operación	Mantenimiento	Inversión /tecnología	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Dirección	*Gasolina*	*Traslado de funcionarios*	*Marca, modelo y patente*	*2*	*12*	*40*	*22*		*1760*	*Estado del tráfico Esperas con motor encendido*	*Conductor a cargo*	*SI*	*Capacitación en conducción eficiente*			*x*			*x*

Tabla 8 – Relevamiento de Consumos de Combustible e identificación y priorización de oportunidades de mejora

Esta herramienta se encuentra en formato Excel y se puede descargar desde http://www.energia.gob.pa/archivos/ Documentos – archivos- carpetas -energía -programa administradores energéticos.

[3] USE: El "SI/NO" de la tabla hace referencia a indicar si el uso incluido corresponde a un Uso Significativo de Energía (USE) o no.

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 3 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 3 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO 6
4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 7
4.1 Componentes de un sistema de refrigeración 7
4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración 8
5 ILUMINACIÓN 13
5.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación 13
5.2 Clasificación de Lámparas 14
5.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación 16
6 EQUIPOS DE OFIMÁTICA 18
6.1 Clasificación de equipos de ofimática 18
6.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática 18
7 AGUA CALIENTE SANITARIA 20
7.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) 20
7.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS 21
8 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS 23
8.1 Características de los sistemas de bombeo y motores 23
8.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores 27

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación
  - Equipos de ofimática

- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Como se explica en la Guía 1 de esta misma serie, el *Desempeño Energético* es un concepto amplio que incluye cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.



FIGURA 1 – Conceptos incluidos en "Desempeño Energético"

Existen tres tipos de medidas para mejorar el desempeño energético de una instalación: las vinculadas con la operación o el uso de las instalaciones, que suelen tener un fuerte componente de hábitos por parte de los usuarios finales; aquellas referidas al mantenimiento del equipamiento de consumo de energía, y las de eficiencia energética relacionadas directamente con la tecnología de los equipos en cuestión.

A lo largo de esta Guía se realizarán recomendaciones para mejorar el desempeño energético de los edificios administrativos a través de estos tres tipos de medidas.

En la Guía 2 se describió como desarrollar un Reporte de Desempeño Energético, partiendo de los diferentes usos y consumos, hasta la identificación de los usos significativos de la energía (USE). alcance para poder definir los usos significativos.

En esta sección se muestran cuáles son las medidas típicas que se pueden abordar para reducir el consumo energético de un edificio administrativo, considerando aspectos de operación y hábito, mantenimiento y tecnología eficiente.

Se utiliza como ejemplo un perfil de consumo energético de un edificio con el mismo destino de uso que le ayudarán como punto de partida para contrastar con el perfil de su edificio. Este perfil podrá variar según el tamaño, el factor de ocupación, el límite que se ha determinado dentro del edificio (si es compartido con otras dependencias, si tiene medidor compartido con otras áreas, etc.) y en función a los usos que estén siendo utilizados según la circunstancia.

En el sector administrativo, los mayores consumos suelen ser la refrigeración, iluminación, equipos de ofimática, y en algunos casos según el tamaño del edificio, y dependiendo si es de uso exclusivo o no, aparecerán también consumos asociados a fuerza motriz que está compuesta de ascensores, bombas y motores. Su consumo va a depender del uso de las instalaciones, del diseño y materiales que componen al edificio, del nivel de eficiencia que tenga su equipamiento y la debida gestión energética que lleve adelante en el edificio.

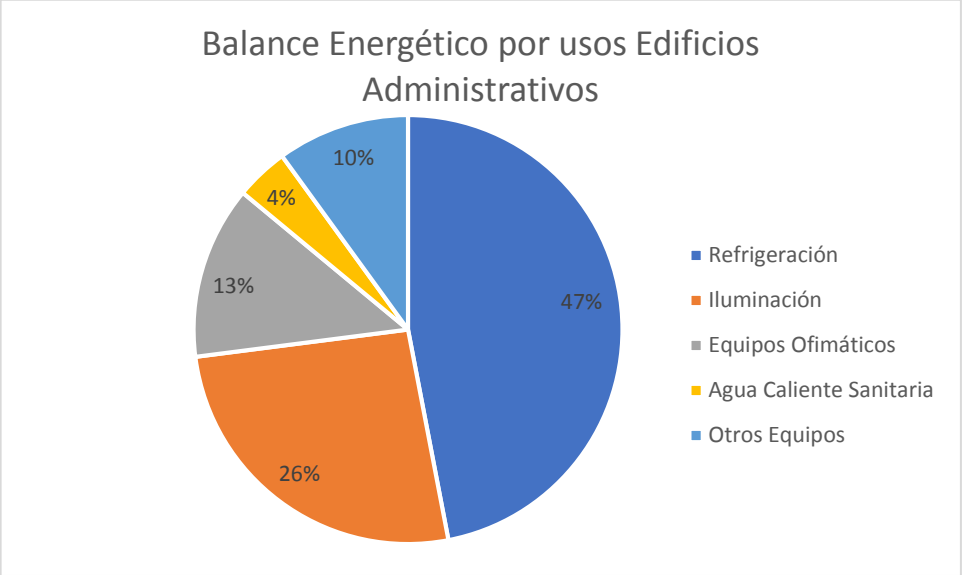

FIGURA 2 - Ejemplo de balance energético por usos edificios administrativos. Fuente: propia en función a las instalaciones y horarios de uso.

4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Como se ve en el ejemplo de balance energético por usos de edificios administrativos, la refrigeración es el mayor consumo en este tipo de instalaciones, es por ello que se va a tratar en primer lugar. A lo largo de este inciso se verán los componentes de un sistema de refrigeración y distintas medidas que se pueden implementar para generar un ahorro energético en este uso significativo.

4.1 Componentes de un sistema de refrigeración

En el caso de los sistemas de refrigeración, prácticamente todos los equipos operan bajo un ciclo de compresión de gas (refrigerante). En la zona que se desea enfriar se instala el “evaporador”, denominado de esta manera porque le quita al ambiente (cámara de frio, espacio refrigerado, etc.) la energía necesaria para evaporar el refrigerante que circula dentro del ciclo.

Posteriormente ese refrigerante, en estado gaseoso, es tomado por un compresor, el cual eleva su presión y temperatura, para luego pasar a la unidad de condensación (es esta unidad que se suele ver en los techos de los recintos o en las paredes exteriores), donde el refrigerante cede su energía al ambiente, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante ingrese nuevamente al evaporador, es sometido a una rápida y drástica reducción de presión en la válvula de expansión, con lo que baja rápidamente su temperatura y continúa el ciclo.

Una variación al ciclo de refrigeración descrito anteriormente corresponde al remplazo de la unidad de compresión, por un sistema de absorción, reduciendo con esto la cantidad de energía eléctrica que el ciclo necesita para operar, a costo del requerimiento de una fuente de calor. El ciclo de absorción aprovecha la condición de solubilidad del refrigerante en la otra sustancia o absorbente.

Cuando el refrigerante abandona el evaporador (como gas), es mezclado con el absorbente y el gas se combina con el líquido, mezcla que ahora puede ser bombeada hasta la presión necesaria en el generador (lo que requiere mucha menos energía que la compresión). Luego, para separar nuevamente el absorbente del refrigerante, a la mezcla a alta presión se le debe aplicar calor. Con esto, debido a las diferentes propiedades termodinámicas de las sustancias, el refrigerante se evapora y el refrigerante se dirige al condensador para continuar el ciclo.

Existen equipos (chillers) que utilizan la combustión de un combustible como fuente de calor, mientras que, en otras ocasiones, cuando existen fuentes de calor de desecho, éstas pueden ser aprovechadas para realizar la separación de los líquidos, disminuyendo considerablemente el costo por concepto de energía que requiere el ciclo.

Tal como se ha descrito anteriormente, en los sistemas de refrigeración, el elemento de mayor consumo energético es el compresor de refrigerante.

A diferencia de lo que ocurre en las calderas, los sistemas de refrigeración no utilizan el concepto de eficiencia, sino más bien se clasifican en función de su Coeficiente de Operación (COP). Este coeficiente nos indica cuánta energía térmica es capaz de entregar el equipo por cada unidad de energía consumida.

Entre los condicionantes que de forma más común y habitual afectan al funcionamiento en una instalación real, se destacan los que se resumen a continuación:

4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en refrigeración, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

4.2.1 Operación / hábitos

"Free cooling"

La técnica de "free cooling" consiste en el aprovechamiento del aire exterior durante los periodos del día en que la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada. Solo puede utilizarse en aquellos edificios que se pueda regular la apertura de las aberturas. Suele utilizarse con mayor frecuencia en zonas donde ocurren las 4 estaciones, pero también puede ser utilizada en Panamá en aquellas horas del día donde la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior del edificio, generalmente temprano por la mañana o por la noche. De esta forma intercambiando el aire, se podrá ventilar y bajar la temperatura del interior del edificio sin necesidad del uso de la energía. Para la aplicación de esta técnica se deberá realizar un seguimiento y medición de la temperatura a fin de determinar los rangos para su inicio y su fin.

Este mecanismo puede ser realizado de forma manual con la apertura de ventanas que generen el intercambio de aire, o a través de ventilación mecánica cuando la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada.

Control de temperaturas por zonas; según su orientación y nivel de ocupación.

Se explicó anteriormente la incidencia que tienen las cargas térmicas en el acondicionamiento térmico del edificio. Las cargas térmicas pueden ser exteriores el edificio (de una fuente de calor como puede ser el sol) o pueden provenir del interior como son las cargas internas generadas por sus habitantes, los sistemas de iluminación u otros consumidores de energía que disipan calor durante su funcionamiento. Los controles de temperatura permitirán ajustar los consumos en función de:

- Variabilidad de las condiciones de ambiente exterior, las cuales hay que tener en cuenta para ajustar el funcionamiento de la máquina a la situación de capacidad deseada.
- Variabilidad de las ganancias externas e internas de calor del edificio, durante cualquier periodo de tiempo determinado, que afectan directamente a la potencia frigorífica demandada a lo largo del día.
- El sistema de control no debería permitir temperaturas por debajo de 24°C. Esta limitación debería realizarse sobre todo en los casos donde la persona que fije la temperatura del termostato no pague el consumo de electricidad.

4.2.2 Mantenimiento

Adecuado mantenimiento y limpieza en evaporadores y condensadores.

Funcionamiento defectuoso de elementos y componentes de las instalaciones que, aun siendo ajenos a las máquinas de producción, afectan directamente a sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, el mal funcionamiento del dispositivo de control de las condiciones ambientales de una zona en un edificio implica situaciones de demanda anómalas para los equipos de producción, que pueden perturbar su estabilidad originando, entre otros efectos, arranques y paradas frecuentes de los compresores.

Limitación en la energía consumida por los ventiladores

La energía eléctrica consumida por los ventiladores suele ser una parte importante de la energía consumida por la instalación de climatización. En general, hay que descartar los sistemas que funcionen muchas horas a caudal constante.

En los sistemas de ventilación, debe prestarse especial atención a la potencia eléctrica consumida por los equipos debida sobre todo a los filtros. En este sentido es recomendable:

- Instalar filtros de tamaño superior al correspondiente al caudal de ventilación. La velocidad del aire al pasar por el filtro será menor y la pérdida de carga también.
- La sustitución de los filtros debería producirse cuando la pérdida de carga sea de 300-350 Pa (en lugar de los 450 Pa que suelen fijar los fabricantes). De esta forma se seleccionarán ventiladores de menor potencia que consumirán menos energía.
- Control de la ventilación. Se recomienda emplear siempre sondas de calidad del aire para no ventilar más de lo necesario.

Aislación de tuberías y conductos

Esta medida está vinculada a asegurar el mantenimiento en buen estado de la aislación de tuberías y conductos, así como incorporar un plan de aislaciones en aquellos casos en que éstas no estén presentes en la instalación.

En un ciclo de frío, la línea de vapor (aspiración del compresor) está entre 0 y 5°C y si no se aísla la tubería y los accesorios aparecerán condensaciones. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En ciclo de calor, la línea de vapor (impulsión del compresor) está a más de 40°C y debería aislarse. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En todo caso, las tuberías de refrigerante deben estar aisladas para evitar la posibilidad de condensaciones superficiales. En el caso de tuberías de refringente que circulen por ambientes con altos contenidos de humedad (piscinas, saunas, aseos), se deberá asegurar que no se produzcan condensaciones con el espesor de aislamiento recomendado por el fabricante.

4.2.3 Tecnología eficiente

Reducir la carga térmica en las zonas a climatizar.

Mejorar la aislación en la envolvente del edificio reducirá el intercambio de calor entre el exterior y el interior. Esto quiere decir, utilizar sistemas constructivos con materiales aislantes y cerramientos con una transmitancia térmica baja.

También, utilizar toldos, parasoles o vegetación natural en aquellas caras más expuestas a la radiación solar reducirá las cargas térmicas generadas por el aporte solar.

Instalación de equipos de alta eficiencia energética

Cuando se esté pensando en una instalación nueva o un recambio de equipos siempre se debe optar por la opción más eficiente. Si su uso es intensivo, como es el caso de los equipos de refrigeración, la inversión se amortiza en poco tiempo ya que los ahorros suelen ser muy grandes. La comparación de especificaciones técnicas y la etiqueta de eficiencia energética de diferentes opciones de equipos resulta fundamental a la hora de planificar la adquisición o reemplazo de equipamientos.

Para los aires acondicionados se utiliza como criterio de eficiencia el valor del índice o relación de eficiencia energética (REE), medido generalmente en [BTU/Wh]. Este índice expresa la eficiencia eléctrica relativa, expresada como la relación entre la capacidad de enfriamiento térmica sobre la potencia eléctrica.

A continuación, en la Figura 3, se puede ver un ejemplo de una etiqueta de acondicionador de aire con un REE de 3,20, que es levemente superior al mínimo establecido por norma (REE de 3,08). Este acondicionador de aire logra obtener un ahorro de un 4%. A medida que el REE aumenta el ahorro energético va aumentando y se ve reflejado en la escala porcentual que se muestra en la etiqueta.

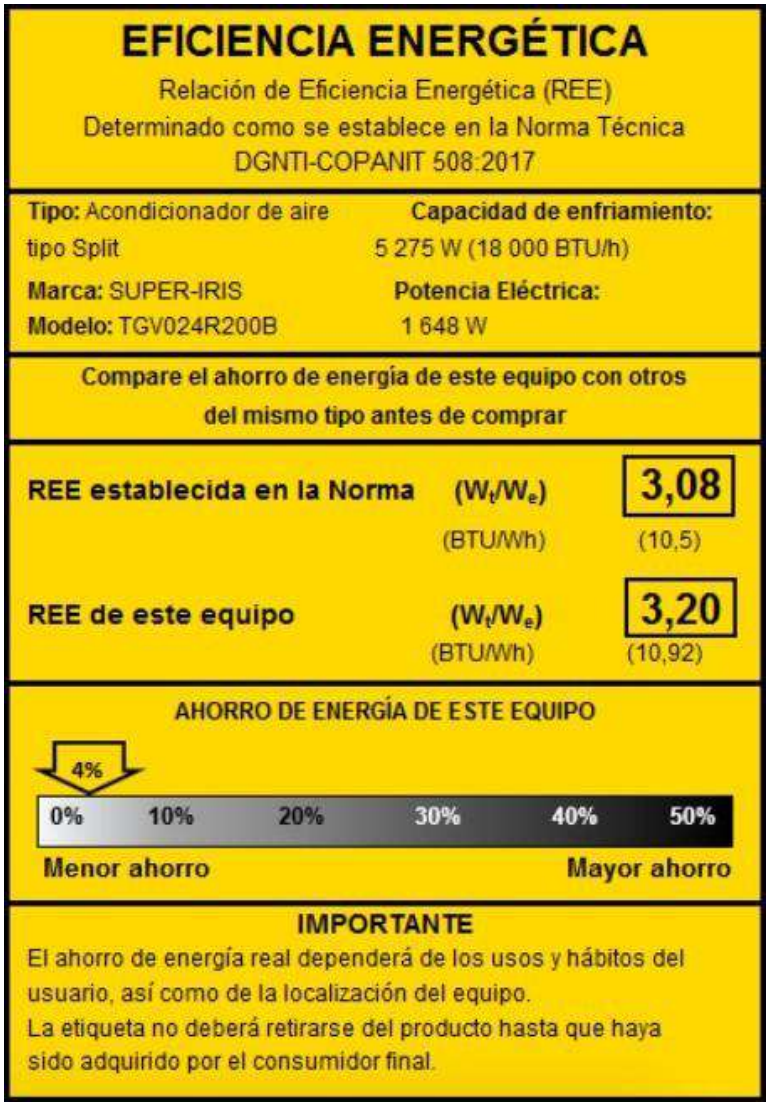

FIGURA 3- Modelo de etiqueta de eficiencia energética en Panamá para Acondicionadores de Aire

Fecha de inicio de la prohibición de importación de equipos Acondicionadores de Aire que no cumplan con el Reglamento Técnico correspondiente: 31 de Diciembre de 2019.

Los equipos a continuación cuentan con Reglamento Técnico aprobado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central Hasta 5 Ton
- Acondicionadores de Aire tipo Dividido (Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo Ventana

Los equipos que todavía no tienen el Reglamento Técnico aprobado al 31 de Diciembre de 2019 son los siguientes y están exentos de exhibir la etiqueta y el certificado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central mayores de 5 Toneladas
- Acondicionadores de Aire tipo ventana Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) on/off (no inverter)
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Multi-Split) Inverter

- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) Inverter con doble compresor
- Todo equipo que no tenga Norma y Reglamento Técnico vigente en Panamá

Utilizar sistemas de enfriamiento evaporativo.

El enfriamiento evaporativo es una alternativa eficaz y segura para el ahorro de energía aplicada a la condensación por agua en las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado.

El principio de refrigeración evaporativa, materializado en las torres de refrigeración y en los condensadores evaporativos, desempeña un papel fundamental en la refrigeración moderna. Entre sus ventajas se cuenta el ahorro energético, la seguridad y una inmejorable relación entre la inversión y el rendimiento.

Los equipos de enfriamiento evaporativo, con independencia de cuales sean sus modalidades y características específicas, incorporan:

- Una superficie de intercambio de calor y masa, humedecida mediante un dispositivo de distribución de agua.
- Un sistema de ventilación (natural o forzada) encargado de favorecer y, en su caso, forzar el paso del aire ambiente a través de la sección de intercambio de calor y masa.
- Y diferentes componentes auxiliares tales como la balsa colectora de agua, bomba de recirculación, eliminadores de gotas e instrumentos de control.

A pesar de ser un sistema altamente eficiente, cabe destacar que los equipos de refrigeración evaporativa son susceptibles de desarrollar la bacteria "legionella pneumophila" si el agua que recibe de la red está contaminada y el equipo no se mantiene de forma adecuada.

Asegurar adecuado dimensionamiento de los equipos.

El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige comprender el volumen de aire a refrigerar en conjunto con la cantidad de calor producido por los equipos contenidos en el espacio que se desea refrigerar, junto con el calor producido por otras fuentes de calor que habitualmente también están presentes, la orientación y el intercambio de calor con el exterior.

Un sobredimensionamiento puede causar gastos innecesarios en el costo inicial de los equipos de refrigeración y sobrecostos en la vida útil del equipo.

Un sub-dimensinamiento no cubrirá las necesidades de confort y será un equipo que trabajará sobre exigido para poder cubrir con la demanda solicitada teniendo más probabilidades de rotura.

Utilizar sistemas de velocidad variable en bombas o ventiladores.

Los motores de bombas y ventiladores estándar siempre funcionan a máxima velocidad y, por consiguiente, consumen más energía que la necesaria para la tarea que cumplen. Un variador de velocidad aminora la marcha de un ventilador o bomba cuando la carga decrece.

5 ILUMINACIÓN

5.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación

Antes de analizar los consumos de un sistema de iluminación, es necesario definir algunos conceptos:

- **Lámpara:** corresponde al equipo emisor de luz, como ejemplo, las ampolletas incandescentes y los tubos fluorescentes.
- **Luminaria:** se refiere a la estructura que sostiene la lámpara.
- **Lumen (lm):** es la cantidad de luz que es capaz de emitir una lámpara bajo condiciones determinadas, además es la unidad propia del flujo luminoso.
- **Balasto:** Dispositivo auxiliar necesario para el funcionamiento de ciertos tipos de lámparas como ejemplo, los tubos fluorescentes. Hay dos tipos de balastos:
    - *Balastos Magnéticos:* corresponden a una tecnología antigua, que suele requerir de accesorios adicionales para su correcto funcionamiento (como el ignitor) y generalmente degradan con relativa rapidez la cantidad de luz que emite la lámpara.
    - *Balastos Electrónicos:* dispositivos más eficientes que los anteriores, e incorporan todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, además de prolongar la vida útil de las lámparas en comparación a los balastos magnéticos.
- **Rendimiento luminoso:** representa la cantidad de luz que una lámpara es capaz de entregar por cada unidad de energía consumida, se mide en [lm/Watt].
- **Lux:** es la medida de la iluminancia o el nivel de iluminación en un sitio. Este valor es importante ya que existen niveles de referencia para cada tipo de actividad que se desarrolla. Este valor se mide sobre el plano de trabajo (usualmente 0,8 metros) y se utiliza un instrumento llamado luxómetro para determinarlo.
- **CRI o Ra:** corresponde al índice de reproducción cromática (CRI) o rendimiento de color (Ra). Dicho de otra forma, indica qué tan real (comparado con la iluminación natural) es la reproducción del color. Este valor es importante en instalaciones donde es necesario destacar los colores (a modo de ejemplo vitrinas de productos). Un valor de CRI mayor a 80 es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, salvo en aquéllas donde sea necesario entregar una clara diferenciación de los colores, en ese caso deberán escogerse lámparas con un mayor nivel de CRI. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un índice de reproducción cromática muy bueno, que permite identificar claramente los distintos colores y tonalidades, a diferencia de, por ejemplo, la luz monocromática de una sala de revelado fotográfico, en que todo se aprecia entre tonos rojos y no permite la diferenciación de color.
- **Reflector:** es un elemento usualmente utilizado en las luminarias para focalizar y potenciar el flujo luminoso hacia la zona de utilización, generalmente es recomendable utilizar reflectores de aluminio anodizado de alta pureza, con un espesor de 0.4 milímetros.
- **Difusor:** elemento encontrado en algunas luminarias, cuya función es evitar que los rayos de luz incidan directamente sobre los usuarios, evitando de esta forma el encandilamiento y entregando un haz luminoso menos concentrado y más uniforme en su campo de acción. Los difusores suelen estar compuestos por “lamelas”, que son pequeñas láminas instaladas delante de la lámpara.

- **Temperatura de color:** esta característica se mide en Kelvin y hace referencia al color de luz que la lámpara entrega. Una baja temperatura de color (2700 K) indica una luz cálida (amarilla), mientras que, para valores más altos de la temperatura de color, la luz proporcionada es más blanca o fría (desde 3.000k hasta 10.000k).

5.2 Clasificación de Lámparas

- **Lámparas incandescentes:** tal como su nombre lo indica, estas lámparas funcionan a la alta temperatura que alcanza el filamento (usualmente de tungsteno), al llegar a una temperatura determinada, el filamento irradia luz en el espectro visible. Las principales características de estas lámparas son las siguientes:
  - Rangos típicos de potencia entre 25 a 150 Watts.
  - Tienen un alto CRI, siendo las lámparas con mejor reproducción cromática.
  - Presentan un bajo rendimiento lumínico, ya que aproximadamente el 70% de la energía eléctrica que consumen es liberada en forma de calor al ambiente.
  - Re-encendido inmediato.
  - No presenta reducción del flujo luminoso (o depreciación de la cantidad de luz emitida) a lo largo de toda su vida útil.
- **Lámparas halógenas:** estas lámparas también son consideradas incandescentes, pero su particularidad es que entregan una iluminación dirigida, lo que las hace muy comunes en zonas donde se desea resaltar alguna característica o producto, sus principales características son las siguientes:
  - Rangos de potencia entre 150 a 2000 Watts.
  - Tienen una alta reproducción de color (CRI).
  - Como las incandescentes, también liberan una gran cantidad de calor, variable que debe ser considerada cuando se requieran utilizar. Las lámparas halógenas liberan el calor en la misma dirección del flujo luminoso, mientras que las lámparas dicroicas (de aspecto similar a las halógenas), liberan calor en dirección contraria al flujo luminoso.
  - Re-encendido inmediato.
  - No presenta reducción del flujo luminoso en toda su vida útil.
- **Tubos fluorescentes:** son quizás los equipos más utilizados en todos los sectores. El proceso de funcionamiento se produce mediante excitación del gas contenido en su interior y requieren de un balasto. Los tubos fluorescentes se denotan con T y un número, el número que acompaña se refiere al diámetro del tubo medido en octavos de pulgada, por tanto, un tubo T8 tendrá un diámetro de una pulgada, mientras que un tubo T5, tendrá un diámetro de 5/8 de pulgada. Las principales características son:
  - Rangos de potencia entre los 14 y 120 Watts.
  - Diferentes diámetros y largos, este último fluctúa entre 0,5 y 1,5 metros.
  - La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
  - Presentan una menor reproducción de color (CRI).
  - Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de “calentamiento”.
  - Son recomendados para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidos durante periodos largos (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
  - Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
  - Existen tubos de luz cálida y fría.
- **Lámparas fluorescentes compactas (LFC):** estas lámparas son las comúnmente conocidas como “lámparas de ahorro de energía”, éstas requieren de un equipo auxiliar para

funcionar (balasto, generalmente incorporado dentro de la misma lámpara). El principio de funcionamiento de estas lámparas es similar al de un tubo fluorescente (mediante la excitación eléctrica de un gas), las principales características de estas lámparas son las siguientes:

- Rangos de potencia varía entre los 7 y 150 Watts.
- Existen lámparas de luz cálida o fría.
- Presentan un mejor rendimiento lumínico que las incandescentes, requiriendo una menor potencia para entregar el mismo flujo luminoso.
- La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
- Presentan una menor reproducción de color (CRI).
- Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de "calentamiento".
- Son recomendadas para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidas durante periodos largo (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
- Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.

- **LED:** estas lámparas corresponden a los diodos emisores de luz (por sus siglas en ingles). Inicialmente esta tecnología era ampliamente utilizada en tableros eléctricos, luces de freno en automóviles o luces indicativas en equipos electrónicos, actualmente es común verlas en diversas aplicaciones como señaléticas de tránsito, semáforos, alumbrado público e incluso en iluminación de interior. Las principales características son las siguientes:
  - Larga vida útil, superior a todas las demás tecnologías.
  - Bajo nivel de reproducción de color (CRI).
  - Temperatura de luz fría.
  - Sensibles a variaciones de voltaje o calidad de energía.
  - Pueden perder una proporción importante del flujo luminoso que entregas sin fallar completamente.
  - Aún son de alto costo.
  - Según la calidad de éstos, presentan diferencias en el color de luz que entregan.
- **Lámparas de haluro metálico:** son conocidas como lámparas de descarga, comúnmente utilizadas en bodegas o recintos deportivos, también son utilizadas en alumbrado público (principalmente en plazas o paseos), sus principales características son:
  - Presentan una buena eficacia lumínica.
  - Están disponibles en un amplio rango de potencias.
  - Requieren de un largo tiempo de re-encendido
  - Moderada reproducción de color.
- **Lámparas de vapor de sodio:** son lámparas utilizadas para iluminar grandes áreas por largos periodos de tiempo, por lo que son usualmente usadas en alumbrado público. Algunas características:
  - Tienen un rápido encendido.
  - Presentan una baja reproducción de color.
  - Requieren de un balasto para funcionar.
  - Requieren de un tiempo para su re-encendido.
  - Las lámparas de vapor de sodio de alta presión entregan una luz amarilla clara, con un rango de CRI bajo a medio, mientras que las de vapor de sodio de baja presión entregan una luz amarillo-anaranjada con un CRI bajísimo.

A continuación, se puede ver una tabla comparativa de las características de las diferentes tecnologías.

LAMPARA INCANDESCENTE	LAMPARA HALOGENA	FLUORESCENCIA COMPACTA	LED MR16 / AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30.000 horas
			
15W /100 lm	10W / 140 lm	3W / 150 lm	1W / 75 lm*
60W / 710 lm	35W / 600 lm	12W / 650 lm	7W / 750 lm*
75W / 1100 lm	50W / 910 lm	18W / 1150 lm	10W / 1100 lm*
100W / 1600 lm	75W / 1450 lm	23W / 1600 lm	15W / 1400 lm*

TABLA 1 - Comparativa de tecnologías en iluminación.

5.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación

El primer paso para poder evaluar una opción de optimización energética en los sistemas de iluminación corresponde a realizar un levantamiento detallado de todos los equipos existentes en el recinto, segregados por los diferentes tipos de zonas que lo componen.

De acuerdo con lo anterior, la información a recabar debe ser la siguiente:

- Tipo de luminaria: Empotrada, sobrepuesta, con / sin reflector, con / sin difusor
- Tipo de lámpara
- Potencia de la lámpara
- Tipo de recinto (oficina, baño, pasillo, sala de reunión, habitación, aula, etc.).
- Tipo de equipo auxiliar (balasto magnético o balasto electrónico). En el caso de los tubos fluorescentes, podemos detectar el tipo del balasto a través del accionamiento de la lámpara. Si el tubo se enciende de inmediato, el balasto es electrónico, en caso contrario es magnético. La presencia de “partidores” o un zumbido audible también delatan la presencia de balastos magnéticos.
- Horas de uso en un período de tiempo (día, año, etc.).
- Idealmente realizar una medición de iluminancia [lux], utilizando para esto un luxómetro.

La optimización de la iluminación punto a punto es la opción más sencilla de implementar, cuando los sistemas instalados son antiguos, representan una excelente optimización, lográndose no sólo reducir el consumo de energía, sino también aumentar los niveles de iluminación en las zonas de trabajo. Es necesario considerar que frecuentemente en auditorías de sistemas de iluminación se detectan deficiencias en la iluminancia que hacen que una normalización del sistema signifique en consumos incrementados.

Cuando los sistemas de iluminación son relativamente modernos, es necesario realizar un análisis más detallado, de manera de no sólo realizar un cambio de tecnología, sino también evaluar la opción de reducir la cantidad de puntos de iluminación, el reordenamiento de circuitos o la incorporación de sistemas de control. Todo este análisis puede ser solicitado a un especialista, de manera que, mediante una simulación lumínica, pueda proponer opciones de optimización.

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en iluminación, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

5.3.1 Operación / hábitos

- Apagar las luces cuando no se están usando
- Aprovechar la luz natural, reubicando los puestos de trabajos para recibir luz directa de ventanas el mayor tiempo posible.
- Minimizar el uso de luminarias en horas de aseo.
- Disminuir la iluminación en pasillos en hora de poco uso

5.3.2 Mantenimiento

- Realizar mantenimiento y limpieza constante a las luminarias y ventanas
- Utilizar pinturas claras en los recintos de la institución.
- Cuando se deba cambiar una luminaria por falta de funcionamiento, se deberá optar por incorporar una de tecnología de mayor eficiencia energética que se encuentre en el mercado.

5.3.3 Tecnología eficiente

- Incorporar luminarias con certificación de eficiencia energética, optando por aquellas más eficientes.
- Utilizar en lugares poco transitados, sistema con sensores de movimientos.
- Para iluminación exterior se pueden incorporar interruptores fotosensibles de manera de asegurar que no quedarán luces encendidas durante las horas de luz natural.
- Se puede considerar la instalación de temporizadores en tableros de control de iluminación, para aquellas zonas que se utilizan con horario regular (por ejemplo, oficinas en horario laboral o de atención al público, según corresponda, y de lunes a viernes).

6 EQUIPOS DE OFIMÁTICA

6.1 Clasificación de equipos de ofimática

Otra categoría de equipos consumidores de energía usualmente presentes en todas las instalaciones son los equipos de ofimática.

Algunos conceptos básicos son:

- Monitor: es la parte del computador en donde se proyectan las imágenes y nos permite interactuar con el computador. Existen tres tipos de monitores, los tradicionales de tubos de rayos catódicos (CRT), las pantallas de cristal líquido convencionales (LCD) y las pantallas de cristal líquido con retroiluminación LED.
- Unidad de proceso central (CPU): corresponde a la parte principal del computador, donde se almacena y procesa la información.

Para los dispositivos completos, se presentan estimaciones del consumo de energía eléctrica de éstos:

Sistema	Consumo
Computadora con pantalla CRT	Éste es el monitor convencional de tubo de rayos catódicos, tienen un consumo total de 140 W, donde la pantalla es responsable de entre 60 a 90 W del consumo.
Computadora con pantalla LCD	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Computadora con pantalla LED	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Notebook o laptop	Estos equipos tienen ambas instancias en un solo dispositivo, el consumo total de energía de estos dispositivos es de alrededor de 20 W.

TABLA 2.3. Equipos de ofimática

6.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática

6.2.1 Operación / hábitos

- Apagar la pantalla de la CPU cuando no lo vaya a utilizar durante periodos cortos.
- Apagar completamente la CPU cuando se ausente por más de 30 minutos.
- Enchufar en una zapatilla los artefactos que tengan modo Stand By de modo de apagarlos todos cuando no se están utilizando.

6.2.2 Mantenimiento

- Se recomienda programar la limpieza de los equipos de ofimática para reducir la acumulación de polvo. El polvo dentro de los monitores y la CPU hacen trabajar de manera forzada los ventiladores que cumplen la función de mantener controlada la temperatura interna en el gabinete. Un mal funcionamiento puede reducir la vida útil de los equipos.

6.2.3 Tecnología eficiente

- En caso de tener que hacer un cambio o compra de nuevos equipos de ofimática, elegir aquellos que cuenten con certificación de eficiencia energética. Los podrá identificar mediante sellos aplicados a estos productos, como por ejemplo el sello *Energy Star*.
- Optar por pantallas LED ya que consumen significativamente menos que el resto de las tecnologías.

7 AGUA CALIENTE SANITARIA

7.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)

En aquellos casos donde existiese servicio de agua caliente sanitaría, se deberá evaluar la eficiencia del equipo que le entrega calor al sistema para luego analizar su funcionamiento y su uso.

Vale recordar, que al igual que el agua, el agua caliente ha pasado por un conjunto de procesos que incluyen su captación, canalización, tratamiento, almacenamiento, bombeo, conducción, para luego ser calentada y que una vez utilizada debe ser depurada. El consumo energético total es muy elevado, de ahí la importancia de implantar medidas para realizar un uso responsable del agua en general, y del ACS en particular.

En algunas instalaciones las calderas de calefacción calientan también el agua, lo que supone una menor eficiencia. Es preferible contar con una caldera específica para producir el agua caliente sanitaria. Para ello se precisan calderas más pequeñas que las destinadas a calefacción, porque se necesita menos potencia. En instalaciones colectivas, si se dispone de un acumulador de agua caliente se mejora el rendimiento de los equipos de producción y se obtiene mayor eficiencia en la instalación. Es obligatorio que el acumulador de agua caliente esté aislado para limitar las pérdidas de calor del agua contenida en él. Es importante instalar el acumulador lo más cerca de los puntos de uso como sea posible. La inclusión de un circuito de retorno de agua caliente en la red de distribución de una instalación colectiva mantiene el agua del circuito caliente y evita las pérdidas de agua y energía que se producirían de no existir este retorno. En muchos casos las conducciones, tanto de calefacción como de ACS, están recubiertas de 20 mm de lana de vidrio adaptadas al tubo mediante venda de escayola, este tipo de aislamientos no incorporan ninguna barrera para las pérdidas de calor por radiación, que con una lámina de papel de aluminio o metalizada se disminuirían hasta un 15%. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior.

Existen diversas soluciones disponibles en equipos generadores de agua caliente sanitaria que utilizan como fuente energética gas, diésel, electricidad o energía solar. Según la normativa, la elección del sistema de preparación de ACS deberá justificarse en función de la demanda, la adecuada atención al servicio y el uso racional de la energía.

En la actualidad, la Secretaría Nacional de Energía (SNE) en alianza interinstitucional con la Oficina Regional de ONU Medio Ambiente para América Latina y el Caribe y el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) está ejecutando el proyecto Termosolar Panamá. Este proyecto, consiste en brindar asistencia técnica, subsidios o co-financiamiento para la aplicación de Sistemas de Calentamiento Solares de Agua (SCSA). Para la aplicación a este proyecto se deberá realizar en conjunto con el proveedor de servicios un estudio que contenga los siguiente:

1. Demanda de calor/energía considerada para los diseños de SCSA.
2. Ahorro energético en SCSA.
3. Ahorro de combustible en SCSA.
4. Ahorro de emisiones en SCSA.

6. Detalles de cotización.

En el caso de edificios públicos, solo es aplicable para los edificios hospitalarios.

7.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS

7.2.1 Operación / hábitos

- En muchos casos se sobrecalienta en exceso el agua caliente. El ajuste del termostato a 60ºC (no está permitido bajar de esa temperatura, para evitar la posibilidad de contaminación por la bacteria "legionella pneumophila") permite un ahorro energético, ya que cada 10ºC de reducción en la temperatura del agua caliente supone una disminución del consumo de energía del 15%.
- Si no va a haber uso de ACS durante tres o más días, es conveniente desconectar el acumulador de agua caliente. Si la ausencia es menor, se puede dejar conectado, pero reduciendo la temperatura, hasta los límites fijados por la normativa sanitaria.
- El uso de ACS supone un mayor consumo energético que el de agua fría y ocurre con frecuencia que se usa agua caliente sanitaria sin necesidad. Transmitir esta idea a los usuarios e inducirlos a desarrollar buenas prácticas para hacer un uso más racional del agua en general y del agua caliente sanitaria en particular puede dar como resultado el ahorro de agua y energía.
- La instalación de un reloj programador que desconecte la bomba de recirculación durante las horas en las que no hay demanda de ACS permite ahorrar energía y alargar la vida de la bomba.

7.2.2 Mantenimiento

- Los grifos que gotean derrochan agua y energía, si son de agua caliente derrochan aún más energía. A fin de tomar acciones tempranas, se sugiere:
    - Propiciar que los usuarios comuniquen, con prontitud, cualquier anomalía, al personal encargado del mantenimiento.
    - En las tareas de mantenimiento realizar los arreglos necesarios para corregir esta situación.
    - Valorar la posibilidad de instalar grifos de pulsador cuando surge la necesidad de reemplazarlos por roturas o deficiencias permanentes de funcionamiento.
    - Informar del funcionamiento de la nueva grifería a las personas usuarias.
- Mantener las aislaciones de las tuberías en condiciones ayudará a reducir las pérdidas de calor en los circuitos de conducción.
- Como se comentó anteriormente, con una lámina de papel de aluminio o metalizada cubriendo las tuberías se disminuirían hasta un 15% las pérdidas de calor por radiación. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior

7.2.3 Tecnología eficiente

- La instalación de grifería eficiente con sistemas que permiten la mezcla del agua fría con la caliente, con grifos monomando en los que se mezcla de forma manual, o con grifería termostática que hace la mezcla de forma automática, ayudan a ahorrar agua y energía.
- La instalación de una válvula mezcladora a la salida del acumulador de agua caliente permite obtener agua a una temperatura constante, disminuyendo el consumo.
- Las tuberías de ACS deben estar aisladas para evitar pérdidas de calor, especialmente cuando pasan por espacios ventilados o descubiertos. Con esta medida se pueden reducir las pérdidas térmicas, por esta causa, hasta en un 50%.
- En las conducciones, también se puede mejorar el aislamiento térmico mediante modernos aislantes que contemplen las pérdidas de calor por radiación con la incorporación de alguna lámina reflectante.
- La energía solar térmica, para la producción de ACS, supone una opción muy interesante, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Por medio de estas instalaciones, en la zona geográfica como la de Panamá, generalmente se llega a proporcionar entre el 50% y el 70% del agua caliente demandada y la inversión necesaria se puede amortizar en menos de la mitad de la vida útil de los equipos.

8 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS

8.1 Características de los sistemas de bombeo y motores

Los motores eléctricos son los equipos encargados de convertir la energía eléctrica en energía mecánica giratoria que se transfiere a la carga cualquiera que esta sea. En el diagrama a continuación se puede observar el flujo de energías correspondiente a un motor eléctrico.

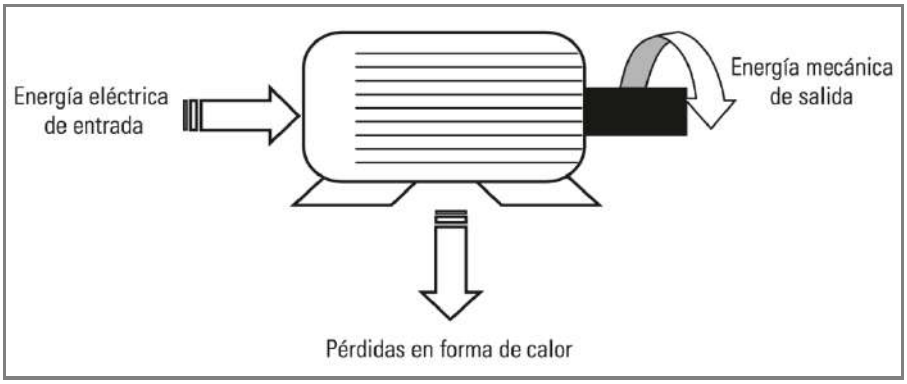

FIGURA 3 – Flujo de energías en un motor eléctrico

En el caso de los sistemas de agua, la carga típica la constituyen los sistemas de bombeo, aunque también existen otro tipo de cargas como los ventiladores, sopladores, agitadores y transportadores usados en las plantas de tratamiento de agua residual y potabilizadoras.

Del universo de motores eléctricos, el más popular de todos es sin duda el motor de inducción, debido a su gran versatilidad y bajo costo; es por lo tanto el de mayor aplicación tanto a nivel industrial como doméstico, y por supuesto en los sistemas de bombeo centrífugo se lo utiliza casi universalmente para el bombeo de agua municipal. Quizás hasta se haya exagerado un poco en su aplicación, al grado que, debido a su bajo costo, en muchos casos no se han aprovechado adecuadamente sus grandes cualidades y se han propiciado usos sumamente ineficientes en algunas de sus aplicaciones.

8.1.1 Pérdidas típicas de un motor eléctrico

En general, las pérdidas de un motor eléctrico pueden desglosarse como sigue:

- Pérdidas eléctricas (en el estator y el rotor) (varían con la carga).
- Pérdidas en el hierro (núcleo) (esencialmente independientes de la carga).
- Pérdidas mecánicas (fricción y turbulencia del viento) (independientes de la carga). Las pérdidas mecánicas ocurren en los cojinetes, los ventiladores y las escobillas (cuando se usan) del motor.
- Pérdidas de carga por dispersión (dependientes de la carga). Estas pérdidas están constituidas por varias pérdidas menores que provienen de factores como la pérdida de flujo inducido por las corrientes del motor, la distribución no uniforme de la corriente en el estator y los conductores del rotor, el entrehierro y así sucesivamente. Estas pérdidas

combinadas llegan a constituir hasta el 10%-15% de las pérdidas totales del motor y tienden a aumentar con la carga.

En condiciones normales de tensión y frecuencia, las pérdidas mecánicas y magnéticas se mantienen prácticamente constantes, independientemente de la carga impulsada; no así las pérdidas eléctricas que varían con la potencia exigida en la flecha.

8.1.2 Evaluación de la eficiencia de los motores

La eficiencia de un motor eléctrico es la medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en un porcentaje de la relación de potencia mecánica entre la potencia eléctrica. Para motores DC, la eficiencia se puede expresar como:

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{\text{Potencia mecánica [HP]}}{\text{Potencia eléctrica [W]}} * 746 * 100$$

Dónde: 746 es el factor de conversión de HP a Watts.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, que es la Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional que especifica los niveles de eficiencia energética para motores de inducción eléctricos trifásico, de velocidad única, de jaula de ardilla con 2, 4 o 6 polos. Clasifica tres niveles: IE1 (estándar), IE2 (high) e IE3 (premium). Para cada nivel la eficiencia se define para un rango de salida nominal desde 0,75 a 375 kW.

A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

En la Figura 54 *FIGURA 54 – COMPARACIÓN entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal*se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en estos casos el tiempo de retorno de la inversión

es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

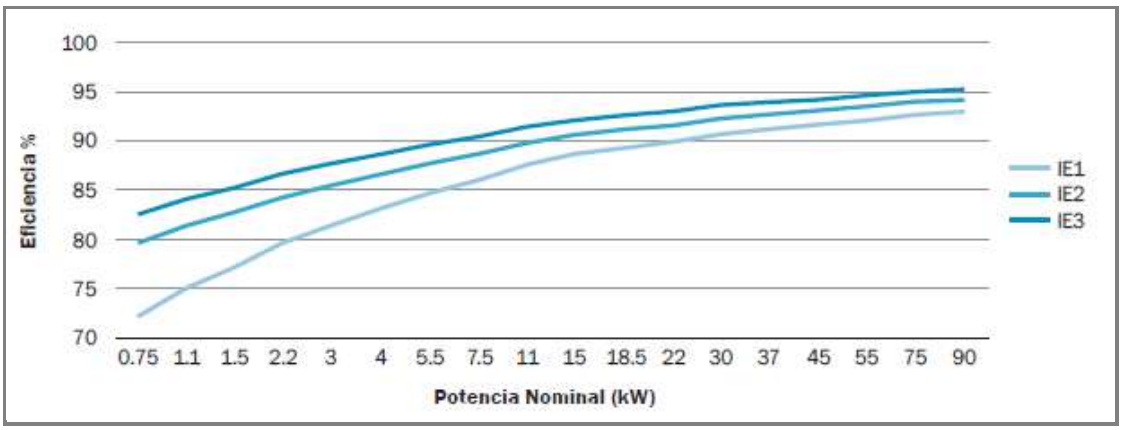

FIGURA 54 – Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal

8.1.3 Cálculo de pérdidas y eficiencia de la bomba

Como ya se comentó, uno de los mayores puntos de pérdidas energéticas se presenta en la etapa de transformación de la energía eléctrica en energía mecánica obtenida por medio del sistema de bombeo y transmitida al fluido en forma de potencia manométrica.

Por ende, es importante diagnosticar varios aspectos que pueden ser la causa de un excesivo consumo energético y, al mismo tiempo, presentar oportunidades para ahorrar energía de manera sustancial y con bajo costo.

Los principales aspectos para diagnosticar en estos sistemas son:

- La eficiencia electromecánica actual.
- Las condiciones de operación del sistema.
- Las características de las instalaciones y pérdidas energéticas en el sistema de conducción.

Durante su operación, las bombas sufren pérdidas naturales como resultado de los mecanismos hidráulicos que suceden en el interior y exterior de sus componentes, por lo cual es lógico que no se pueda mantener la eficiencia de la bomba nueva.

Para entender de dónde vienen las pérdidas en la operación de bombeo que finalmente repercuten en el consumo energético, es importante repasar los diferentes tipos de pérdidas que se presentan en las bombas y que se clasifican según se detalla a continuación.

Pérdidas Internas

- **Pérdidas de carga:** resultan de la viscosidad y la turbulencia del fluido. Un ejemplo de pérdidas de carga lo constituyen las pérdidas por choques en la entrada del difusor.
- **Pérdidas por fugas:** en una bomba, las pérdidas por fugas internas tienen como causa el juego que necesariamente ha de existir entre partes móviles como el impulsor y partes fijas.

- **Pérdidas por rozamiento interno:** en una bomba centrífuga el impulsor tiene superficies inactivas desde el punto de vista de su función de comunicar energía al fluido. Esto da lugar a frotamiento viscoso, lo cual produce pérdidas internas por rozamiento en el fluido.

Pérdidas Externas

- **Fugas externas:** estas se producen en los lugares donde el eje atraviesa a la carcasa de la máquina. Una parte del caudal que entra a la bomba se deriva antes de ingresar en el impulsor y se pierde.
- **Pérdidas por rozamiento externo:**
  - Rozamiento mecánico en las empaquetaduras que existen en los ejes.
  - Rozamiento mecánico en los cojinetes de la bomba.
- **Recirculación del flujo:** el fluido bombeado se recircula a la succión de la bomba, siendo ésta la condición más ineficiente.
- **Estrangulación de la descarga:** mediante una válvula se regula el flujo requerido, lo cual involucra una pérdida de energía (ya que la energía utilizada para elevar la presión del fluido es disipada en la válvula).
- **Encendido/apagado:** esta condición entrega una reducción en el consumo de energía, pero repercute en otros factores de la operación del circuito, tales como: golpe de ariete y reducción de la vida útil del motor de la bomba.

En el siguiente diagrama se presentan los flujos de pérdidas y diversos rendimientos de la bomba centrífuga en forma de diagrama de Sankey.

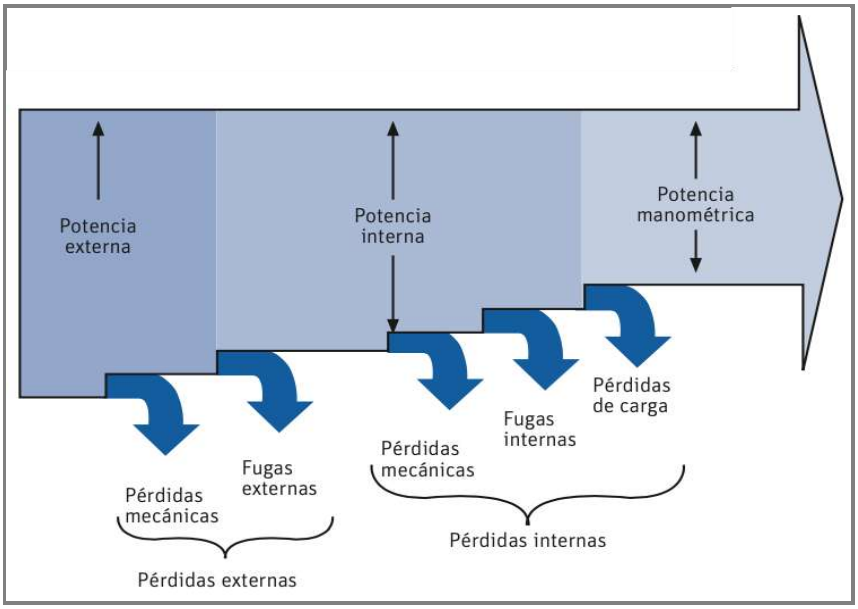

FIGURA 65- Pérdidas de las bombas centrífugas

8.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores

8.2.1 Operación / hábitos

- Controlar las horas de operación del sistema y evitar que quede funcionando innecesariamente.
- Evitar utilizar las bombas a carga parcial, en condiciones distintas a las nominales. Si la contrapresión de la bomba es menor de la especificada o calculada al diseñar la instalación, se recomienda, si la sobrecarga es constante, regular el impulsor. Para saber si esto es posible, es aconsejable consultar con el fabricante.

8.2.2 Mantenimiento

- Cumplir con el mantenimiento preventivo y predictivo recomendado en las especificaciones del fabricante.
- Dentro de los principales beneficios que se obtienen con un buen programa de mantenimiento de las instalaciones, cabe destacar los que se detallan a continuación:
    - Mayor disponibilidad del equipo.
    - Mayor capacidad de bombeo.
    - Mayor confiabilidad en el equipo.
    - Operación mejor planificada y más eficiente.
    - Mejor servicio a la población.
    - Disminución de costos de operación y administración.
    - Incremento de la vida útil de los equipos.
    - Disminución de los requerimientos de inversión.
    - Ahorro de energía.
- Tenga en cuenta que cada vez que se rebobina un motor, si no se aplican las mejores prácticas, se reduce su eficiencia al menos un 1%

8.2.3 Tecnologías eficientes

- El recambio de motores de potencias menores a 25HP tiene períodos de repago muy cortos.
- En caso de tener que efectuar un recambio de equipos, se recomienda optar siempre el de mayor eficiencia energética y realizar un dimensionamiento acorde a las instalaciones. Como regla general a tener en cuenta, los motores que debe considerar reemplazar son aquellos que:
    - funcionan continuamente todo el año,
    - estén trabajando con factor de carga menor al 50%,
    - aquellos que hayan sido rebobinados más de una vez.
- Los motores que funcionen menos de 2.000 horas al año deben ser reemplazados cuando se produzca una falla.
- En todos los casos, ante la necesidad de un recambio por falla, se recomienda evaluar reemplazarlo por un motor nuevo IE2 o IE3, en especial si el motor ya ha sido rebobinado anteriormente.
- Verifique que no se haya sobredimensionado la potencia del motor o la curva de la bomba.

- Tener en cuenta que la mayor eficiencia se alcanza trabajando a un factor de carga de entre el 70% y el 90%, o sea, entre un 70% y un 90% de la potencia nominal.
- Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal.

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 4 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 4 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO 6
4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8
4.1 Componentes de un sistema de refrigeración 8
4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración 9
5 ILUMINACIÓN 14
5.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación 14
5.2 Clasificación de Lámparas 15
5.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación 17
6 AGUA CALIENTE SANITARIA 20
6.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) 20
6.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS 21
7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS 23
7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores 23
7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores 26
8 EQUIPOS DE OFIMÁTICA 28
8.1 Clasificación de equipos de ofimática 28
8.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática 28
9 COGENERACIÓN 30

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación
  - Equipos de ofimática

- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Como se explica en la Guía 1 de esta misma serie, el *Desempeño Energético* es un concepto amplio que incluye cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.



FIGURA 1 – Conceptos incluidos en "Desempeño Energético"

Existen tres tipos de medidas para mejorar el desempeño energético de una instalación: las vinculadas con la operación o el uso de las instalaciones, que suelen tener un fuerte componente de hábitos por parte de los usuarios finales; aquellas referidas al mantenimiento del equipamiento de consumo de energía, y las de eficiencia energética relacionadas directamente con la tecnología de los equipos en cuestión.

A lo largo de esta Guía se realizarán recomendaciones para mejorar el desempeño energético de los hospitales a través de estos tres tipos de medidas.

En la Guía 2 se describió como desarrollar un Reporte de Desempeño Energético, partiendo de los diferentes usos y consumos, hasta la identificación de los usos significativos de la energía (USE). alcance para poder definir los usos significativos.

Se utiliza como ejemplo un perfil de consumo energético de un edificio con el mismo destino de uso (hospitales) que le ayudarán como punto de partida para contrastar con el perfil de su edificio.

El perfil de distribución de usos podrá variar de un hospital a otro dependiendo de:

- Años de servicio del hospital.
- Horas de funcionamiento diarias.
- Capacidad de internación de pacientes.
- Capacidad de atención en consultorios, laboratorios y estudios diagnósticos.
- Factor de ocupación.
- Configuración del sistema eléctrico.
- Complejidad de las instalaciones y de la maquinaria empleada.
- Dependencia de áreas críticas al suministro eléctrico.
- Manual de operación y plan de mantenimiento.
- Sistema térmico y/u otros sistemas importantes de gran consumo de energía: caldera, gas, etc.
- Tarifas y consumos de energía eléctrica.

- El límite que se ha determinado dentro del edificio (si es compartido con otras dependencias, si tiene medidor compartido con otras áreas, etc.)

Los equipos que se van a encontrar en hospitales son los siguientes; iluminación, motores eléctricos, bombas, ventiladores, compresores, equipos de ofimática, ascensores, lavandería, equipos de diagnóstico, tratamiento y laboratorio, cocina para la internación y para la cafetería al público, y otros equipos (dispenser de agua, TV, máquinas cafeteras, etc.); siendo los mayores consumos "refrigeración", "iluminación" y "agua caliente sanitaria", dependiendo de la complejidad del hospital y su uso.

Los equipos que se utilicen para diagnóstico y tratamiento se deberán contabilizar considerando su potencia y frecuencia de uso para poder hacer el cruce global de las mediciones y estimaciones con la facturación de la distribuidora. En función del porcentaje de consumo de energía que ocupen estos equipos en el total es que se les deberá prestar especial atención en las variables asociadas a su uso, y consultar con sus fabricantes oportunidades de mejora en etapas de mantenimiento y también en instancias de recambio.

Según el tamaño del edificio también tendremos a la fuerza motriz que está compuesta de ascensores, bombas y motores.

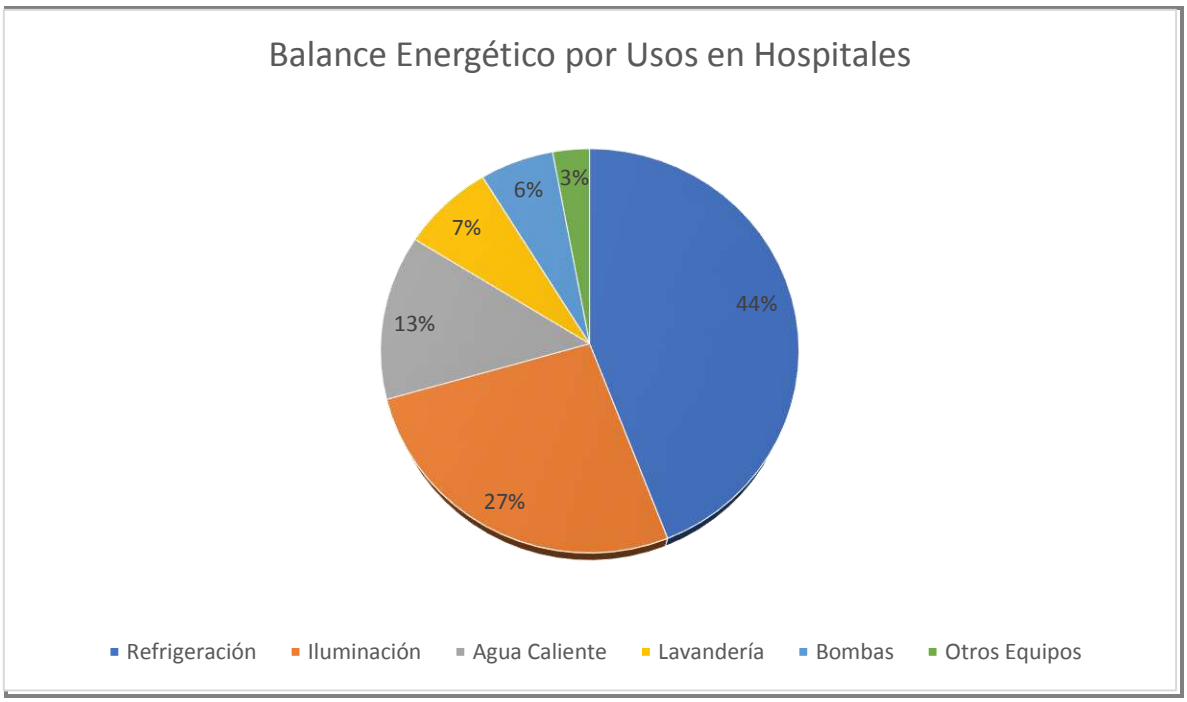

FIGURA 2 - Ejemplo de balance energético por usos en un hospital. Fuente: propia en función a las instalaciones y horarios de uso.

4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Como se ve en el ejemplo de balance energético por usos, la refrigeración es el mayor consumo en este tipo de instalaciones, es por ello que se va a tratar en primer lugar. A lo largo de este inciso se verán los componentes de un sistema de refrigeración y distintas medidas que se pueden implementar para generar un ahorro energético en este uso significativo.

4.1 Componentes de un sistema de refrigeración

En el caso de los sistemas de refrigeración, prácticamente todos los equipos operan bajo un ciclo de compresión de gas (refrigerante). En la zona que se desea enfriar se instala el "evaporador", denominado de esta manera porque le quita al ambiente (cámara de frio, espacio refrigerado, etc.) la energía necesaria para evaporar el refrigerante que circula dentro del ciclo.

Posteriormente ese refrigerante, en estado gaseoso, es tomado por un compresor, el cual eleva su presión y temperatura, para luego pasar a la unidad de condensación (es esta unidad que se suele ver en los techos de los recintos o en las paredes exteriores), donde el refrigerante cede su energía al ambiente, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante ingrese nuevamente al evaporador, es sometido a una rápida y drástica reducción de presión en la válvula de expansión, con lo que baja rápidamente su temperatura y continúa el ciclo.

Una variación al ciclo de refrigeración descrito anteriormente corresponde al remplazo de la unidad de compresión, por un sistema de absorción, reduciendo con esto la cantidad de energía eléctrica que el ciclo necesita para operar, a costo del requerimiento de una fuente de calor. El ciclo de absorción aprovecha la condición de solubilidad del refrigerante en la otra sustancia o absorbente. Cuando el refrigerante abandona el evaporador (como gas), es mezclado con el absorbente y el gas se combina con el líquido, mezcla que ahora puede ser bombeada hasta la presión necesaria en el generador (lo que requiere mucha menos energía que la compresión). Luego, para separar nuevamente el absorbente del refrigerante, a la mezcla a alta presión se le debe aplicar calor. Con esto, debido a las diferentes propiedades termodinámicas de las sustancias, el refrigerante se evapora y el refrigerante se dirige al condensador para continuar el ciclo.

Existen equipos (chillers) que utilizan la combustión de un combustible como fuente de calor, mientras que, en otras ocasiones, cuando existen fuentes de calor de desecho, éstas pueden ser aprovechadas para realizar la separación de los líquidos, disminuyendo considerablemente el costo por concepto de energía que requiere el ciclo.

Tal como se ha descrito anteriormente, en los sistemas de refrigeración, el elemento de mayor consumo energético es el compresor de refrigerante.

A diferencia de lo que ocurre en las calderas, los sistemas de refrigeración no utilizan el concepto de eficiencia, sino más bien se clasifican en función de su Coeficiente de Operación (COP). Este coeficiente nos indica cuánta energía térmica es capaz de entregar el equipo por cada unidad de energía consumida.

Entre los condicionantes que de forma más común y habitual afectan al funcionamiento en una instalación real, se destacan los que se resumen a continuación:

4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en refrigeración, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

4.2.1 Operación / hábitos

"Free cooling"

La técnica de "free cooling" consiste en el aprovechamiento del aire exterior durante los periodos del día en que la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada. El administrador debe tomar la precaución de realizar esta práctica en áreas o sectores que no necesiten de esterilización o sanitización y puedan estar en contacto con el aire exterior. Además, esta práctica solo puede utilizarse en aquellos edificios que se pueda regular la apertura de las aberturas. Suele utilizarse con mayor frecuencia en zonas donde ocurren las 4 estaciones, pero también puede ser utilizada en Panamá en aquellas horas del día donde la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior del edificio, generalmente temprano por la mañana o por la noche. De esta forma intercambiando el aire, se podrá ventilar y bajar la temperatura del interior del edificio sin necesidad del uso de la energía. Para la aplicación de esta técnica se deberá realizar un seguimiento y medición de la temperatura a fin de determinar los rangos para su inicio y su fin.

Este mecanismo puede ser realizado de forma manual con la apertura de ventanas que generen el intercambio de aire, o a través de ventilación mecánica cuando la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada.

Control de temperaturas por zonas; según su orientación y nivel de ocupación.

Se explicó anteriormente la incidencia que tienen las cargas térmicas en el acondicionamiento térmico del edificio. Las cargas térmicas pueden ser exteriores el edificio (de una fuente de calor como puede ser el sol) o pueden provenir del interior como son las cargas internas generadas por sus habitantes, los sistemas de iluminación u otros consumidores de energía que disipan calor durante su funcionamiento. Los controles de temperatura permitirán ajustar los consumos en función de:

- Optimice el uso de ventiladores frente a equipos de refrigeración, consumen mucho menos energía y a ciertas temperaturas ambiente generan confort adecuado.
- Si usa equipos de refrigeración, procure cerrar puertas y ventanas.
- En caso de contar con unidades individuales, apague los equipos si no hay personas en una habitación, consultorio, sala de espera o pasillos.
- Variabilidad de las condiciones de ambiente exterior, las cuales hay que tener en cuenta para ajustar el funcionamiento de la máquina a la situación de capacidad deseada.
- Variabilidad de las ganancias externas e internas de calor del edificio, durante cualquier periodo de tiempo determinado, que afectan directamente a la potencia frigorífica demandada a lo largo del día.
- El sistema de control no debería permitir temperaturas por debajo de 24°C. Esta limitación debería realizarse sobre todo en los casos donde la persona que fije la temperatura del termostato no pague el consumo de electricidad.

4.2.2 Mantenimiento

Adecuado mantenimiento y limpieza en evaporadores y condensadores.

Funcionamiento defectuoso de elementos y componentes de las instalaciones que, aun siendo ajenos a las máquinas de producción, afectan directamente a sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, el mal funcionamiento del dispositivo de control de las condiciones ambientales de una zona en un edificio implica situaciones de demanda anómalas para los equipos de producción, que pueden perturbar su estabilidad originando, entre otros efectos, arranques y paradas frecuentes de los compresores.

Limitación en la energía consumida por los ventiladores

La energía eléctrica consumida por los ventiladores suele ser una parte importante de la energía consumida por la instalación de climatización. En general, hay que descartar los sistemas que funcionen muchas horas a caudal constante.

En los sistemas de ventilación, debe prestarse especial atención a la potencia eléctrica consumida por los equipos debida sobre todo a los filtros. En este sentido es recomendable:

- Instalar filtros de tamaño superior al correspondiente al caudal de ventilación. La velocidad del aire al pasar por el filtro será menor y la pérdida de carga también.
- La sustitución de los filtros debería producirse cuando la pérdida de carga sea de 300-350 Pa (en lugar de los 450 Pa que suelen fijar los fabricantes). De esta forma se seleccionarán ventiladores de menor potencia que consumirán menos energía.
- Control de la ventilación. Se recomienda emplear siempre sondas de calidad del aire para no ventilar más de lo necesario.

Aislación de tuberías y conductos

Esta medida está vinculada a asegurar el mantenimiento en buen estado de la aislación de tuberías y conductos, así como incorporar un plan de aislaciones en aquellos casos en que éstas no estén presentes en la instalación.

En un ciclo de frío, la línea de vapor (aspiración del compresor) está entre 0 y 5°C y si no se aísla la tubería y los accesorios aparecerán condensaciones. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En ciclo de calor, la línea de vapor (impulsión del compresor) está a más de 40°C y debería aislarse. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En todo caso, las tuberías de refrigerante deben estar aisladas para evitar la posibilidad de condensaciones superficiales. En el caso de tuberías de refrigerante que circulen por ambientes con altos contenidos de humedad (piscinas, aseos), se deberá asegurar que no se produzcan condensaciones con el espesor de aislamiento recomendado por el fabricante.

4.2.3 Tecnología eficiente

Reducir la carga térmica en las zonas a climatizar.

Mejorar la aislación en la envolvente del edificio reducirá el intercambio de calor entre el exterior y el interior. Esto quiere decir, utilizar sistemas constructivos con materiales aislantes y cerramientos con una transmitancia térmica baja y sellando las entradas de calor al interior del edificio. Hay que tener precaución con salas de máquinas que necesiten ventilación al exterior.

También, utilizar toldos, parasoles o vegetación natural en aquellas caras más expuestas a la radiación solar reducirá las cargas térmicas generadas por el aporte solar.

Instalación de equipos de alta eficiencia energética

Cuando se esté pensando en una instalación nueva o un recambio de equipos siempre se debe optar por la opción más eficiente. Si su uso es intensivo, como es el caso de los equipos de refrigeración, la inversión se amortiza en poco tiempo ya que los ahorros suelen ser muy grandes. La comparación de especificaciones técnicas y la etiqueta de eficiencia energética de diferentes opciones de equipos resulta fundamental a la hora de planificar la adquisición o reemplazo de equipamientos.

Para los aires acondicionados se utiliza como criterio de eficiencia el valor del índice o relación de eficiencia energética (REE), medido generalmente en [BTU/Whr]. Este índice expresa la eficiencia eléctrica relativa, expresada como la relación entre la capacidad de enfriamiento térmica sobre la potencia eléctrica.

A continuación, en la Figura 3, se puede ver un ejemplo de una etiqueta de acondicionador de aire con un REE de 3,20, que es levemente superior al mínimo establecido por norma (REE de 3,08). Este acondicionador de aire logra obtener un ahorro de un 4%. A medida que el REE aumenta el ahorro energético va aumentando y se ve reflejado en la escala porcentual que se muestra en la etiqueta.



FIGURA 3- Modelo de etiqueta de eficiencia energética en Panamá para Acondicionadores de Aire

Fecha de inicio de la prohibición de importación de equipos Acondicionadores de Aire que no cumplan con el Reglamento Técnico correspondiente: 31 de Diciembre de 2019.

Los equipos a continuación cuentan con Reglamento Técnico aprobado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central Hasta 5 Ton
- Acondicionadores de Aire tipo Dividido (Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo Ventana

Los equipos que todavía no tienen el Reglamento Técnico aprobado al 31 de Diciembre de 2019 son los siguientes y están exentos de exhibir la etiqueta y el certificado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central mayores de 5 Toneladas
- Acondicionadores de Aire tipo ventana Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) on/off (no inverter)
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Multi-Split) Inverter

- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) Inverter con doble compresor
- Todo equipo que no tenga Norma y Reglamento Técnico vigente en Panamá

Utilizar sistemas de enfriamiento evaporativo.

El enfriamiento evaporativo es una alternativa eficaz y segura para el ahorro de energía aplicada a la condensación por agua en las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado.

El principio de refrigeración evaporativa, materializado en las torres de refrigeración y en los condensadores evaporativos, desempeña un papel fundamental en la refrigeración moderna. Entre sus ventajas se cuenta el ahorro energético, la seguridad y una inmejorable relación entre la inversión y el rendimiento.

Los equipos de enfriamiento evaporativo, con independencia de cuales sean sus modalidades y características específicas, incorporan:

- Una superficie de intercambio de calor y masa, humedecida mediante un dispositivo de distribución de agua.
- Un sistema de ventilación (natural o forzada) encargado de favorecer y, en su caso, forzar el paso del aire ambiente a través de la sección de intercambio de calor y masa.
- Y diferentes componentes auxiliares tales como la balsa colectora de agua, bomba de recirculación, eliminadores de gotas e instrumentos de control.

A pesar de ser un sistema altamente eficiente, cabe destacar que los equipos de refrigeración evaporativa son susceptibles de desarrollar la bacteria "legionella pneumophila" si el agua que recibe de la red está contaminada y el equipo no se mantiene de forma adecuada.

Asegurar adecuado dimensionamiento de los equipos.

El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige comprender el volumen de aire a refrigerar en conjunto con la cantidad de calor producido por los equipos contenidos en el espacio que se desea refrigerar, junto con el calor producido por otras fuentes de calor que habitualmente también están presentes, la orientación y el intercambio de calor con el exterior.

Un sobredimensionamiento puede causar gastos innecesarios en el costo inicial de los equipos de refrigeración y sobrecostos en la vida útil del equipo.

Un sub-dimensinamiento no cubrirá las necesidades de confort y será un equipo que trabajará sobre exigido para poder cubrir con la demanda solicitada teniendo más probabilidades de rotura.

Utilizar sistemas de velocidad variable en bombas o ventiladores.

Los motores de bombas y ventiladores estándar siempre funcionan a máxima velocidad y, por consiguiente, consumen más energía que la necesaria para la tarea que cumplen. Un variador de velocidad aminora la marcha de un ventilador o bomba cuando la carga decrece.

5 ILUMINACIÓN

5.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación

Antes de analizar los consumos de un sistema de iluminación, es necesario definir algunos conceptos:

- **Lámpara:** corresponde al equipo emisor de luz, como ejemplo, las ampolletas incandescentes y los tubos fluorescentes.
- **Luminaria:** se refiere a la estructura que sostiene la lámpara.
- **Lumen (lm):** es la cantidad de luz que es capaz de emitir una lámpara bajo condiciones determinadas, además es la unidad propia del flujo luminoso.
- **Balasto:** Dispositivo auxiliar necesario para el funcionamiento de ciertos tipos de lámparas omo ejemplo, los tubos fluorescentes. Hay dos tipos de balastos:
    - *Balastos Magnéticos:* corresponden a una tecnología antigua, que suele requerir de accesorios adicionales para su correcto funcionamiento (como el ignitor) y generalmente degradan con relativa rapidez la cantidad de luz que emite la lámpara.
    - *Balastos Electrónicos:* dispositivos más eficientes que los anteriores, e incorporan todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, además de prolongar la vida útil de las lámparas en comparación a los balastos magnéticos.
- **Rendimiento luminoso:** representa la cantidad de luz que una lámpara es capaz de entregar por cada unidad de energía consumida, se mide en [lm/Watt].
- **Lux:** es la medida de la iluminancia o el nivel de iluminación en un sitio. Este valor es importante ya que existen niveles de referencia para cada tipo de actividad que se desarrolla. Este valor se mide sobre el plano de trabajo (usualmente 0,8 metros) y se utiliza un instrumento llamado luxómetro para determinarlo.
- **CRI o Ra:** corresponde al índice de reproducción cromática (CRI) o rendimiento de color (Ra). Dicho de otra forma, indica qué tan real (comparado con la iluminación natural) es la reproducción del color. Este valor es importante en instalaciones donde es necesario destacar los colores (a modo de ejemplo vitrinas de productos). Un valor de CRI mayor a 80 es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, salvo en aquéllas donde sea necesario entregar una clara diferenciación de los colores, en ese caso deberán escogerse lámparas con un mayor nivel de CRI. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un índice de reproducción cromática muy bueno, que permite identificar claramente los distintos colores y tonalidades, a diferencia de, por ejemplo, la luz monocromática de una sala de revelado fotográfico, en que todo se aprecia entre tonos rojos y no permite la diferenciación de color.
- **Reflector:** es un elemento usualmente utilizado en las luminarias para focalizar y potenciar el flujo luminoso hacia la zona de utilización, generalmente es recomendable utilizar reflectores de aluminio anodizado de alta pureza, con un espesor de 0.4 milímetros.
- **Difusor:** elemento encontrado en algunas luminarias, cuya función es evitar que los rayos de luz incidan directamente sobre los usuarios, evitando de esta forma el encandilamiento y entregando un haz luminoso menos concentrado y más uniforme en su campo de acción. Los difusores suelen estar compuestos por “lamelas”, que son pequeñas láminas instaladas delante de la lámpara.

- **Temperatura de color:** esta característica se mide en Kelvin y hace referencia al color de luz que la lámpara entrega. Una baja temperatura de color (2700 K) indica una luz cálida (amarilla), mientras que, para valores más altos de la temperatura de color, la luz proporcionada es más blanca o fría (desde 3.000k hasta 10.000k).

5.2 Clasificación de Lámparas

- **Lámparas incandescentes:** tal como su nombre lo indica, estas lámparas funcionan a la alta temperatura que alcanza el filamento (usualmente de tungsteno), al llegar a una temperatura determinada, el filamento irradia luz en el espectro visible. Las principales características de estas lámparas son las siguientes:
    - Rangos típicos de potencia entre 25 a 150 Watts.
    - Tienen un alto CRI, siendo las lámparas con mejor reproducción cromática.
    - Presentan un bajo rendimiento lumínico, ya que aproximadamente el 70% de la energía eléctrica que consumen es liberada en forma de calor al ambiente.
    - Re-encendido inmediato.
    - No presenta reducción del flujo luminoso (o depreciación de la cantidad de luz emitida) a lo largo de toda su vida útil.
- **Lámparas halógenas:** estas lámparas también son consideradas incandescentes, pero su particularidad es que entregan una iluminación dirigida, lo que las hace muy comunes en zonas donde se desea resaltar alguna característica o producto, sus principales características son las siguientes:
    - Rangos de potencia entre 150 a 2000 Watts.
    - Tienen una alta reproducción de color (CRI).
    - Como las incandescentes, también liberan una gran cantidad de calor, variable que debe ser considerada cuando se requieran utilizar. Las lámparas halógenas liberan el calor en la misma dirección del flujo luminoso, mientras que las lámparas dicroicas (de aspecto similar a las halógenas), liberan calor en dirección contraria al flujo luminoso.
    - Re-encendido inmediato.
    - No presenta reducción del flujo luminoso en toda su vida útil.
- **Tubos fluorescentes:** son quizás los equipos más utilizados en todos los sectores. El proceso de funcionamiento se produce mediante excitación del gas contenido en su interior y requieren de un balasto. Los tubos fluorescentes se denotan con T y un número, el número que acompaña se refiere al diámetro del tubo medido en octavos de pulgada, por tanto, un tubo T8 tendrá un diámetro de una pulgada, mientras que un tubo T5, tendrá un diámetro de 5/8 de pulgada. Las principales características son:
    - Rangos de potencia entre los 14 y 120 Watts.
    - Diferentes diámetros y largos, este último fluctúa entre 0,5 y 1,5 metros.
    - La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
    - Presentan una menor reproducción de color (CRI).
    - Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de “calentamiento”.
    - Son recomendados para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidos durante periodos largos (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
    - Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
    - Existen tubos de luz cálida y fría.
- **Lámparas fluorescentes compactas (LFC):** estas lámparas son las comúnmente conocidas como “lámparas de ahorro de energía”, éstas requieren de un equipo auxiliar para

funcionar (balasto, generalmente incorporado dentro de la misma lámpara). El principio de funcionamiento de estas lámparas es similar al de un tubo fluorescente (mediante la excitación eléctrica de un gas), las principales características de estas lámparas son las siguientes:

- Rangos de potencia varía entre los 7 y 150 Watts.
- Existen lámparas de luz cálida o fría.
- Presentan un mejor rendimiento lumínico que las incandescentes, requiriendo una menor potencia para entregar el mismo flujo luminoso.
- La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
- Presentan una menor reproducción de color (CRI).
- Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de "calentamiento".
- Son recomendadas para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidas durante periodos largo (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
- Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.

- **LED:** estas lámparas corresponden a los diodos emisores de luz (por sus siglas en ingles). Inicialmente esta tecnología era ampliamente utilizada en tableros eléctricos, luces de freno en automóviles o luces indicativas en equipos electrónicos, actualmente es común verlas en diversas aplicaciones como señaléticas de tránsito, semáforos, alumbrado público e incluso en iluminación de interior. Las principales características son las siguientes:
  - Larga vida útil, superior a todas las demás tecnologías.
  - Bajo nivel de reproducción de color (CRI).
  - Temperatura de luz fría.
  - Sensibles a variaciones de voltaje o calidad de energía.
  - Pueden perder una proporción importante del flujo luminoso que entregas sin fallar completamente.
  - Aún son de alto costo.
  - Según la calidad de éstos, presentan diferencias en el color de luz que entregan.
- **Lámparas de haluro metálico:** son conocidas como lámparas de descarga, comúnmente utilizadas en bodegas o recintos deportivos, también son utilizadas en alumbrado público (principalmente en plazas o paseos), sus principales características son:
  - Presentan una buena eficacia lumínica.
  - Están disponibles en un amplio rango de potencias.
  - Requieren de un largo tiempo de re-encendido
  - Moderada reproducción de color.
- **Lámparas de vapor de sodio:** son lámparas utilizadas para iluminar grandes áreas por largos periodos de tiempo, por lo que son usualmente usadas en alumbrado público. Algunas características:
  - Tienen un rápido encendido.
  - Presentan una baja reproducción de color.
  - Requieren de un balasto para funcionar.
  - Requieren de un tiempo para su re-encendido.
  - Las lámparas de vapor de sodio de alta presión entregan una luz amarilla clara, con un rango de CRI bajo a medio, mientras que las de vapor de sodio de baja presión entregan una luz amarillo-anaranjada con un CRI bajísimo.

A continuación, se puede ver una tabla comparativa de las características de las diferentes tecnologías.

LAMPARA INCANDESCENTE	LAMPARA HALOGENA	FLUORESCENCIA COMPACTA	LED MR16 / AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30.000 horas
			
15W /100 lm	10W / 140 lm	3W / 150 lm	1W / 75 lm*
60W / 710 lm	35W / 600 lm	12W / 650 lm	7W / 750 lm*
75W / 1100 lm	50W / 910 lm	18W / 1150 lm	10W / 1100 lm*
100W / 1600 lm	75W / 1450 lm	23W / 1600 lm	15W / 1400 lm*

TABLA 1 - Comparativa de tecnologías en iluminación.

Cabe destacar que el tipo y cantidad de lámparas o luminarias a utilizar, dependerá de las actividades que se lleven a cabo en el área bajo estudio. A continuación, podrá ver los valores mínimos recomendados de niveles de iluminación [lux], para las distintas áreas de un hospital.

Área o lugar	Iluminación en Lux
Pasillos, almacenes, salas de descanso, servicios higiénicos, salas de trabajo con iluminación suplementaria sobre cada máquina o faena, sólo donde se efectúen trabajos que no exigen discriminación de detalles finos donde hay suficiente contraste	150
Trabajo prolongado con requerimiento moderado sobre la visión, trabajo mecánico con cierta discriminación de detalles.	300
Trabajo con pocos contrastes, lectura continuada en tipo pequeño, trabajo mecánico que exige discriminación de detalles finos,	500
Laboratorios, salas de procedimientos de diagnóstico y salas de esterilización.	500 a 700
Sillas dentales y mesa de autopsias.	5000
Mesa quirúrgica	20000

TABLA 2 – Referencia de valores de iluminación para distintas áreas de hospitales.

5.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación

El primer paso para poder evaluar una opción de optimización energética en los sistemas de iluminación corresponde a realizar un levantamiento detallado de todos los equipos existentes en el recinto, segregados por los diferentes tipos de zonas que lo componen.

De acuerdo con lo anterior, la información a recabar debe ser la siguiente:

- Tipo de luminaria: Empotrada, sobrepuesta, con / sin reflector, con / sin difusor

- Tipo de lámpara
- Potencia de la lámpara
- Tipo de recinto (oficina, baño, pasillo, sala de reunión, habitación, aula, etc.).
- Tipo de equipo auxiliar (balasto magnético o balasto electrónico). En el caso de los tubos fluorescentes, podemos detectar el tipo del balasto a través del accionamiento de la lámpara. Si el tubo se enciende de inmediato, el balasto es electrónico, en caso contrario es magnético. La presencia de "partidores" o un zumbido audible también delatan la presencia de balastos magnéticos.
- Horas de uso en un período de tiempo (día, año, etc.).
- Idealmente realizar una medición de iluminancia [lux], utilizando para esto un luxómetro.

La optimización de la iluminación punto a punto es la opción más sencilla de implementar, cuando los sistemas instalados son antiguos, representan una excelente optimización, lográndose no sólo reducir el consumo de energía, sino también aumentar los niveles de iluminación en las zonas de trabajo. Es necesario considerar que frecuentemente en auditorías de sistemas de iluminación se detectan deficiencias en la iluminancia que hacen que una normalización del sistema signifique en consumos incrementados.

Cuando los sistemas de iluminación son relativamente modernos, es necesario realizar un análisis más detallado, de manera de no sólo realizar un cambio de tecnología, sino también evaluar la opción de reducir la cantidad de puntos de iluminación, el reordenamiento de circuitos o la incorporación de sistemas de control. Todo este análisis puede ser solicitado a un especialista, de manera que, mediante una simulación lumínica, pueda proponer opciones de optimización.

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en iluminación, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

5.3.1 Operación / hábitos

- Apagar las luces cuando no se están usando
- Aprovechar la luz natural, reubicando los puestos de trabajos para recibir luz directa de ventanas el mayor tiempo posible.
- Minimizar el uso de luminarias en horas de aseo.
- Disminuir la iluminación en pasillos en hora de poco uso

5.3.2 Mantenimiento

- Realizar mantenimiento y limpieza constante a las luminarias y ventanas
- Utilizar pinturas claras en los recintos de la institución.
- Cuando se deba cambiar una luminaria por falta de funcionamiento, se deberá optar por incorporar una de tecnología de mayor eficiencia energética que se encuentre en el mercado.

5.3.3 Tecnología eficiente

- Incorporar luminarias con certificación de eficiencia energética, optando por aquellas más eficientes.
- Utilizar en lugares poco transitados, sistema con sensores de movimientos.

- Para iluminación exterior se pueden incorporar interruptores fotosensibles de manera de asegurar que no quedarán luces encendidas durante las horas de luz natural.
- Se puede considerar la instalación de temporizadores en tableros de control de iluminación, para aquellas zonas que se utilizan con horario regular (por ejemplo, oficinas en horario laboral o de atención al público, según corresponda, y de lunes a viernes).

6 AGUA CALIENTE SANITARIA

6.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)

En aquellos casos donde existiese servicio de agua caliente sanitaría, se deberá evaluar la eficiencia del equipo que le entrega calor al sistema para luego analizar su funcionamiento y su uso.

Vale recordar, que al igual que el agua, el agua caliente ha pasado por un conjunto de procesos que incluyen su captación, canalización, tratamiento, almacenamiento, bombeo, conducción, para luego ser calentada y que una vez utilizada debe ser depurada. El consumo energético total es muy elevado, de ahí la importancia de implantar medidas para realizar un uso responsable del agua en general, y del ACS en particular.

En algunas instalaciones las calderas de calefacción calientan también el agua, lo que supone una menor eficiencia. Es preferible contar con una caldera específica para producir el agua caliente sanitaria. Para ello se precisan calderas más pequeñas que las destinadas a calefacción, porque se necesita menos potencia. En instalaciones colectivas, si se dispone de un acumulador de agua caliente se mejora el rendimiento de los equipos de producción y se obtiene mayor eficiencia en la instalación. Es obligatorio que el acumulador de agua caliente esté aislado para limitar las pérdidas de calor del agua contenida en él. Es importante instalar el acumulador lo más cerca de los puntos de uso como sea posible. La inclusión de un circuito de retorno de agua caliente en la red de distribución de una instalación colectiva mantiene el agua del circuito caliente y evita las pérdidas de agua y energía que se producirían de no existir este retorno. En muchos casos las conducciones, tanto de calefacción como de ACS, están recubiertas de 20 mm de lana de vidrio adaptadas al tubo mediante venda de escayola, este tipo de aislamientos no incorporan ninguna barrera para las pérdidas de calor por radiación, que con una lámina de papel de aluminio o metalizada se disminuirían hasta un 15%. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior.

Existen diversas soluciones disponibles en equipos generadores de agua caliente sanitaria que utilizan como fuente energética gas, diésel, electricidad o energía solar. Según la normativa, la elección del sistema de preparación de ACS deberá justificarse en función de la demanda, la adecuada atención al servicio y el uso racional de la energía.

En la actualidad, la Secretaría Nacional de Energía (SNE) en alianza interinstitucional con la Oficina Regional de ONU Medio Ambiente para América Latina y el Caribe y el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) está ejecutando el proyecto Termosolar Panamá. Este proyecto, consiste en brindar asistencia técnica, subsidios o co-financiamiento para la aplicación de Sistemas de Calentamiento Solares de Agua (SCSA). Para la aplicación a este proyecto se deberá realizar en conjunto con el proveedor de servicios un estudio que contenga los siguiente:

1. Demanda de calor/energía considerada para los diseños de SCSA.
2. Ahorro energético en SCSA.
3. Ahorro de combustible en SCSA.
4. Ahorro de emisiones en SCSA.
5. Ahorro económico y amortización en SCSA.

6. Detalles de cotización.

En el caso de edificios públicos, solo es aplicable para los edificios hospitalarios.

6.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS

6.2.1 Operación / hábitos

- En muchos casos se sobrecalienta en exceso el agua caliente. El ajuste del termostato a 60ºC (no está permitido bajar de esa temperatura, para evitar la posibilidad de contaminación por la bacteria "legionella pneumophila") permite un ahorro energético, ya que cada 10ºC de reducción en la temperatura del agua caliente supone una disminución del consumo de energía del 15%.
- Si no va a haber uso de ACS durante tres o más días, es conveniente desconectar el acumulador de agua caliente. Si la ausencia es menor, se puede dejar conectado, pero reduciendo la temperatura, hasta los límites fijados por la normativa sanitaria.
- El uso de ACS supone un mayor consumo energético que el de agua fría y ocurre con frecuencia que se usa agua caliente sanitaria sin necesidad. Transmitir esta idea a los usuarios e inducirlos a desarrollar buenas prácticas para hacer un uso más racional del agua en general y del agua caliente sanitaria en particular puede dar como resultado el ahorro de agua y energía.
- La instalación de un reloj programador que desconecte la bomba de recirculación durante las horas en las que no hay demanda de ACS permite ahorrar energía y alargar la vida de la bomba.

6.2.2 Mantenimiento

- Los grifos que gotean derrochan agua y energía, si son de agua caliente derrochan aún más energía. A fin de tomar acciones tempranas, se sugiere:
    - Propiciar que los usuarios comuniquen, con prontitud, cualquier anomalía, al personal encargado del mantenimiento.
    - En las tareas de mantenimiento realizar los arreglos necesarios para corregir esta situación.
    - Valorar la posibilidad de instalar grifos de pulsador cuando surge la necesidad de reemplazarlos por roturas o deficiencias permanentes de funcionamiento.
    - Informar del funcionamiento de la nueva grifería a las personas usuarias.
- Mantener las aislaciones de las tuberías en condiciones ayudará a reducir las pérdidas de calor en los circuitos de conducción.
- Como se comentó anteriormente, con una lámina de papel de aluminio o metalizada cubriendo las tuberías se disminuirían hasta un 15% las pérdidas de calor por radiación. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior

6.2.3 Tecnología eficiente

- La instalación de grifería eficiente con sistemas que permiten la mezcla del agua fría con la caliente, con grifos monomando en los que se mezcla de forma manual, o con grifería termostática que hace la mezcla de forma automática, ayudan a ahorrar agua y energía.
- La instalación de una válvula mezcladora a la salida del acumulador de agua caliente permite obtener agua a una temperatura constante, disminuyendo el consumo.
- Las tuberías de ACS deben estar aisladas para evitar pérdidas de calor, especialmente cuando pasan por espacios ventilados o descubiertos. Con esta medida se pueden reducir las pérdidas térmicas, por esta causa, hasta en un 50%.
- En las conducciones, también se puede mejorar el aislamiento térmico mediante modernos aislantes que contemplen las pérdidas de calor por radiación con la incorporación de alguna lámina reflectante.
- La energía solar térmica, para la producción de ACS, supone una opción muy interesante, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Por medio de estas instalaciones, en la zona geográfica como la de Panamá, generalmente se llega a proporcionar entre el 50% y el 70% del agua caliente demandada y la inversión necesaria se puede amortizar en menos de la mitad de la vida útil de los equipos.

7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS

7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores

Los motores eléctricos son los equipos encargados de convertir la energía eléctrica en energía mecánica giratoria que se transfiere a la carga cualquiera que esta sea. En el diagrama a continuación se puede observar el flujo de energías correspondiente a un motor eléctrico.

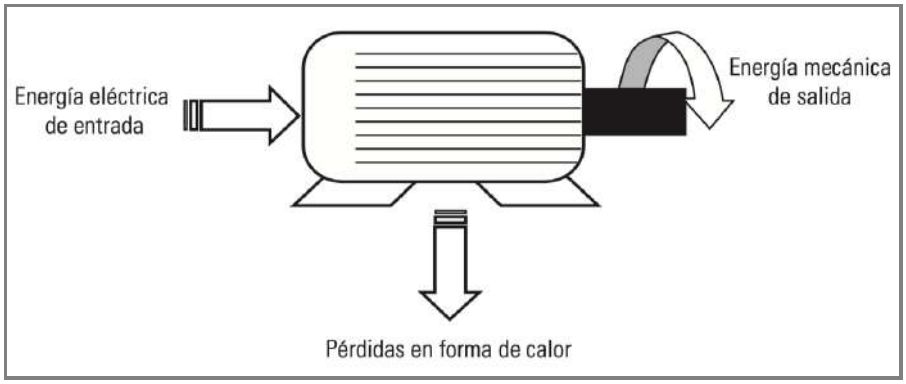

FIGURA 43– Flujo de energías en un motor eléctrico

En el caso de los sistemas de agua, la carga típica la constituyen los sistemas de bombeo, aunque también existen otro tipo de cargas como los ventiladores, sopladores, agitadores y transportadores usados en las plantas de tratamiento de agua residual y potabilizadoras.

Del universo de motores eléctricos, el más popular de todos es sin duda el motor de inducción, debido a su gran versatilidad y bajo costo; es por lo tanto el de mayor aplicación tanto a nivel industrial como doméstico, y por supuesto en los sistemas de bombeo centrífugo se lo utiliza casi universalmente para el bombeo de agua municipal. Quizás hasta se haya exagerado un poco en su aplicación, al grado que, debido a su bajo costo, en muchos casos no se han aprovechado adecuadamente sus grandes cualidades y se han propiciado usos sumamente ineficientes en algunas de sus aplicaciones.

7.1.1 Pérdidas típicas de un motor eléctrico

En general, las pérdidas de un motor eléctrico pueden desglosarse como sigue:

- Pérdidas eléctricas (en el estator y el rotor) (varían con la carga).
- Pérdidas en el hierro (núcleo) (esencialmente independientes de la carga).
- Pérdidas mecánicas (fricción y turbulencia del viento) (independientes de la carga). Las pérdidas mecánicas ocurren en los cojinetes, los ventiladores y las escobillas (cuando se usan) del motor.
- Pérdidas de carga por dispersión (dependientes de la carga). Estas pérdidas están constituidas por varias pérdidas menores que provienen de factores como la pérdida de flujo inducido por las corrientes del motor, la distribución no uniforme de la corriente en el estator y los conductores del rotor, el entrehierro y así sucesivamente. Estas pérdidas

combinadas llegan a constituir hasta el 10%-15% de las pérdidas totales del motor y tienden a aumentar con la carga.

En condiciones normales de tensión y frecuencia, las pérdidas mecánicas y magnéticas se mantienen prácticamente constantes, independientemente de la carga impulsada; no así las pérdidas eléctricas que varían con la potencia exigida en la flecha.

7.1.2 Evaluación de la eficiencia de los motores

La eficiencia de un motor eléctrico es la medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en un porcentaje de la relación de potencia mecánica entre la potencia eléctrica. Para motores DC, la eficiencia se puede expresar como:

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{\text{Potencia mecánica [HP]}}{\text{Potencia eléctrica [W]}} * 746 * 100$$

Dónde: 746 es el factor de conversión de HP a Watts.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, que es la Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional que especifica los niveles de eficiencia energética para motores de inducción eléctricos trifásico, de velocidad única, de jaula de ardilla con 2, 4 o 6 polos. Clasifica tres niveles: IE1 (estándar), IE2 (high) e IE3 (premium). Para cada nivel la eficiencia se define para un rango de salida nominal desde 0,75 a 375 kW.

A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

En la Figura 5 se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

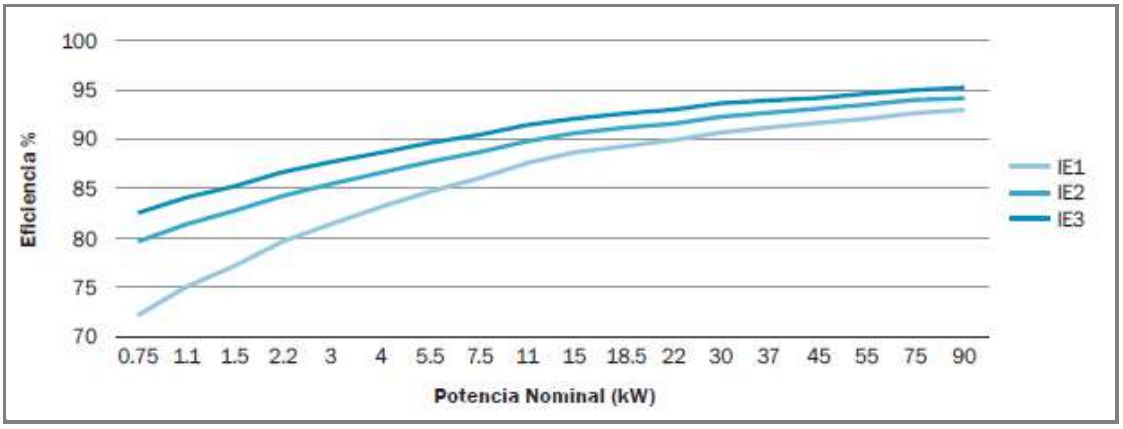

FIGURA 54 – Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal

7.1.3 Cálculo de pérdidas y eficiencia de la bomba

Como ya se comentó, uno de los mayores puntos de pérdidas energéticas se presenta en la etapa de transformación de la energía eléctrica en energía mecánica obtenida por medio del sistema de bombeo y transmitida al fluido en forma de potencia manométrica.

Por ende, es importante diagnosticar varios aspectos que pueden ser la causa de un excesivo consumo energético y, al mismo tiempo, presentar oportunidades para ahorrar energía de manera sustancial y con bajo costo.

Los principales aspectos para diagnosticar en estos sistemas son:

- La eficiencia electromecánica actual.
- Las condiciones de operación del sistema.
- Las características de las instalaciones y pérdidas energéticas en el sistema de conducción.

Durante su operación, las bombas sufren pérdidas naturales como resultado de los mecanismos hidráulicos que suceden en el interior y exterior de sus componentes, por lo cual es lógico que no se pueda mantener la eficiencia de la bomba nueva.

Para entender de dónde vienen las pérdidas en la operación de bombeo que finalmente repercuten en el consumo energético, es importante repasar los diferentes tipos de pérdidas que se presentan en las bombas y que se clasifican según se detalla a continuación.

Pérdidas Internas

- **Pérdidas de carga:** resultan de la viscosidad y la turbulencia del fluido. Un ejemplo de pérdidas de carga lo constituyen las pérdidas por choques en la entrada del difusor.
- **Pérdidas por fugas:** en una bomba, las pérdidas por fugas internas tienen como causa el juego que necesariamente ha de existir entre partes móviles como el impulsor y partes fijas.
- **Pérdidas por rozamiento interno:** en una bomba centrífuga el impulsor tiene superficies inactivas desde el punto de vista de su función de comunicar energía al fluido. Esto da lugar a frotamiento viscoso, lo cual produce pérdidas internas por rozamiento en el fluido.

Pérdidas Externas

- **Fugas externas:** estas se producen en los lugares donde el eje atraviesa a la carcasa de la máquina. Una parte del caudal que entra a la bomba se deriva antes de ingresar en el impulsor y se pierde.
- **Pérdidas por rozamiento externo:**
  - Rozamiento mecánico en las empaquetaduras que existen en los ejes.
  - Rozamiento mecánico en los cojinetes de la bomba.
- **Recirculación del flujo:** el fluido bombeado se recircula a la succión de la bomba, siendo ésta la condición más ineficiente.
- **Estrangulación de la descarga:** mediante una válvula se regula el flujo requerido, lo cual involucra una pérdida de energía (ya que la energía utilizada para elevar la presión del fluido es disipada en la válvula).
- **Encendido/apagado:** esta condición entrega una reducción en el consumo de energía, pero repercute en otros factores de la operación del circuito, tales como: golpe de ariete y reducción de la vida útil del motor de la bomba.

En el siguiente diagrama se presentan los flujos de pérdidas y diversos rendimientos de la bomba centrífuga en forma de diagrama de Sankey.

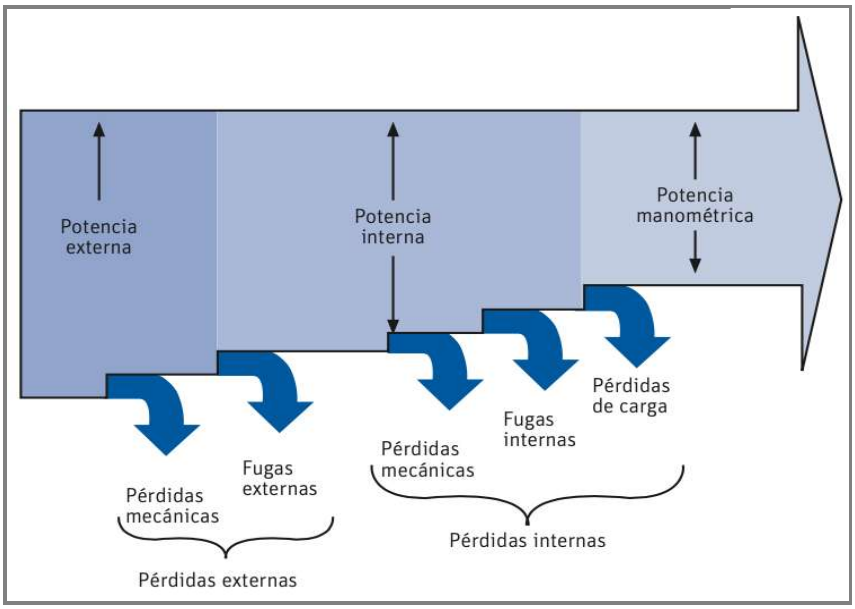

FIGURA 65 - Pérdidas de las bombas centrífugas

7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores

7.2.1 Operación / hábitos

- Controlar las horas de operación del sistema y evitar que quede funcionando innecesariamente.

- Evitar utilizar las bombas a carga parcial, en condiciones distintas a las nominales. Si la contrapresión de la bomba es menor de la especificada o calculada al diseñar la instalación, se recomienda, si la sobrecarga es constante, regular el impulsor. Para saber si esto es posible, es aconsejable consultar con el fabricante.

7.2.2 Mantenimiento

- Cumplir con el mantenimiento preventivo y predictivo recomendado en las especificaciones del fabricante.
- Dentro de los principales beneficios que se obtienen con un buen programa de mantenimiento de las instalaciones, cabe destacar los que se detallan a continuación:
    - Mayor disponibilidad del equipo.
    - Mayor capacidad de bombeo.
    - Mayor confiabilidad en el equipo.
    - Operación mejor planificada y más eficiente.
    - Mejor servicio a la población.
    - Disminución de costos de operación y administración.
    - Incremento de la vida útil de los equipos.
    - Disminución de los requerimientos de inversión.
    - Ahorro de energía.
- Tenga en cuenta que cada vez que se rebobina un motor, si no se aplican las mejores prácticas, se reduce su eficiencia al menos un 1%

7.2.3 Tecnologías eficientes

- El recambio de motores de potencias menores a 25HP tiene períodos de repago muy cortos.
- En caso de tener que efectuar un recambio de equipos, se recomienda optar siempre el de mayor eficiencia energética y realizar un dimensionamiento acorde a las instalaciones. Como regla general a tener en cuenta, los motores que debe considerar reemplazar son aquellos que:
    - funcionan continuamente todo el año,
    - estén trabajando con factor de carga menor al 50%,
    - aquellos que hayan sido rebobinados más de una vez.
- Los motores que funcionen menos de 2.000 horas al año deben ser reemplazados cuando se produzca una falla.
- En todos los casos, ante la necesidad de un recambio por falla, se recomienda evaluar reemplazarlo por un motor nuevo IE2 o IE3, en especial si el motor ya ha sido rebobinado anteriormente.
- Verifique que no se haya sobredimensionado la potencia del motor o la curva de la bomba.
- Tener en cuenta que la mayor eficiencia se alcanza trabajando a un factor de carga de entre el 70% y el 90%, o sea, entre un 70% y un 90% de la potencia nominal.
- Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal.

8 EQUIPOS DE OFIMÁTICA

8.1 Clasificación de equipos de ofimática

Otra categoría de equipos consumidores de energía usualmente presentes en todas las instalaciones son los equipos de ofimática.

Algunos conceptos básicos son:

- Monitor: es la parte del computador en donde se proyectan las imágenes y nos permite interactuar con el computador. Existen tres tipos de monitores, los tradicionales de tubos de rayos catódicos (CRT), las pantallas de cristal líquido convencionales (LCD) y las pantallas de cristal líquido con retroiluminación LED.
- Unidad de proceso central (CPU): corresponde a la parte principal del computador, donde se almacena y procesa la información.

Para los dispositivos completos, se presentan estimaciones del consumo de energía eléctrica de éstos:

Sistema	Consumo
Computadora con pantalla CRT	Éste es el monitor convencional de tubo de rayos catódicos, tienen un consumo total de 140 W, donde la pantalla es responsable de entre 60 a 90 W del consumo.
Computadora con pantalla LCD	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Computadora con pantalla LED	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Notebook o laptop	Estos equipos tienen ambas instancias en un solo dispositivo, el consumo total de energía de estos dispositivos es de alrededor de 20 W.

TABLA 3 - Equipos de ofimática

8.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática

8.2.1 Operación / hábitos

- Apagar la pantalla de la CPU cuando no lo vaya a utilizar durante periodos cortos.
- Apagar completamente la CPU cuando se ausente por más de 30 minutos.
- Enchufar en una zapatilla los artefactos que tengan modo Stand By de modo de apagarlos todos cuando no se están utilizando.

8.2.2 Mantenimiento

- Se recomienda programar la limpieza de los equipos de ofimática para reducir la acumulación de polvo. El polvo dentro de los monitores y la CPU hacen trabajar de manera forzada los ventiladores que cumplen la función de mantener controlada la temperatura interna en el gabinete. Un mal funcionamiento puede reducir la vida útil de los equipos.

8.2.3 Tecnología eficiente

- En caso de tener que hacer un cambio o compra de nuevos equipos de ofimática, elegir aquellos que cuenten con certificación de eficiencia energética. Los podrá identificar mediante sellos aplicados a estos productos, como por ejemplo el sello *Energy Star*.
- Optar por pantallas LED ya que consumen significativamente menos que el resto de las tecnologías.

9 COGENERACIÓN

La cogeneración puede ser una interesante medida para aplicar en el sector hospitalario, ya que permite generar simultáneamente electricidad y calor disminuyendo los costos operacionales de los hospitales al aprovechar el calor residual del proceso de generación eléctrica a partir de los gases de combustión, para suministrar el calor requerido por diferentes procesos que suelen estar presentes en estas organizaciones.

Según las instalaciones incluidas en cada hospital, puede ser de vital importancia contar con una generación in situ que le permita garantizar la calidad y el abastecimiento del suministro eléctrico. Además, vale resaltar que es un tipo de instalación a tener en cuenta especialmente si se identifica un alto consumo de energía para los que se conocen como "usos térmicos", estos son: agua caliente sanitaria, lavandería, calefacción u otros usos específicos donde se requiera energía en forma de calor.

La complejidad de este tipo de sistemas excede el alcance planteado en estas Guías, y requerirá de un estudio ad hoc para cada caso, ya que este tipo de sistema debe ser diseñado y dimensionado en cada caso en particular para satisfacer las demandas del lugar (potencia instalada, horarios de funcionamiento del hospital y perfil de consumo horario, dependencia al suministro eléctrico, requerimiento de agua caliente sanitaria, etc.).

También, inyectando el excedente de energía eléctrica generada a la red de distribución eléctrica va a jugar a favor para reducir el período de repago y el retorno de la inversión ya que se podría cobrar por la energía inyectada, reduciendo el costo neto de la factura. En la Figura 76- *Producción de calor y electricidad de forma separada vs. Cogeneración* se pueden ver presentados los dos esquemas donde, por un lado, está la producción de calor y electricidad de forma separada cuyo sistema tiene un 58% de eficiencia global, mientras que la cogeneración alcanza un 85% de eficiencia del conjunto.

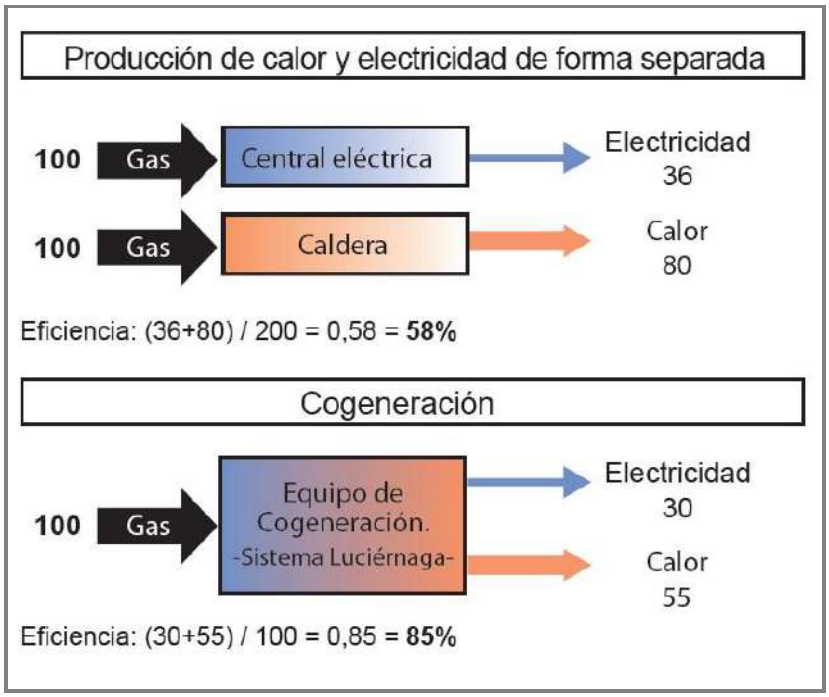

FIGURA 76- Producción de calor y electricidad de forma separada vs. Cogeneración

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 5 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 5 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO 6
4 ILUMINACIÓN 9
4.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación 9
4.2 Clasificación de Lámparas 10
4.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación 12
5 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 15
5.1 Componentes de un sistema de refrigeración 15
5.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración 16
6 EQUIPOS DE OFIMÁTICA 21
6.1 Clasificación de equipos de ofimática 21
6.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática 21
7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS 23
7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores 23
7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores 26

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación
  - Equipos de ofimática

- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Como se explica en la Guía 1 de esta misma serie, el *Desempeño Energético* es un concepto amplio que incluye cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.



FIGURA 1 – Conceptos incluidos en "Desempeño Energético"

Existen tres tipos de medidas para mejorar el desempeño energético de una instalación: las vinculadas con la operación o el uso de las instalaciones, que suelen tener un fuerte componente de hábitos por parte de los usuarios finales; aquellas referidas al mantenimiento del equipamiento de consumo de energía, y las de eficiencia energética relacionadas directamente con la tecnología de los equipos en cuestión.

A lo largo de esta Guía se realizarán recomendaciones para mejorar el desempeño energético de los edificios administrativos a través de estos tres tipos de medidas.

En la Guía 2 se describió como desarrollar un Reporte de Desempeño Energético, partiendo de los diferentes usos y consumos, hasta la identificación de los usos significativos de la energía (USE). alcance para poder definir los usos significativos.

En esta sección se muestran cuáles son las medidas típicas que se pueden abordar para reducir el consumo energético de un edificio educativo, considerando aspectos de operación y hábito, mantenimiento y tecnología eficiente.

Antes de iniciar el recorrido por las distintas medidas de eficiencia energética en las escuelas, es importante involucrar a los habitantes del edificio a que sean participes del procedimiento y los resultados obtenidos a fin de poder aplicar con éxito medidas referentes al cambio de hábitos. Estos habitantes son directores, maestros, preceptores, personal administrativo, personal de limpieza y mantenimiento y los propios alumnos.

La mejora en la eficiencia energética de las escuelas tiene un co-beneficio significativo ya que se podrá utilizar como una medida de concientización para extrapolar las medidas que se toman en la escuela y reforzar un cambio conductual en la sociedad, impulsada desde los alumnos, que muchas veces son los impulsores del cambio cultural en los hogares.

Se tomará como ejemplo un perfil de consumo energético de un edificio educativo tipo el cual será el punto de partida para contrastar con el edificio en cuestión. Este perfil podrá variar según:

- Años de funcionamiento de la escuela.
- Horas de funcionamiento diarias y cantidad de turnos.
- Cantidad de alumnos por turno y factor de ocupación.
- Configuración del sistema eléctrico.
- Complejidad de las instalaciones y de la maquinaria empleada.
- Dependencia de áreas críticas del suministro eléctrico.
- Manual de operación y plan de mantenimiento.
- Sistemas de gran consumo energético: iluminación, refrigeración, etc.
- Tarifas y consumos de energía eléctrica.
- El límite que se ha determinado dentro del edificio (si es compartido con otras dependencias, si tiene medidor compartido con otras áreas, etc.)

Los equipos que típicamente se encuentran en las escuelas son los siguientes: iluminación, ventiladores, equipos de refrigeración, equipos de ofimática (computadoras, monitores, impresoras, copiadoras, etc.), motores eléctricos, bombas y otros equipos menores (dispensers de agua, TV, maquinas cafeteras, etc.).

En el sector educativo, los mayores consumos suelen ser la iluminación, refrigeración, equipos de ofimática, y en algunos casos según el tamaño del edificio, y dependiendo si es de uso exclusivo o no, aparecerán también consumos asociados a fuerza motriz que está (ascensores, bombas y motores), y otros equipos menores (dispensers de agua, TV, maquinas cafeteras, etc.).

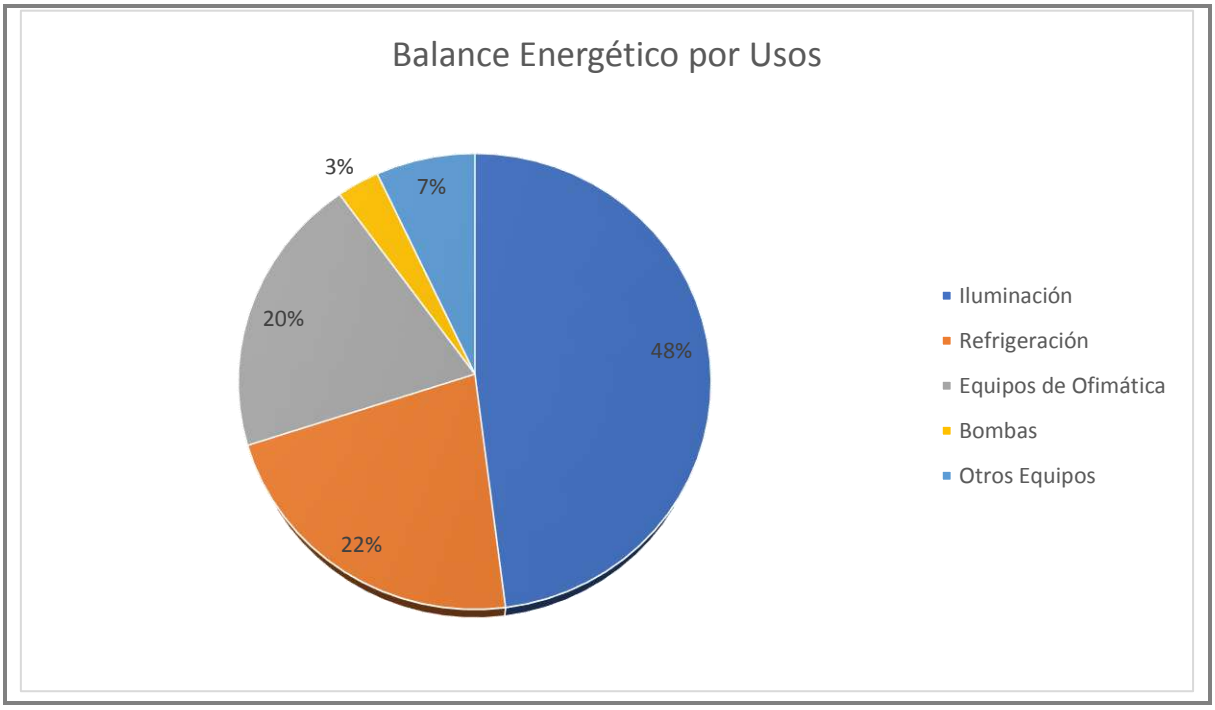

FIGURA 2 - Ejemplo de balance energético por usos en escuelas. Fuente propia en función a las instalaciones y horarios de uso.

Para desarrollar este mismo gráfico, pero representativo de las instalaciones bajo análisis, es importante recurrir al Reporte de desempeño Energético, explicado y desarrollado en la Guía 2 de esta misma serie.

4 ILUMINACIÓN

4.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación

Antes de analizar los consumos de un sistema de iluminación, es necesario definir algunos conceptos:

- **Lámpara:** corresponde al equipo emisor de luz, como ejemplo, las ampolletas incandescentes y los tubos fluorescentes.
- **Luminaria:** se refiere a la estructura que sostiene la lámpara.
- **Lumen (lm):** es la cantidad de luz que es capaz de emitir una lámpara bajo condiciones determinadas, además es la unidad propia del flujo luminoso.
- **Balasto:** Dispositivo auxiliar necesario para el funcionamiento de ciertos tipos de lámparas omo ejemplo, los tubos fluorescentes. Hay dos tipos de balastos:
    - *Balastos Magnéticos:* corresponden a una tecnología antigua, que suele requerir de accesorios adicionales para su correcto funcionamiento (como el ignitor) y generalmente degradan con relativa rapidez la cantidad de luz que emite la lámpara.
    - *Balastos Electrónicos:* dispositivos más eficientes que los anteriores, e incorporan todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, además de prolongar la vida útil de las lámparas en comparación a los balastos magnéticos.
- **Rendimiento luminoso:** representa la cantidad de luz que una lámpara es capaz de entregar por cada unidad de energía consumida, se mide en [lm/Watt].
- **Lux:** es la medida de la iluminancia o el nivel de iluminación en un sitio. Este valor es importante ya que existen niveles de referencia para cada tipo de actividad que se desarrolla. Este valor se mide sobre el plano de trabajo (usualmente 0,8 metros) y se utiliza un instrumento llamado luxómetro para determinarlo.
- **CRI o Ra:** corresponde al índice de reproducción cromática (CRI) o rendimiento de color (Ra). Dicho de otra forma, indica qué tan real (comparado con la iluminación natural) es la reproducción del color. Este valor es importante en instalaciones donde es necesario destacar los colores (a modo de ejemplo vitrinas de productos). Un valor de CRI mayor a 80 es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, salvo en aquéllas donde sea necesario entregar una clara diferenciación de los colores, en ese caso deberán escogerse lámparas con un mayor nivel de CRI. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un índice de reproducción cromática muy bueno, que permite identificar claramente los distintos colores y tonalidades, a diferencia de, por ejemplo, la luz monocromática de una sala de revelado fotográfico, en que todo se aprecia entre tonos rojos y no permite la diferenciación de color.
- **Reflector:** es un elemento usualmente utilizado en las luminarias para focalizar y potenciar el flujo luminoso hacia la zona de utilización, generalmente es recomendable utilizar reflectores de aluminio anodizado de alta pureza, con un espesor de 0.4 milímetros.
- **Difusor:** elemento encontrado en algunas luminarias, cuya función es evitar que los rayos de luz incidan directamente sobre los usuarios, evitando de esta forma el encandilamiento y entregando un haz luminoso menos concentrado y más uniforme en su campo de acción. Los difusores suelen estar compuestos por “lamelas”, que son pequeñas láminas instaladas delante de la lámpara.

- **Temperatura de color:** esta característica se mide en Kelvin y hace referencia al color de luz que la lámpara entrega. Una baja temperatura de color (2700 K) indica una luz cálida (amarilla), mientras que, para valores más altos de la temperatura de color, la luz proporcionada es más blanca o fría (desde 3.000k hasta 10.000k).

Cabe destacar que el tipo y cantidad de lámparas o luminarias a utilizar, dependerá de las actividades que se lleven a cabo en el área bajo estudio. A continuación, podrá ver los valores mínimos recomendados de niveles de iluminación [lux] para los diferentes espacios de una escuela:

Área o lugar	Iluminación en Lux
Aulas y laboratorios	1000
Gimnasios	500
Salas de conferencias y auditorios	1000
Pasillos	500
Lockers, vestuarios y baños	250

TABLA 1 - Recomendación de niveles de iluminación (lux) para áreas dentro de un edificio educativo

4.2 Clasificación de Lámparas

- **Lámparas incandescentes:** tal como su nombre lo indica, estas lámparas funcionan a la alta temperatura que alcanza el filamento (usualmente de tungsteno), al llegar a una temperatura determinada, el filamento irradia luz en el espectro visible. Las principales características de estas lámparas son las siguientes:
  - Rangos típicos de potencia entre 25 a 150 Watts.
  - Tienen un alto CRI, siendo las lámparas con mejor reproducción cromática.
  - Presentan un bajo rendimiento lumínico, ya que aproximadamente el 70% de la energía eléctrica que consumen es liberada en forma de calor al ambiente.
  - Re-encendido inmediato.
  - No presenta reducción del flujo luminoso (o depreciación de la cantidad de luz emitida) a lo largo de toda su vida útil.
- **Lámparas halógenas:** estas lámparas también son consideradas incandescentes, pero su particularidad es que entregan una iluminación dirigida, lo que las hace muy comunes en zonas donde se desea resaltar alguna característica o producto, sus principales características son las siguientes:
  - Rangos de potencia entre 150 a 2000 Watts.
  - Tienen una alta reproducción de color (CRI).
  - Como las incandescentes, también liberan una gran cantidad de calor, variable que debe ser considerada cuando se requieran utilizar. Las lámparas halógenas liberan el calor en la misma dirección del flujo luminoso, mientras que las lámparas dicroicas (de aspecto similar a las halógenas), liberan calor en dirección contraria al flujo luminoso.
  - Re-encendido inmediato.
  - No presenta reducción del flujo luminoso en toda su vida útil.
- **Tubos fluorescentes:** son quizás los equipos más utilizados en todos los sectores. El proceso de funcionamiento se produce mediante excitación del gas contenido en su interior y requieren de un balasto. Los tubos fluorescentes se denotan con T y un número, el número que acompaña se refiere al diámetro del tubo medido en octavos de pulgada, por tanto, un

tubo T8 tendrá un diámetro de una pulgada, mientras que un tubo T5, tendrá un diámetro de 5/8 de pulgada. Las principales características son:

- Rangos de potencia entre los 14 y 120 Watts.
- Diferentes diámetros y largos, este último fluctúa entre 0,5 y 1,5 metros.
- La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
- Presentan una menor reproducción de color (CRI).
- Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de "calentamiento".
- Son recomendados para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidos durante periodos largos (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
- Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
- Existen tubos de luz cálida y fría.

- **Lámparas fluorescentes compactas (LFC):** estas lámparas son las comúnmente conocidas como "lámparas de ahorro de energía", éstas requieren de un equipo auxiliar para funcionar (balasto, generalmente incorporado dentro de la misma lámpara). El principio de funcionamiento de estas lámparas es similar al de un tubo fluorescente (mediante la excitación eléctrica de un gas), las principales características de estas lámparas son las siguientes:
  - Rangos de potencia varía entre los 7 y 150 Watts.
  - Existen lámparas de luz cálida o fría.
  - Presentan un mejor rendimiento lumínico que las incandescentes, requiriendo una menor potencia para entregar el mismo flujo luminoso.
  - La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
  - Presentan una menor reproducción de color (CRI).
  - Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de "calentamiento".
  - Son recomendadas para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidas durante periodos largo (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
  - Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
- **LED:** estas lámparas corresponden a los diodos emisores de luz (por sus siglas en ingles). Inicialmente esta tecnología era ampliamente utilizada en tableros eléctricos, luces de freno en automóviles o luces indicativas en equipos electrónicos, actualmente es común verlas en diversas aplicaciones como señaléticas de tránsito, semáforos, alumbrado público e incluso en iluminación de interior. Las principales características son las siguientes:
  - Larga vida útil, superior a todas las demás tecnologías.
  - Bajo nivel de reproducción de color (CRI).
  - Temperatura de luz fría.
  - Sensibles a variaciones de voltaje o calidad de energía.
  - Pueden perder una proporción importante del flujo luminoso que entregas sin fallar completamente.
  - Aún son de alto costo.
  - Según la calidad de éstos, presentan diferencias en el color de luz que entregan.
- **Lámparas de haluro metálico:** son conocidas como lámparas de descarga, comúnmente utilizadas en bodegas o recintos deportivos, también son utilizadas en alumbrado público (principalmente en plazas o paseos), sus principales características son:
  - Presentan una buena eficacia lumínica.
  - Están disponibles en un amplio rango de potencias.
  - Requieren de un largo tiempo de re-encendido
  - Moderada reproducción de color.

- **Lámparas de vapor de sodio:** son lámparas utilizadas para iluminar grandes áreas por largos periodos de tiempo, por lo que son usualmente usadas en alumbrado público. Algunas características:
  - Tienen un rápido encendido.
  - Presentan una baja reproducción de color.
  - Requieren de un balasto para funcionar.
  - Requieren de un tiempo para su re-encendido.
  - Las lámparas de vapor de sodio de alta presión entregan una luz amarilla clara, con un rango de CRI bajo a medio, mientras que las de vapor de sodio de baja presión entregan una luz amarillo-anaranjada con un CRI bajísimo.

A continuación, se puede ver una tabla comparativa de las características de las diferentes tecnologías.

LAMPARA INCANDESCENTE	LAMPARA HALOGENA	FLUORESCENCIA COMPACTA	LED MR16 / AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30.000 horas
			
15W /100 lm	10W / 140 lm	3W / 150 lm	1W / 75 lm*
60W / 710 lm	35W / 600 lm	12W / 650 lm	7W / 750 lm*
75W / 1100 lm	50W / 910 lm	18W / 1150 lm	10W / 1100 lm*
100W / 1600 lm	75W / 1450 lm	23W / 1600 lm	15W / 1400 lm*

TABLA 2 - Comparativa de tecnologías en iluminación.

4.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación

El primer paso para poder evaluar una opción de optimización energética en los sistemas de iluminación corresponde a realizar un levantamiento detallado de todos los equipos existentes en el recinto, segregados por los diferentes tipos de zonas que lo componen.

De acuerdo con lo anterior, la información a recabar debe ser la siguiente:

- Tipo de luminaria: Empotrada, sobrepuesta, con / sin reflector, con / sin difusor
- Tipo de lámpara
- Potencia de la lámpara
- Tipo de recinto (oficina, baño, pasillo, sala de reunión, habitación, aula, etc.).

- Tipo de equipo auxiliar (balasto magnético o balasto electrónico). En el caso de los tubos fluorescentes, podemos detectar el tipo del balasto a través del accionamiento de la lámpara. Si el tubo se enciende de inmediato, el balasto es electrónico, en caso contrario es magnético. La presencia de "partidores" o un zumbido audible también delatan la presencia de balastos magnéticos.
- Horas de uso en un período de tiempo (día, año, etc.).
- Idealmente realizar una medición de iluminancia [lux], utilizando para esto un luxómetro.

La optimización de la iluminación punto a punto es la opción más sencilla de implementar, cuando los sistemas instalados son antiguos, representan una excelente optimización, lográndose no sólo reducir el consumo de energía, sino también aumentar los niveles de iluminación en las zonas de trabajo. Es necesario considerar que frecuentemente en auditorías de sistemas de iluminación se detectan deficiencias en la iluminancia que hacen que una normalización del sistema signifique en consumos incrementados.

Cuando los sistemas de iluminación son relativamente modernos, es necesario realizar un análisis más detallado, de manera de no sólo realizar un cambio de tecnología, sino también evaluar la opción de reducir la cantidad de puntos de iluminación, el reordenamiento de circuitos o la incorporación de sistemas de control. Todo este análisis puede ser solicitado a un especialista, de manera que, mediante una simulación lumínica, pueda proponer opciones de optimización.

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en iluminación, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

4.3.1 Operación / hábitos

- Apagar las luces cuando no se están usando
- Aprovechar la luz natural, reubicando los puestos de trabajos para recibir luz directa de ventanas el mayor tiempo posible.
- Minimizar el uso de luminarias en horas de aseo.
- Disminuir la iluminación en pasillos en hora de poco uso

4.3.2 Mantenimiento

- Realizar mantenimiento y limpieza constante a las luminarias y ventanas
- Utilizar pinturas claras en los recintos de la institución.
- Cuando se deba cambiar una luminaria por falta de funcionamiento, se deberá optar por incorporar una de tecnología de mayor eficiencia energética que se encuentre en el mercado.

4.3.3 Tecnología eficiente

- Incorporar luminarias con certificación de eficiencia energética, optando por aquellas más eficientes.
- Utilizar en lugares poco transitados, sistema con sensores de movimientos.
- Para iluminación exterior se pueden incorporar interruptores fotosensibles de manera de asegurar que no quedarán luces encendidas durante las horas de luz natural.

- Se puede considerar la instalación de temporizadores en tableros de control de iluminación, para aquellas zonas que no se utilizan fuera del horario de clases ni durante los fines de semana.

5 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Como se ve en el ejemplo de balance energético por usos, la refrigeración es uno de los principales consumos en este tipo de instalaciones. Se deberá tener en cuenta en aquellos casos que se cuente con un sistema de refrigeración. A lo largo de este inciso se verán los componentes de un sistema de refrigeración y distintas medidas que se pueden implementar para generar un ahorro energético en este uso significativo.

5.1 Componentes de un sistema de refrigeración

En el caso de los sistemas de refrigeración, prácticamente todos los equipos operan bajo un ciclo de compresión de gas (refrigerante). En la zona que se desea enfriar se instala el "evaporador", denominado de esta manera porque le quita al ambiente (cámara de frio, espacio refrigerado, etc.) la energía necesaria para evaporar el refrigerante que circula dentro del ciclo.

Posteriormente ese refrigerante, en estado gaseoso, es tomado por un compresor, el cual eleva su presión y temperatura, para luego pasar a la unidad de condensación (es esta unidad que se suele ver en los techos de los recintos o en las paredes exteriores), donde el refrigerante cede su energía al ambiente, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante ingrese nuevamente al evaporador, es sometido a una rápida y drástica reducción de presión en la válvula de expansión, con lo que baja rápidamente su temperatura y continúa el ciclo.

Una variación al ciclo de refrigeración descrito anteriormente corresponde al remplazo de la unidad de compresión, por un sistema de absorción, reduciendo con esto la cantidad de energía eléctrica que el ciclo necesita para operar, a costo del requerimiento de una fuente de calor. El ciclo de absorción aprovecha la condición de solubilidad del refrigerante en la otra sustancia o absorbente. Cuando el refrigerante abandona el evaporador (como gas), es mezclado con el absorbente y el gas se combina con el líquido, mezcla que ahora puede ser bombeada hasta la presión necesaria en el generador (lo que requiere mucha menos energía que la compresión). Luego, para separar nuevamente el absorbente del refrigerante, a la mezcla a alta presión se le debe aplicar calor. Con esto, debido a las diferentes propiedades termodinámicas de las sustancias, el refrigerante se evapora y el refrigerante se dirige al condensador para continuar el ciclo.

Existen equipos (chillers) que utilizan la combustión de un combustible como fuente de calor, mientras que, en otras ocasiones, cuando existen fuentes de calor de desecho, éstas pueden ser aprovechadas para realizar la separación de los líquidos, disminuyendo considerablemente el costo por concepto de energía que requiere el ciclo.

Tal como se ha descrito anteriormente, en los sistemas de refrigeración, el elemento de mayor consumo energético es el compresor de refrigerante.

A diferencia de lo que ocurre en las calderas, los sistemas de refrigeración no utilizan el concepto de eficiencia, sino más bien se clasifican en función de su Coeficiente de Operación (COP). Este coeficiente nos indica cuánta energía térmica es capaz de entregar el equipo por cada unidad de energía consumida.

Entre los condicionantes que de forma más común y habitual afectan al funcionamiento en una instalación real, se destacan los que se resumen a continuación:

5.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en refrigeración, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

5.2.1 Operación / hábitos

"Free cooling"

La técnica de "free cooling" consiste en el aprovechamiento del aire exterior durante los periodos del día en que la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada. Suele utilizarse con mayor frecuencia en zonas donde ocurren las 4 estaciones, pero también puede ser utilizada en Panamá en aquellas horas del día donde la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior del edificio, generalmente temprano por la mañana o por la noche. De esta forma intercambiando el aire, se podrá ventilar y bajar la temperatura del interior del edificio sin necesidad del uso de la energía. Para la aplicación de esta técnica se deberá realizar un seguimiento y medición de la temperatura a fin de determinar los rangos para su inicio y su fin.

Este mecanismo puede ser realizado de forma manual con la apertura de ventanas que generen el intercambio de aire, o a través de ventilación mecánica. exterior es inferior a la temperatura buscada.

Control de temperaturas por zonas; según su orientación y nivel de ocupación.

Se explicó anteriormente la incidencia que tienen las cargas térmicas en el acondicionamiento térmico del edificio. Las cargas térmicas pueden ser exteriores el edificio (de una fuente de calor como puede ser el sol) o pueden provenir del interior como son las cargas internas generadas por sus habitantes, los sistemas de iluminación u otros consumidores de energía que disipan calor durante su funcionamiento. Los controles de temperatura permitirán ajustar los consumos en función de:

- Variabilidad de las condiciones de ambiente exterior, las cuales hay que tener en cuenta para ajustar el funcionamiento de la máquina a la situación de capacidad deseada.
- Variabilidad de las ganancias externas e internas de calor del edificio, durante cualquier periodo de tiempo determinado, que afectan directamente a la potencia frigorífica demandada a lo largo del día.
- El sistema de control no debería permitir temperaturas por debajo de 24°C. Esta limitación debería realizarse sobre todo en los casos donde la persona que fije la temperatura del termostato no pague el consumo de electricidad.

5.2.2 Mantenimiento

Adecuado mantenimiento y limpieza en evaporadores y condensadores.

Funcionamiento defectuoso de elementos y componentes de las instalaciones que, aun siendo ajenos a las máquinas de producción, afectan directamente a sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, el mal funcionamiento del dispositivo de control de las condiciones ambientales de una zona en un edificio implica situaciones de demanda anómalas para los equipos de producción, que pueden perturbar su estabilidad originando, entre otros efectos, arranques y paradas frecuentes de los compresores.

Limitación en la energía consumida por los ventiladores

La energía eléctrica consumida por los ventiladores suele ser una parte importante de la energía consumida por la instalación de climatización. En general, hay que descartar los sistemas que funcionen muchas horas a caudal constante.

En los sistemas de ventilación, debe prestarse especial atención a la potencia eléctrica consumida por los equipos debida sobre todo a los filtros. En este sentido es recomendable:

- Instalar filtros de tamaño superior al correspondiente al caudal de ventilación. La velocidad del aire al pasar por el filtro será menor y la pérdida de carga también.
- La sustitución de los filtros debería producirse cuando la pérdida de carga sea de 300-350 Pa (en lugar de los 450 Pa que suelen fijar los fabricantes). De esta forma se seleccionarán ventiladores de menor potencia que consumirán menos energía.
- Control de la ventilación. Se recomienda emplear siempre sondas de calidad del aire para no ventilar más de lo necesario.

Aislación de tuberías y conductos

Esta medida está vinculada a asegurar el mantenimiento en buen estado de la aislación de tuberías y conductos, así como incorporar un plan de aislaciones en aquellos casos en que éstas no estén presentes en la instalación.

En un ciclo de frío, la línea de vapor (aspiración del compresor) está entre 0 y 5°C y si no se aísla la tubería y los accesorios aparecerán condensaciones. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En ciclo de calor, la línea de vapor (impulsión del compresor) está a más de 40°C y debería aislarse. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En todo caso, las tuberías de refrigerante deben estar aisladas para evitar la posibilidad de condensaciones superficiales. En el caso de tuberías de refrigerante que circulen por ambientes con altos contenidos de humedad (piscinas, aseos), se deberá asegurar que no se produzcan condensaciones con el espesor de aislamiento recomendado por el fabricante.

5.2.3 Tecnología eficiente

Reducir la carga térmica en las zonas a climatizar.

Mejorar la aislación en la envolvente del edificio reducirá el intercambio de calor entre el exterior y el interior. Esto quiere decir, utilizar sistemas constructivos con materiales aislantes y

cerramientos con una transmitancia térmica baja y sellando las entradas de calor al interior del edificio. Hay que tener precaución con salas de máquinas que necesiten ventilación al exterior.

También, utilizar toldos, parasoles o vegetación natural en aquellas caras más expuestas a la radiación solar reducirá las cargas térmicas generadas por el aporte solar.

Instalación de equipos de alta eficiencia energética

Cuando se esté pensando en una instalación nueva o un recambio de equipos siempre se debe optar por la opción más eficiente. Si su uso es intensivo, como es el caso de los equipos de refrigeración, la inversión se amortiza en poco tiempo ya que los ahorros suelen ser muy grandes. La comparación de especificaciones técnicas y la etiqueta de eficiencia energética de diferentes opciones de equipos resulta fundamental a la hora de planificar la adquisición o reemplazo de equipamientos.

Para los aires acondicionados se utiliza como criterio de eficiencia el valor del índice o relación de eficiencia energética (REE), medido generalmente en [BTU/Wh]. Este índice expresa la eficiencia eléctrica relativa, expresada como la relación entre la capacidad de enfriamiento térmica sobre la potencia eléctrica.

A continuación, en la Figura 3, se puede ver un ejemplo de una etiqueta de acondicionador de aire con un REE de 3,20, que es levemente superior al mínimo establecido por norma (REE de 3,08). Este acondicionador de aire logra obtener un ahorro de un 4%. A medida que el REE aumenta el ahorro energético va aumentando y se ve reflejado en la escala porcentual que se muestra en la etiqueta.



FIGURA 3- Modelo de etiqueta de eficiencia energética en Panamá para Acondicionadores de Aire

Fecha de inicio de la prohibición de importación de equipos Acondicionadores de Aire que no cumplan con el Reglamento Técnico correspondiente: 31 de Diciembre de 2019.

Los equipos a continuación cuentan con Reglamento Técnico aprobado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central Hasta 5 Ton
- Acondicionadores de Aire tipo Dividido (Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo Ventana

Los equipos que todavía no tienen el Reglamento Técnico aprobado al 31 de Diciembre de 2019 son los siguientes y están exentos de exhibir la etiqueta y el certificado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central mayores de 5 Toneladas
- Acondicionadores de Aire tipo ventana Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) on/off (no inverter)
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Multi-Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) Inverter con doble compresor

- Todo equipo que no tenga Norma y Reglamento Técnico vigente en Panamá

Utilizar sistemas de enfriamiento evaporativo.

El enfriamiento evaporativo es una alternativa eficaz y segura para el ahorro de energía aplicada a la condensación por agua en las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado.

El principio de refrigeración evaporativa, materializado en las torres de refrigeración y en los condensadores evaporativos, desempeña un papel fundamental en la refrigeración moderna. Entre sus ventajas se cuenta el ahorro energético, la seguridad y una inmejorable relación entre la inversión y el rendimiento.

Los equipos de enfriamiento evaporativo, con independencia de cuales sean sus modalidades y características específicas, incorporan:

- Una superficie de intercambio de calor y masa, humedecida mediante un dispositivo de distribución de agua.
- Un sistema de ventilación (natural o forzada) encargado de favorecer y, en su caso, forzar el paso del aire ambiente a través de la sección de intercambio de calor y masa.
- Y diferentes componentes auxiliares tales como la balsa colectora de agua, bomba de recirculación, eliminadores de gotas e instrumentos de control.

A pesar de ser un sistema altamente eficiente, cabe destacar que los equipos de refrigeración evaporativa son susceptibles de desarrollar la bacteria "legionella pneumophila" si el agua que recibe de la red está contaminada y el equipo no se mantiene de forma adecuada.

Asegurar adecuado dimensionamiento de los equipos.

El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige comprender el volumen de aire a refrigerar en conjunto con la cantidad de calor producido por los equipos contenidos en el espacio que se desea refrigerar, junto con el calor producido por otras fuentes de calor que habitualmente también están presentes, la orientación y el intercambio de calor con el exterior.

Un sobredimensionamiento puede causar gastos innecesarios en el costo inicial de los equipos de refrigeración y sobrecostos en la vida útil del equipo.

Un sub-dimensinamiento no cubrirá las necesidades de confort y será un equipo que trabajará sobre exigido para poder cubrir con la demanda solicitada teniendo más probabilidades de rotura.

Utilizar sistemas de velocidad variable en bombas o ventiladores.

Los motores de bombas y ventiladores estándar siempre funcionan a máxima velocidad y, por consiguiente, consumen más energía que la necesaria para la tarea que cumplen. Un variador de velocidad aminora la marcha de un ventilador o bomba cuando la carga decrece.

6 EQUIPOS DE OFIMÁTICA

6.1 Clasificación de equipos de ofimática

Otra categoría de equipos consumidores de energía usualmente presentes en todas las instalaciones son los equipos de ofimática.

Algunos conceptos básicos son:

- Monitor: es la parte del computador en donde se proyectan las imágenes y nos permite interactuar con el computador. Existen tres tipos de monitores, los tradicionales de tubos de rayos catódicos (CRT), las pantallas de cristal líquido convencionales (LCD) y las pantallas de cristal líquido con retroiluminación LED.
- Unidad de proceso central (CPU): corresponde a la parte principal del computador, donde se almacena y procesa la información.

Para los dispositivos completos, se presentan estimaciones del consumo de energía eléctrica de éstos:

Sistema	Consumo
Computadora con pantalla CRT	Éste es el monitor convencional de tubo de rayos catódicos, tienen un consumo total de 140 W, donde la pantalla es responsable de entre 60 a 90 W del consumo.
Computadora con pantalla LCD	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Computadora con pantalla LED	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Notebook o laptop	Estos equipos tienen ambas instancias en un solo dispositivo, el consumo total de energía de estos dispositivos es de alrededor de 20 W.

TABLA 3 - Equipos de ofimática

Dentro de esta categoría se pueden incluir también otros equipos como impresoras, proyectores, pantallas táctiles, equipos de audio.

6.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática

6.2.1 Operación / hábitos

- Apagar la pantalla de la CPU cuando no lo vaya a utilizar durante periodos cortos.
- Apagar completamente la CPU cuando se ausente por más de 30 minutos.
- Enchufar en una zapatilla los artefactos que tengan modo Stand By de modo de apagarlos todos cuando no se están utilizando.

6.2.2 Mantenimiento

- Se recomienda programar la limpieza de los equipos de ofimática para reducir la acumulación de polvo. El polvo dentro de los monitores y la CPU hacen trabajar de manera

forzada los ventiladores que cumplen la función de mantener controlada la temperatura interna en el gabinete. Un mal funcionamiento puede reducir la vida útil de los equipos.

6.2.3 Tecnología eficiente

- En caso de tener que hacer un cambio o compra de nuevos equipos de ofimática, elegir aquellos que cuenten con certificación de eficiencia energética. Los podrá identificar mediante sellos aplicados a estos productos, como por ejemplo el sello *Energy Star*.
- Optar por pantallas LED ya que consumen significativamente menos que el resto de las tecnologías.

7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS

7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores

Los motores eléctricos son los equipos encargados de convertir la energía eléctrica en energía mecánica giratoria que se transfiere a la carga cualquiera que esta sea. En el diagrama a continuación se puede observar el flujo de energías correspondiente a un motor eléctrico.

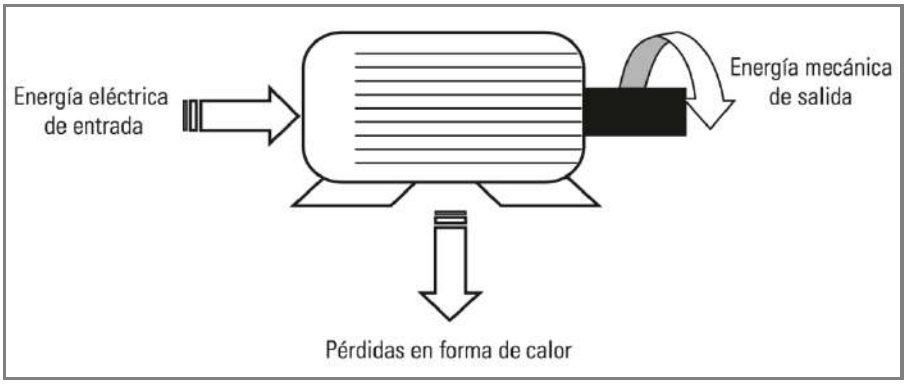

FIGURA 43 – Flujo de energías en un motor eléctrico

En el caso de los sistemas de agua, la carga típica la constituyen los sistemas de bombeo, aunque también existen otro tipo de cargas como los ventiladores, sopladores, agitadores y transportadores usados en las plantas de tratamiento de agua residual y potabilizadoras.

Del universo de motores eléctricos, el más popular de todos es sin duda el motor de inducción, debido a su gran versatilidad y bajo costo; es por lo tanto el de mayor aplicación tanto a nivel industrial como doméstico, y por supuesto en los sistemas de bombeo centrífugo se lo utiliza casi universalmente para el bombeo de agua municipal. Quizás hasta se haya exagerado un poco en su aplicación, al grado que, debido a su bajo costo, en muchos casos no se han aprovechado adecuadamente sus grandes cualidades y se han propiciado usos sumamente ineficientes en algunas de sus aplicaciones.

7.1.1 Pérdidas típicas de un motor eléctrico

En general, las pérdidas de un motor eléctrico pueden desglosarse como sigue:

- Pérdidas eléctricas (en el estator y el rotor) (varían con la carga).
- Pérdidas en el hierro (núcleo) (esencialmente independientes de la carga).
- Pérdidas mecánicas (fricción y turbulencia del viento) (independientes de la carga). Las pérdidas mecánicas ocurren en los cojinetes, los ventiladores y las escobillas (cuando se usan) del motor.
- Pérdidas de carga por dispersión (dependientes de la carga). Estas pérdidas están constituidas por varias pérdidas menores que provienen de factores como la pérdida de flujo inducido por las corrientes del motor, la distribución no uniforme de la corriente en el estator y los conductores del rotor, el entrehierro y así sucesivamente. Estas pérdidas

combinadas llegan a constituir hasta el 10%-15% de las pérdidas totales del motor y tienden a aumentar con la carga.

En condiciones normales de tensión y frecuencia, las pérdidas mecánicas y magnéticas se mantienen prácticamente constantes, independientemente de la carga impulsada; no así las pérdidas eléctricas que varían con la potencia exigida en la flecha.

7.1.2 Evaluación de la eficiencia de los motores

La eficiencia de un motor eléctrico es la medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en un porcentaje de la relación de potencia mecánica entre la potencia eléctrica. Para motores DC, la eficiencia se puede expresar como:

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{\text{Potencia mecánica [HP]}}{\text{Potencia eléctrica [W]}} * 746 * 100$$

Dónde: 746 es el factor de conversión de HP a Watts.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, que es la Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional que especifica los niveles de eficiencia energética para motores de inducción eléctricos trifásico, de velocidad única, de jaula de ardilla con 2, 4 o 6 polos. Clasifica tres niveles: IE1 (estándar), IE2 (high) e IE3 (premium). Para cada nivel la eficiencia se define para un rango de salida nominal desde 0,75 a 375 kW.

A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

En la Figura 5 se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

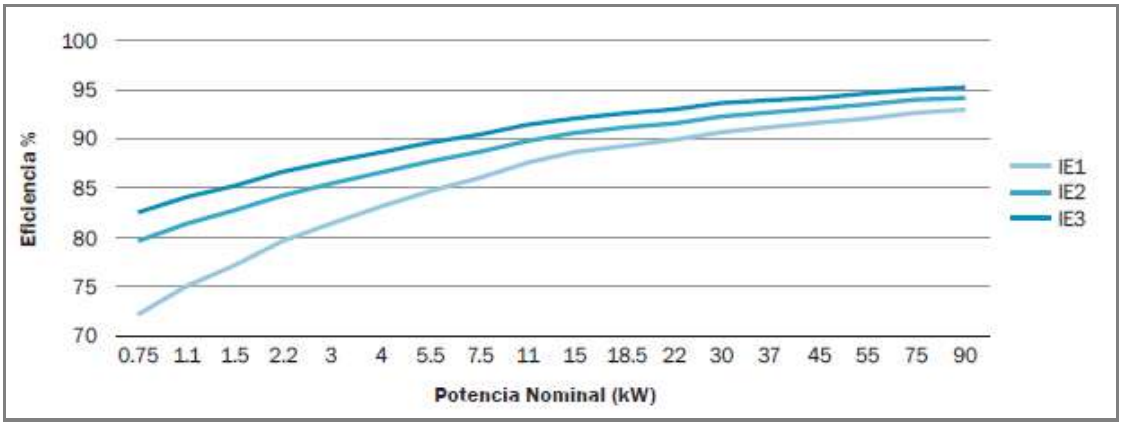

FIGURA 54 – Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal

7.1.3 Cálculo de pérdidas y eficiencia de la bomba

Como ya se comentó, uno de los mayores puntos de pérdidas energéticas se presenta en la etapa de transformación de la energía eléctrica en energía mecánica obtenida por medio del sistema de bombeo y transmitida al fluido en forma de potencia manométrica.

Por ende, es importante diagnosticar varios aspectos que pueden ser la causa de un excesivo consumo energético y, al mismo tiempo, presentar oportunidades para ahorrar energía de manera sustancial y con bajo costo.

Los principales aspectos para diagnosticar en estos sistemas son:

- La eficiencia electromecánica actual.
- Las condiciones de operación del sistema.
- Las características de las instalaciones y pérdidas energéticas en el sistema de conducción.

Durante su operación, las bombas sufren pérdidas naturales como resultado de los mecanismos hidráulicos que suceden en el interior y exterior de sus componentes, por lo cual es lógico que no se pueda mantener la eficiencia de la bomba nueva.

Para entender de dónde vienen las pérdidas en la operación de bombeo que finalmente repercuten en el consumo energético, es importante repasar los diferentes tipos de pérdidas que se presentan en las bombas y que se clasifican según se detalla a continuación.

Pérdidas Internas

- **Pérdidas de carga:** resultan de la viscosidad y la turbulencia del fluido. Un ejemplo de pérdidas de carga lo constituyen las pérdidas por choques en la entrada del difusor.
- **Pérdidas por fugas:** en una bomba, las pérdidas por fugas internas tienen como causa el juego que necesariamente ha de existir entre partes móviles como el impulsor y partes fijas.
- **Pérdidas por rozamiento interno:** en una bomba centrífuga el impulsor tiene superficies inactivas desde el punto de vista de su función de comunicar energía al fluido. Esto da lugar a frotamiento viscoso, lo cual produce pérdidas internas por rozamiento en el fluido.

Pérdidas Externas

- **Fugas externas:** estas se producen en los lugares donde el eje atraviesa a la carcasa de la máquina. Una parte del caudal que entra a la bomba se deriva antes de ingresar en el impulsor y se pierde.
- **Pérdidas por rozamiento externo:**
  - Rozamiento mecánico en las empaquetaduras que existen en los ejes.
  - Rozamiento mecánico en los cojinetes de la bomba.
- **Recirculación del flujo:** el fluido bombeado se recircula a la succión de la bomba, siendo ésta la condición más ineficiente.
- **Estrangulación de la descarga:** mediante una válvula se regula el flujo requerido, lo cual involucra una pérdida de energía (ya que la energía utilizada para elevar la presión del fluido es disipada en la válvula).
- **Encendido/apagado:** esta condición entrega una reducción en el consumo de energía, pero repercute en otros factores de la operación del circuito, tales como: golpe de ariete y reducción de la vida útil del motor de la bomba.

En el siguiente diagrama se presentan los flujos de pérdidas y diversos rendimientos de la bomba centrífuga en forma de diagrama de Sankey.

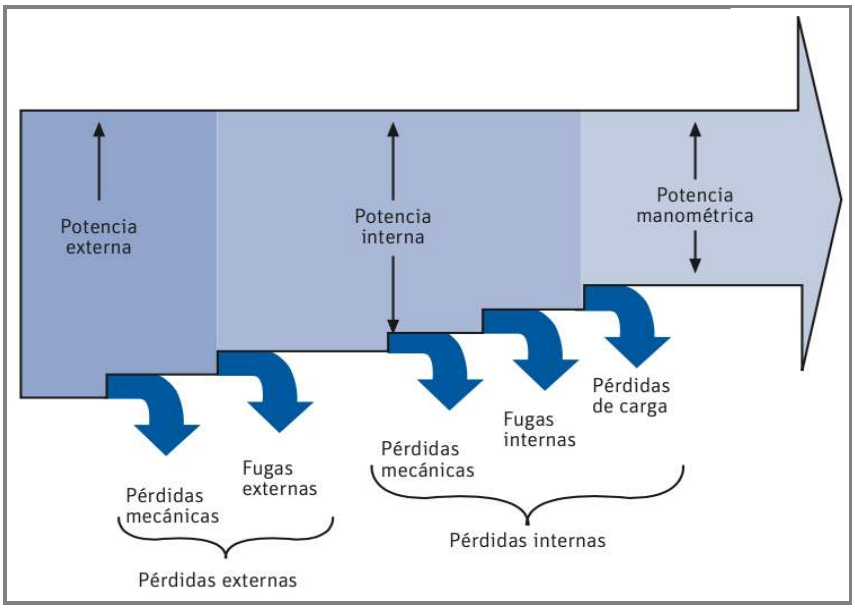

FIGURA 65 - Pérdidas de las bombas centrífugas

7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores

7.2.1 Operación / hábitos

- Controlar las horas de operación del sistema y evitar que quede funcionando innecesariamente.
- Evitar utilizar las bombas a carga parcial, en condiciones distintas a las nominales. Si la contrapresión de la bomba es menor de la especificada o calculada al diseñar la instalación,

se recomienda, si la sobrecarga es constante, regular el impulsor. Para saber si esto es posible, es aconsejable consultar con el fabricante.

7.2.2 Mantenimiento

- Cumplir con el mantenimiento preventivo y predictivo recomendado en las especificaciones del fabricante.
- Dentro de los principales beneficios que se obtienen con un buen programa de mantenimiento de las instalaciones, cabe destacar los que se detallan a continuación:
    - Mayor disponibilidad del equipo.
    - Mayor capacidad de bombeo.
    - Mayor confiabilidad en el equipo.
    - Operación mejor planificada y más eficiente.
    - Mejor servicio a la población.
    - Disminución de costos de operación y administración.
    - Incremento de la vida útil de los equipos.
    - Disminución de los requerimientos de inversión.
    - Ahorro de energía.

7.2.3 Tecnologías eficientes

- En caso de tener que efectuar un recambio de equipos, se recomienda optar siempre el de mayor eficiencia energética y realizar un dimensionamiento acorde a las instalaciones.
- Verifique que no se haya sobredimensionado la potencia del motor o la curva de la bomba.
- Tener en cuenta que la mayor eficiencia se alcanza trabajando a un factor de carga de entre el 70% y el 90%, o sea, entre un 70% y un 90% de la potencia nominal.
- Evaluar el reemplazo del motor de la bomba por un motor de alta eficiencia.
- Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal.

REPÚBLICA DE PANAMÁ
GOBIERNO NACIONAL

MINISTERIO DE LA PRESIDENCIA
SECRETARÍA DE ENERGÍA

GUÍA 6 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS

Guías de Eficiencia Energética para los Administradores Energéticos de la República de Panamá

Año 2021

GUÍA 6 - OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS

CONTENIDO

1 CONTEXTO 2
1.1 Objeto del documento 2
2 DEFINICIONES 4
3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO 6
4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN 8
4.1 Componentes de un sistema de refrigeración 8
4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración 9
5 AGUA CALIENTE SANITARIA 14
5.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) 14
5.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS 15
5.3 Ahorro de agua general 16
6 ILUMINACIÓN 18
6.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación 18
6.2 Clasificación de Lámparas 19
6.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación 22
7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS 24
7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores 24
7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores 28
8 EQUIPOS DE OFIMÁTICA 30
8.1 Clasificación de equipos de ofimática 30
8.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática 30

1 CONTEXTO

El sector energético a nivel mundial tiene grandes desafíos por delante, referidos a una creciente demanda de energía, el impacto del cambio climático por el uso de combustibles fósiles y la escasez de recursos. Como resultado, y considerando que la eficiencia energética es uno de los recursos disponibles más económicos para lograr la sostenibilidad del sector energético, la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), con financiamiento de la Agencia de Cooperación Austríaca para el Desarrollo (ADA), ha diseñado "El Programa para América Latina y el Caribe de Eficiencia Energética - PALCEE", que tiene el objetivo de consolidar el desarrollo de la eficiencia energética en los países miembros de OLADE mediante: el fortalecimiento del marco institucional de eficiencia energética, el desarrollo de capacidades técnicas y de gobernanza y el reforzamiento de las iniciativas de eficiencia energética ya vigentes.

Para el caso concreto de la fase actual del PALCEE se plantea reforzar el Programa de Administradores Energéticos en el sector público de la República de Panamá. A tales efectos, se realizó la contratación de una consultoría, dentro de la cual se desarrollaron guías para ser utilizadas por los Administradores Energéticos y los miembros de los Comité de Energía en el desempeño de sus funciones.

1.1 Objeto del documento

Este documento forma parte de la serie de ***GUÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA LOS ADMINISTRADORES ENERGÉTICOS DEL SECTOR PÚBLICO DE LA REPÚBLICA DE PANAMÁ***.

Las distintas guías que componen la serie se enumeran a continuación, incluyendo un resumen de su contenido.

- **GUÍA 1: INTRODUCCIÓN A LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR PÚBLICO**
  - Definiciones
  - Beneficios de la eficiencia energética
  - Fuentes de energía y matriz energética nacional
  - Marco normativo y etiquetado de eficiencia energética
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Facturación del servicio de energía eléctrica

- **GUÍA 2: REPORTE DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO**
  - Definiciones
  - Cómo desarrollar un reporte de desempeño energético
  - Plantilla de reporte de desempeño energético

- **GUÍA 3: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS**
  - Definiciones
  - Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
  - Sistemas de refrigeración
  - Iluminación

- Equipos de ofimática
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 4: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN HOSPITALES**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Iluminación
- Agua caliente sanitaria
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática
- Cogeneración

❖ **GUÍA 5: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN ESCUELAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Iluminación
- Sistemas de refrigeración
- Equipos de ofimática
- Bombas centrífugas y motores eléctricos

❖ **GUÍA 6: OPORTUNIDADES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DEPORTIVAS**
- Definiciones
- Tipo de medidas para mejora del desempeño energético
- Sistemas de refrigeración
- Agua caliente sanitaria
- Iluminación
- Bombas centrífugas y motores eléctricos
- Equipos de ofimática

2 DEFINICIONES

Institución: se utiliza para Ministerios y otros organismos, teniendo como referencia que la institución es la que maneja el presupuesto.

Dependencias: son las áreas de menor nivel como Secretarías y Direcciones.

Instalaciones: activos físicos donde ocurre el consumo de energía (edificios administrativos, escuelas, hospitales, flotas vehiculares, etc).

Organización: se usa de manera genérica para referirse a las instalaciones de una dependencia e institución específicas, que serán alcanzadas por el reporte de desempeño energético, de acuerdo con lo definido en la sección "alcances y límites".

Uso de la energía: aplicación de la energía (por ejemplo: iluminación, climatización, transporte, almacenamiento de datos, proceso o prestación específica).

Consumo energético: cantidad de energía utilizada.

Eficiencia Energética: proporción u otra relación cuantitativa entre un resultado de desempeño, servicio, productos, materias primas, o de energía y una entrada de energía. Tanto la entrada como la salida deben estar claramente especificadas en términos de cantidad y calidad, y se deben medir.

Factor estático: factor identificado que impacta en forma significativa en el desempeño energético y que no cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: el tamaño de la instalación, el diseño del equipo instalado, la cantidad de turnos semanales, los tipos de servicios prestados.

Variable relevante: factor cuantificable que impacta en forma significativa en el desempeño energético y cambia en forma rutinaria.

Ejemplos: las condiciones del clima, condiciones operativas, horas laborables, volumen de pacientes atendidos.

Desempeño Energético (DE): es un concepto más amplio que incluye los resultados medibles relacionados con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía; en comparación con los objetivos y las metas de la organización y otros requisitos (por ejemplo, requisitos legales o de prestación de un servicio específico).

Indicador del Desempeño Energético (IDEn): medida o unidad del DE según lo defina la organización. Puede expresarse con una métrica simple, un índice o un modelo, dependiendo de las actividades que se estén midiendo.

Uso significativo de la energía (USE): uso de la energía que representa un consumo de energía sustancial y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético.
El criterio de significación es determinado por cada organización.
Los USE pueden ser instalaciones, sistemas, procesos o equipos. Ejemplos: vehículos de transporte pesado, climatización, sistema de agua caliente sanitaria.

Energía Activa: es aquella que puede ser transformada en otro tipo de energía como térmica y mecánica. La unidad de medida utilizada en la factura de electricidad es el kilowatt hora [kWh].

Energía Reactiva: es aquella que no puede ser transformada en otro tipo de energía. Se mide en kilovolt-ampere reactivos [kVAr].

Factor de Potencia: es un indicador del consumo de energía reactiva respecto de la energía activa de una misma instalación. Conocido normalmente como FP o cos (phi).

Energía Aparente: corresponde, de cierta forma, al producto entre la corriente y tensión de suministro. Específicamente es el cociente entre la energía activa y el factor de potencia. Se mide en Volt-ampere [VA].

Potencia: es la cantidad de energía requerida en una unidad de tiempo. Se mide en kilowatt [kW].

Demanda: es utilizada en términos tarifarios, y se refiere a la demanda máxima de potencia promedio en un periodo de 15 minutos. Su unidad de medida es el kilowatt [kW].

Potencia Instalada: corresponde a la suma de la potencia en kW de todos los equipos existentes en la instalación.

Factor de Carga: relación entre la demanda media y la demanda máxima ocurrida en un periodo de tiempo definido.

Período Punta: periodo definido entre las 9:01 y 17 horas que se aplica de lunes a viernes.

Período fuera de punta: las horas comprendidas entre las 17:01 y las 09:00 y la totalidad de los días sábado, domingo y días de fiesta nacional.

3 TIPO DE MEDIDAS PARA MEJORA DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Como se explica en la Guía 1 de esta misma serie, el *Desempeño Energético* es un concepto amplio que incluye cuestiones relacionadas con la eficiencia energética, el uso y el consumo de energía.



FIGURA 1 – Conceptos incluidos en "Desempeño Energético"

Existen tres tipos de medidas para mejorar el desempeño energético de una instalación: las vinculadas con la operación o el uso de las instalaciones, que suelen tener un fuerte componente de hábitos por parte de los usuarios finales; aquellas referidas al mantenimiento del equipamiento de consumo de energía, y las de eficiencia energética relacionadas directamente con la tecnología de los equipos en cuestión.

A lo largo de esta Guía se realizarán recomendaciones para mejorar el desempeño energético de los hospitales a través de estos tres tipos de medidas.

En la Guía 2 se describió como desarrollar un Reporte de Desempeño Energético, partiendo de los diferentes usos y consumos, hasta la identificación de los usos significativos de la energía (USE). alcance para poder definir los usos significativos. A partir de esta información es esencial analizar y caracterizar los sistemas y equipos consumidores de energía. Es fundamental contar con información de dimensionamiento y eficiencia de los sistemas instalados y realizar un inventario detallado de los diferentes equipos consumidores de energía de acuerdo a la metodología indicada en la Guía 2.

Hay una serie de variables para tener en cuenta a la hora de caracterizar el consumo energético en este tipo de instalaciones, entre ellas se destacan las siguientes:

- Antigüedad de las instalaciones.
- Horas de funcionamiento diarias y semanales.
- Número de ocupantes (deportistas individuales, alumnos de clases deportivas, instructores y áreas de servicio).
- Cantidad de turnos de clases, entrenamientos y otros.
- Estacionalidad: es importante de identificar si se incrementa o disminuye la actividad en alguna época del año (por ejemplo, en vacaciones puede haber menos clases, pero actividades recreativas diarias para niños).

Se utiliza como ejemplo un perfil de consumo energético de un centro deportivo típico que le ayudará como punto de partida para contrastar con el perfil de su instalación.

Los equipos que se van a encontrar en este tipo de instalaciones son los siguientes: refrigeración, iluminación, agua caliente sanitaria, motores eléctricos y bombas, usos varios (por ejemplo, cafetería o comedor).

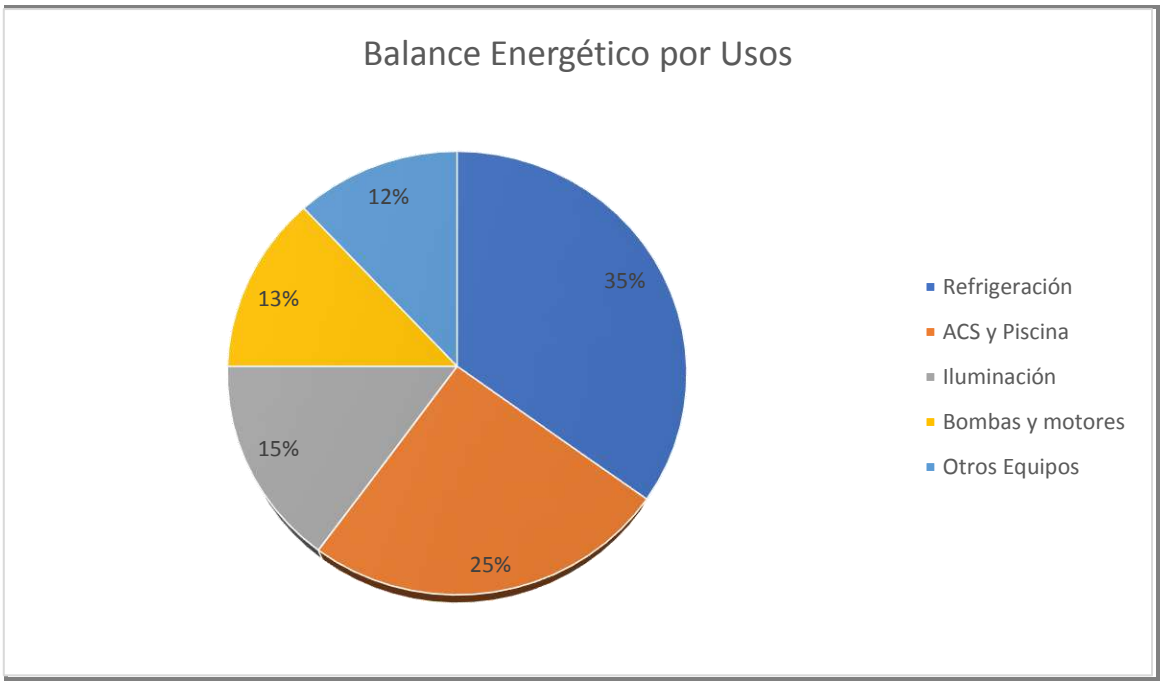

FIGURA 2 - Ejemplo de balance energético por usos en un centro deportivo. Fuente propia en función a las instalaciones y horarios de uso.

4 SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Como se ve en el ejemplo de balance energético por usos, la refrigeración puede ser el mayor consumo en este tipo de instalaciones, es por ello que se va a tratar en primer lugar. A lo largo de este inciso se verán los componentes de un sistema de refrigeración y distintas medidas que se pueden implementar para generar un ahorro energético en este uso significativo.

4.1 Componentes de un sistema de refrigeración

En el caso de los sistemas de refrigeración, prácticamente todos los equipos operan bajo un ciclo de compresión de gas (refrigerante). En la zona que se desea enfriar se instala el "evaporador", denominado de esta manera porque le quita al ambiente (cámara de frio, espacio refrigerado, etc.) la energía necesaria para evaporar el refrigerante que circula dentro del ciclo.

Posteriormente ese refrigerante, en estado gaseoso, es tomado por un compresor, el cual eleva su presión y temperatura, para luego pasar a la unidad de condensación (es esta unidad que se suele ver en los techos de los recintos o en las paredes exteriores), donde el refrigerante cede su energía al ambiente, volviendo al estado líquido. Antes de que el refrigerante ingrese nuevamente al evaporador, es sometido a una rápida y drástica reducción de presión en la válvula de expansión, con lo que baja rápidamente su temperatura y continúa el ciclo.

Una variación al ciclo de refrigeración descrito anteriormente corresponde al remplazo de la unidad de compresión, por un sistema de absorción, reduciendo con esto la cantidad de energía eléctrica que el ciclo necesita para operar, a costo del requerimiento de una fuente de calor. El ciclo de absorción aprovecha la condición de solubilidad del refrigerante en la otra sustancia o absorbente. Cuando el refrigerante abandona el evaporador (como gas), es mezclado con el absorbente y el gas se combina con el líquido, mezcla que ahora puede ser bombeada hasta la presión necesaria en el generador (lo que requiere mucha menos energía que la compresión). Luego, para separar nuevamente el absorbente del refrigerante, a la mezcla a alta presión se le debe aplicar calor. Con esto, debido a las diferentes propiedades termodinámicas de las sustancias, el refrigerante se evapora y el refrigerante se dirige al condensador para continuar el ciclo.

Existen equipos (chillers) que utilizan la combustión de un combustible como fuente de calor, mientras que, en otras ocasiones, cuando existen fuentes de calor de desecho, éstas pueden ser aprovechadas para realizar la separación de los líquidos, disminuyendo considerablemente el costo por concepto de energía que requiere el ciclo.

Tal como se ha descrito anteriormente, en los sistemas de refrigeración, el elemento de mayor consumo energético es el compresor de refrigerante.

A diferencia de lo que ocurre en las calderas, los sistemas de refrigeración no utilizan el concepto de eficiencia, sino más bien se clasifican en función de su Coeficiente de Operación (COP). Este coeficiente nos indica cuánta energía térmica es capaz de entregar el equipo por cada unidad de energía consumida.

4.2 Oportunidades de ahorro energético en refrigeración

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en refrigeración, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

4.2.1 Operación / hábitos

"Free cooling"

La técnica de "free cooling" consiste en el aprovechamiento del aire exterior durante los periodos del día en que la temperatura exterior es inferior a la temperatura buscada. Suele utilizarse con mayor frecuencia en zonas donde ocurren las 4 estaciones, pero también puede ser utilizada en Panamá en aquellas horas del día donde la temperatura exterior es más baja que la temperatura interior del edificio, generalmente temprano por la mañana o por la noche. De esta forma intercambiando el aire, se podrá ventilar y bajar la temperatura del interior del edificio sin necesidad del uso de la energía. Para la aplicación de esta técnica se deberá realizar un seguimiento y medición de la temperatura a fin de determinar los rangos para su inicio y su fin.

Este mecanismo puede ser realizado de forma manual con la apertura de ventanas que generen el intercambio de aire, o a través de ventilación mecánica. exterior es inferior a la temperatura buscada.

Control de temperaturas por zonas; según su orientación y nivel de ocupación.

Se explicó anteriormente la incidencia que tienen las cargas térmicas en el acondicionamiento térmico del edificio. Las cargas térmicas pueden ser exteriores el edificio (de una fuente de calor como puede ser el sol) o pueden provenir del interior como son las cargas internas generadas por sus habitantes, los sistemas de iluminación u otros consumidores de energía que disipan calor durante su funcionamiento. Los controles de temperatura permitirán ajustar los consumos en función de:

- Optimice el uso de ventiladores frente a equipos de refrigeración, consumen mucho menos energía y a ciertas temperaturas ambiente generan confort adecuado.
- Si usa equipos de refrigeración, procure cerrar puertas y ventanas.
- Apáguelos si no hay personas en una habitación, consultorio, sala de espera o pasillos.
- Variabilidad de las condiciones de ambiente exterior, las cuales hay que tener en cuenta para ajustar el funcionamiento de la máquina a la situación de capacidad deseada.
- Variabilidad de las ganancias externas e internas de calor del edificio, durante cualquier periodo de tiempo determinado, que afectan directamente a la potencia frigorífica demandada a lo largo del día.
- El sistema de control no debería permitir temperaturas por debajo de 24°C. Esta limitación debería realizarse sobre todo en los casos donde la persona que fije la temperatura del termostato no pague el consumo de electricidad.

4.2.2 Mantenimiento

Adecuado mantenimiento y limpieza en evaporadores y condensadores.

Funcionamiento defectuoso de elementos y componentes de las instalaciones que, aun siendo ajenos a las máquinas de producción, afectan directamente a sus condiciones de trabajo. Por ejemplo, el mal funcionamiento del dispositivo de control de las condiciones ambientales de una zona en un edificio implica situaciones de demanda anómalas para los equipos de producción, que pueden perturbar su estabilidad originando, entre otros efectos, arranques y paradas frecuentes de los compresores.

Limitación en la energía consumida por los ventiladores

La energía eléctrica consumida por los ventiladores suele ser una parte importante de la energía consumida por la instalación de climatización. En general, hay que descartar los sistemas que funcionen muchas horas a caudal constante.

En los sistemas de ventilación, debe prestarse especial atención a la potencia eléctrica consumida por los equipos debida sobre todo a los filtros. En este sentido es recomendable:

- Instalar filtros de tamaño superior al correspondiente al caudal de ventilación. La velocidad del aire al pasar por el filtro será menor y la pérdida de carga también.
- La sustitución de los filtros debería producirse cuando la pérdida de carga sea de 300-350 Pa (en lugar de los 450 Pa que suelen fijar los fabricantes). De esta forma se seleccionarán ventiladores de menor potencia que consumirán menos energía.
- Control de la ventilación. Se recomienda emplear siempre sondas de calidad del aire para no ventilar más de lo necesario.

Aislación de tuberías y conductos

Esta medida está vinculada a asegurar el mantenimiento en buen estado de la aislación de tuberías y conductos, así como incorporar un plan de aislaciones en aquellos casos en que éstas no estén presentes en la instalación.

En un ciclo de frío, la línea de vapor (aspiración del compresor) está entre 0 y 5°C y si no se aísla la tubería y los accesorios aparecerán condensaciones. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En ciclo de calor, la línea de vapor (impulsión del compresor) está a más de 40°C y debería aislarse. La línea de líquido está a temperatura similar al ambiente y no sería necesario aislarla.

En todo caso, las tuberías de refrigerante deben estar aisladas para evitar la posibilidad de condensaciones superficiales. En el caso de tuberías de refringente que circulen por ambientes con altos contenidos de humedad (piscinas, saunas, aseos), se deberá asegurar que no se produzcan condensaciones con el espesor de aislamiento recomendado por el fabricante.

4.2.3 Tecnología eficiente

Reducir la carga térmica en las zonas a climatizar.

Mejorar la aislación en la envolvente del edificio reducirá el intercambio de calor entre el exterior y el interior. Esto quiere decir, utilizar sistemas constructivos con materiales aislantes y cerramientos con una transmitancia térmica baja y sellando las entradas de calor al interior del edificio. Hay que tener precaución con salas de máquinas que necesiten ventilación al exterior.

También, utilizar toldos, parasoles o vegetación natural en aquellas caras más expuestas a la radiación solar reducirá las cargas térmicas generadas por el aporte solar.

Instalación de equipos de alta eficiencia energética

Cuando se esté pensando en una instalación nueva o un recambio de equipos siempre se debe optar por la opción más eficiente. Si su uso es intensivo, como es el caso de los equipos de refrigeración, la inversión se amortiza en poco tiempo ya que los ahorros suelen ser muy grandes. La comparación de especificaciones técnicas y la etiqueta de eficiencia energética de diferentes opciones de equipos resulta fundamental a la hora de planificar la adquisición o reemplazo de equipamientos.

Para los aires acondicionados se utiliza como criterio de eficiencia el valor del índice o relación de eficiencia energética (REE), medido generalmente en [BTU/Whr]. Este índice expresa la eficiencia eléctrica relativa, expresada como la relación entre la capacidad de enfriamiento térmica sobre la potencia eléctrica.

A continuación, en la Figura 3, se puede ver un ejemplo de una etiqueta de acondicionador de aire con un REE de 3,20, que es levemente superior al mínimo establecido por norma (REE de 3,08). Este acondicionador de aire logra obtener un ahorro de un 4%. A medida que el REE aumenta el ahorro energético va aumentando y se ve reflejado en la escala porcentual que se muestra en la etiqueta.



FIGURA 3- Modelo de etiqueta de eficiencia energética en Panamá para Acondicionadores de Aire

Fecha de inicio de la prohibición de importación de equipos Acondicionadores de Aire que no cumplan con el Reglamento Técnico correspondiente: 31 de Diciembre de 2019.

Los equipos a continuación cuentan con Reglamento Técnico aprobado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central Hasta 5 Ton
- Acondicionadores de Aire tipo Dividido (Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo Ventana

Acondicionadores de Aire Split On/ Off

Los equipos que todavía no tienen el Reglamento Técnico aprobado al 31 de Diciembre de 2019 son los siguientes y están exentos de exhibir la etiqueta y el certificado:

- Acondicionadores de Aire tipo Central mayores de 5 Toneladas
- Acondicionadores de Aire tipo ventana Inverter

- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Multi-Split) Inverter
- Acondicionadores de Aire tipo dividido (Split) Inverter con doble compresor
- Todo equipo que no tenga Norma y Reglamento Técnico vigente en Panamá

Utilizar sistemas de enfriamiento evaporativo.

El enfriamiento evaporativo es una alternativa eficaz y segura para el ahorro de energía aplicada a la condensación por agua en las instalaciones de refrigeración y aire acondicionado.

El principio de refrigeración evaporativa, materializado en las torres de refrigeración y en los condensadores evaporativos, desempeña un papel fundamental en la refrigeración moderna. Entre sus ventajas se cuenta el ahorro energético, la seguridad y una inmejorable relación entre la inversión y el rendimiento.

Los equipos de enfriamiento evaporativo, con independencia de cuales sean sus modalidades y características específicas, incorporan:

- Una superficie de intercambio de calor y masa, humedecida mediante un dispositivo de distribución de agua.
- Un sistema de ventilación (natural o forzada) encargado de favorecer y, en su caso, forzar el paso del aire ambiente a través de la sección de intercambio de calor y masa.
- Y diferentes componentes auxiliares tales como la balsa colectora de agua, bomba de recirculación, eliminadores de gotas e instrumentos de control.

A pesar de ser un sistema altamente eficiente, cabe destacar que los equipos de refrigeración evaporativa son susceptibles de desarrollar la bacteria "legionella pneumophila" si el agua que recibe de la red está contaminada y el equipo no se mantiene de forma adecuada.

Asegurar adecuado dimensionamiento de los equipos.

El dimensionamiento de un sistema de refrigeración exige comprender el volumen de aire a refrigerar en conjunto con la cantidad de calor producido por los equipos contenidos en el espacio que se desea refrigerar, junto con el calor producido por otras fuentes de calor que habitualmente también están presentes, la orientación y el intercambio de calor con el exterior.

Un sobredimensionamiento puede causar gastos innecesarios en el costo inicial de los equipos de refrigeración y sobrecostos en la vida útil del equipo.

Un sub-dimensinamiento no cubrirá las necesidades de confort y será un equipo que trabajará sobre exigido para poder cubrir con la demanda solicitada teniendo más probabilidades de rotura.

Utilizar sistemas de velocidad variable en bombas o ventiladores.

Los motores de bombas y ventiladores estándar siempre funcionan a máxima velocidad y, por consiguiente, consumen más energía que la necesaria para la tarea que cumplen. Un variador de velocidad aminora la marcha de un ventilador o bomba cuando la carga decrece.

5 AGUA CALIENTE SANITARIA

5.1 Características de los sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)

En aquellos casos donde existiese servicio de agua caliente sanitaría, se deberá evaluar la eficiencia del equipo que le entrega calor al sistema para luego analizar su funcionamiento y su uso.

Vale recordar, que al igual que el agua, el agua caliente ha pasado por un conjunto de procesos que incluyen su captación, canalización, tratamiento, almacenamiento, bombeo, conducción, para luego ser calentada y que una vez utilizada debe ser depurada. El consumo energético total es muy elevado, de ahí la importancia de implantar medidas para realizar un uso responsable del agua en general, y del ACS en particular.

En este tipo de instalaciones, se podrá encontrar este consumo en usos como el agua caliente sanitaría en duchas y lavabos, así como en piscinas, ya sean climatizadas o no (en caso de que el centro deportivo tuviese).

En algunas instalaciones las calderas de calefacción calientan también el agua, lo que supone una menor eficiencia. Es preferible contar con una caldera específica para producir el agua caliente sanitaria. Para ello se precisan calderas más pequeñas que las destinadas a calefacción, porque se necesita menos potencia. En instalaciones colectivas, si se dispone de un acumulador de agua caliente se mejora el rendimiento de los equipos de producción y se obtiene mayor eficiencia en la instalación. Es obligatorio que el acumulador de agua caliente esté aislado para limitar las pérdidas de calor del agua contenida en él. Es importante instalar el acumulador lo más cerca de los puntos de uso como sea posible. La inclusión de un circuito de retorno de agua caliente en la red de distribución de una instalación colectiva mantiene el agua del circuito caliente y evita las pérdidas de agua y energía que se producirían de no existir este retorno. En muchos casos las conducciones, tanto de calefacción como de ACS, están recubiertas de 20 mm de lana de vidrio adaptadas al tubo mediante venda de escayola, este tipo de aislamientos no incorporan ninguna barrera para las pérdidas de calor por radiación, que con una lámina de papel de aluminio o metalizada se disminuirían hasta un 15%. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior.

Existen diversas soluciones disponibles en equipos generadores de agua caliente sanitaria que utilizan como fuente energética gas, diésel, electricidad o energía solar. Según la normativa, la elección del sistema de preparación de ACS deberá justificarse en función de la demanda, la adecuada atención al servicio y el uso racional de la energía.

En la actualidad, la Secretaría Nacional de Energía (SNE) en alianza interinstitucional con la Oficina Regional de ONU Medio Ambiente para América Latina y el Caribe y el apoyo financiero del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) está ejecutando el proyecto Termosolar Panamá. Este proyecto, consiste en brindar asistencia técnica, subsidios o co-financiamiento para la aplicación de Sistemas de Calentamiento Solares de Agua (SCSA). Para la aplicación a este proyecto se deberá realizar en conjunto con el proveedor de servicios un estudio que contenga los siguiente:

1. Demanda de calor/energía considerada para los diseños de SCSA.

2. Ahorro energético en SCSA.
3. Ahorro de combustible en SCSA.
4. Ahorro de emisiones en SCSA.
5. Ahorro económico y amortización en SCSA.
6. Detalles de cotización.

En el caso de edificios públicos, solo es aplicable para los edificios hospitalarios.

5.2 Oportunidades de ahorro energético en ACS

5.2.1 Operación / hábitos

- En muchos casos se sobrecalienta en exceso el agua caliente. El ajuste del termostato a 60ºC (no está permitido bajar de esa temperatura, para evitar la posibilidad de contaminación por Legionella) permite un ahorro energético, ya que cada 10ºC de reducción en la temperatura del agua caliente supone una disminución del consumo de energía del 15%.
- Si no va a haber uso de ACS durante tres o más días, es conveniente desconectar el acumulador de agua caliente. Si la ausencia es menor, se puede dejar conectado, pero reduciendo la temperatura, hasta los límites fijados por la normativa sanitaria.
- El uso de ACS supone un mayor consumo energético que el de agua fría y ocurre con frecuencia que se usa agua caliente sanitaria sin necesidad. Transmitir esta idea a los usuarios e inducirlos a desarrollar buenas prácticas para hacer un uso más racional del agua en general y del agua caliente sanitaria en particular puede dar como resultado el ahorro de agua y energía.
- La instalación de un reloj programador que desconecte la bomba de recirculación durante las horas en las que no hay demanda de ACS permite ahorrar energía y alargar la vida de la bomba.

5.2.2 Mantenimiento

- Los grifos que gotean derrochan agua y energía, si son de agua caliente derrochan aún más energía. A fin de tomar acciones tempranas, se sugiere:
    - Propiciar que los usuarios comuniquen, con prontitud, cualquier anomalía, al personal encargado del mantenimiento.
    - En las tareas de mantenimiento realizar los arreglos necesarios para corregir esta situación.
    - Valorar la posibilidad de instalar grifos de pulsador cuando surge la necesidad de reemplazarlos por roturas o deficiencias permanentes de funcionamiento.
    - Informar del funcionamiento de la nueva grifería a las personas usuarias.
- Mantener las aislaciones de las tuberías en condiciones ayudará a reducir las pérdidas de calor en los circuitos de conducción.
- Como se comentó anteriormente, con una lámina de papel de aluminio o metalizada cubriendo las tuberías se disminuirían hasta un 15% las pérdidas de calor por radiación. Actualmente se comercializan aislantes que pueden ser poliméricos u otro tipo de material aislante y se coloca abrazando tubos de conducción de fluidos en instalaciones de frío o calor para reducir intercambio de temperatura con la parte exterior

5.2.3 Tecnología eficiente

- La instalación de grifería eficiente con sistemas que permiten la mezcla del agua fría con la caliente, con grifos monomando en los que se mezcla de forma manual, o con grifería termostática que hace la mezcla de forma automática, ayudan a ahorrar agua y energía.
- La instalación de una válvula mezcladora a la salida del acumulador de agua caliente permite obtener agua a una temperatura constante, disminuyendo el consumo.
- Las tuberías de ACS deben estar aisladas para evitar pérdidas de calor, especialmente cuando pasan por espacios ventilados o descubiertos. Con esta medida se pueden reducir las pérdidas térmicas, por esta causa, hasta en un 50%.
- En las conducciones, también se puede mejorar el aislamiento térmico mediante modernos aislantes que contemplen las pérdidas de calor por radiación con la incorporación de alguna lámina reflectante.
- La energía solar térmica, para la producción de ACS, supone una opción muy interesante, tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Por medio de estas instalaciones, en la zona geográfica como la de Panamá, generalmente se llega a proporcionar entre el 50% y el 70% del agua caliente demandada y la inversión necesaria se puede amortizar en menos de la mitad de la vida útil de los equipos.

5.3 Ahorro de agua general

La disminución del consumo de agua no solamente redunda en una disminución del gasto por este concepto, sino que además conlleva a un ahorro energético importante. Como se mencionó anteriormente, en caso de tratarse de agua caliente sanitaria, reducir su consumo supone reducir el consumo de energía necesaria para calentarla; cuan además hay bombeo interno del agua, reducir su consumo supone disminuir el consumo eléctrico de las bombas, al tener que mover menos cantidad.

El consumo de agua debido a las pérdidas en la instalación debe ser eliminado ya que suponen un gasto adicional de agua y tiene las consecuencias indicadas en el párrafo anterior.

Para disminuir el consumo de agua en las diferentes instalaciones, se proponen las siguientes medidas:

5.3.1 Operación / hábitos

Concientizar a los habitantes del edificio fomentando el ahorro de agua.

5.3.2 Mantenimiento

- Trabajar con presiones de servicio moderadas.
- Verificar que no haya pérdidas de agua en cañerías, los grifos o inodoros.

5.3.3 Tecnología eficiente

- Instalar grifos con sistemas de reducción de caudal o su correspondiente adaptación. Se pueden encontrar en el mercado para lavabos y duchas. Estos sistemas mantienen la

sensación de confort al mezclar el agua con aire manteniendo el diámetro habitual, ahorrando entre un 30% y 60% de agua (dependiendo de

- Instalar inodoros con doble descarga, permite ahorrar hasta un 70% de agua.

6 ILUMINACIÓN

6.1 Características de los componentes de un sistema de iluminación

Antes de analizar los consumos de un sistema de iluminación, es necesario definir algunos conceptos:

- **Lámpara:** corresponde al equipo emisor de luz, como ejemplo, las ampolletas incandescentes y los tubos fluorescentes.
- **Luminaria:** se refiere a la estructura que sostiene la lámpara.
- **Lumen (lm):** es la cantidad de luz que es capaz de emitir una lámpara bajo condiciones determinadas, además es la unidad propia del flujo luminoso.
- **Balasto:** Dispositivo auxiliar necesario para el funcionamiento de ciertos tipos de lámparas omo ejemplo, los tubos fluorescentes. Hay dos tipos de balastos:
    - *Balastos Magnéticos:* corresponden a una tecnología antigua, que suele requerir de accesorios adicionales para su correcto funcionamiento (como el ignitor) y generalmente degradan con relativa rapidez la cantidad de luz que emite la lámpara.
    - *Balastos Electrónicos:* dispositivos más eficientes que los anteriores, e incorporan todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento, además de prolongar la vida útil de las lámparas en comparación a los balastos magnéticos.
- **Rendimiento luminoso:** representa la cantidad de luz que una lámpara es capaz de entregar por cada unidad de energía consumida, se mide en [lm/Watt].
- **Lux:** es la medida de la iluminancia o el nivel de iluminación en un sitio. Este valor es importante ya que existen niveles de referencia para cada tipo de actividad que se desarrolla. Este valor se mide sobre el plano de trabajo (usualmente 0,8 metros) y se utiliza un instrumento llamado luxómetro para determinarlo.
- **CRI o Ra:** corresponde al índice de reproducción cromática (CRI) o rendimiento de color (Ra). Dicho de otra forma, indica qué tan real (comparado con la iluminación natural) es la reproducción del color. Este valor es importante en instalaciones donde es necesario destacar los colores (a modo de ejemplo vitrinas de productos). Un valor de CRI mayor a 80 es suficiente para la mayoría de las aplicaciones, salvo en aquéllas donde sea necesario entregar una clara diferenciación de los colores, en ese caso deberán escogerse lámparas con un mayor nivel de CRI. Por ejemplo, una lámpara incandescente convencional tiene un índice de reproducción cromática muy bueno, que permite identificar claramente los distintos colores y tonalidades, a diferencia de, por ejemplo, la luz monocromática de una sala de revelado fotográfico, en que todo se aprecia entre tonos rojos y no permite la diferenciación de color.
- **Reflector:** es un elemento usualmente utilizado en las luminarias para focalizar y potenciar el flujo luminoso hacia la zona de utilización, generalmente es recomendable utilizar reflectores de aluminio anodizado de alta pureza, con un espesor de 0.4 milímetros.
- **Difusor:** elemento encontrado en algunas luminarias, cuya función es evitar que los rayos de luz incidan directamente sobre los usuarios, evitando de esta forma el encandilamiento y entregando un haz luminoso menos concentrado y más uniforme en su campo de acción. Los difusores suelen estar compuestos por “lamelas”, que son pequeñas láminas instaladas delante de la lámpara.

- **Temperatura de color:** esta característica se mide en Kelvin y hace referencia al color de luz que la lámpara entrega. Una baja temperatura de color (2700 K) indica una luz cálida (amarilla), mientras que, para valores más altos de la temperatura de color, la luz proporcionada es más blanca o fría (desde 3.000k hasta 10.000k).

Cabe destacar que el tipo y cantidad de lámparas o luminarias a utilizar dependerá de las actividades que se lleven a cabo en el área bajo estudio. A continuación, podrá ver las distintas categorías para los valores mínimos recomendados de niveles de iluminación [lux] en instalaciones deportivas en función del uso, determinando tres clases basándose en el nivel de competición:

- **Alumbrado Clase I:** Competición del más alto nivel. Competiciones nacionales e internacionales. Normalmente acude un gran número de espectadores y los recintos son grandes.
- **Alumbrado Clase II:** Competición a nivel medio. Partidos de competición regional y local.
- **Alumbrado Clase III:** Entrenamiento general, educación física y actividades recreativas

Deportes	Nivel de competición	Nivel de iluminación (Lux)
Aikido, baloncesto, ciclismo, fútbol, jujitsu, judo, kárate, netball, deportes escolares (educación física), taekwondo, voleibol y lucha	I	750
	II	500
	III	200
Boxeo	I	2000
	II	1000
	III	500
Atletismo, baile, deportes ecuestres, gimnasia, deportes sobre ruedas y escalada de paredes	I	500
	II	300
	III	200
Natación (deportes acuáticos) y tenis	I	750
	II	500
	III	300

TABLA 1 - Recomendación de niveles de iluminación (lux) para áreas dentro del edificio deportivo.

6.2 Clasificación de Lámparas

- **Lámparas incandescentes:** tal como su nombre lo indica, estas lámparas funcionan a la alta temperatura que alcanza el filamento (usualmente de tungsteno), al llegar a una temperatura determinada, el filamento irradia luz en el espectro visible. Las principales características de estas lámparas son las siguientes:
  - Rangos típicos de potencia entre 25 a 150 Watts.
  - Tienen un alto CRI, siendo las lámparas con mejor reproducción cromática.
  - Presentan un bajo rendimiento lumínico, ya que aproximadamente el 70% de la energía eléctrica que consumen es liberada en forma de calor al ambiente.
  - Re-encendido inmediato.
  - No presenta reducción del flujo luminoso (o depreciación de la cantidad de luz emitida) a lo largo de toda su vida útil.
- **Lámparas halógenas:** estas lámparas también son consideradas incandescentes, pero su particularidad es que entregan una iluminación dirigida, lo que las hace muy comunes en

zonas donde se desea resaltar alguna característica o producto, sus principales características son las siguientes:

- Rangos de potencia entre 150 a 2000 Watts.
- Tienen una alta reproducción de color (CRI).
- Como las incandescentes, también liberan una gran cantidad de calor, variable que debe ser considerada cuando se requieran utilizar. Las lámparas halógenas liberan el calor en la misma dirección del flujo luminoso, mientras que las lámparas dicroicas (de aspecto similar a las halógenas), liberan calor en dirección contraria al flujo luminoso.
- Re-encendido inmediato.
- No presenta reducción del flujo luminoso en toda su vida útil.

- **Tubos fluorescentes:** son quizás los equipos más utilizados en todos los sectores. El proceso de funcionamiento se produce mediante excitación del gas contenido en su interior y requieren de un balasto. Los tubos fluorescentes se denotan con T y un número, el número que acompaña se refiere al diámetro del tubo medido en octavos de pulgada, por tanto, un tubo T8 tendrá un diámetro de una pulgada, mientras que un tubo T5, tendrá un diámetro de 5/8 de pulgada. Las principales características son:
  - Rangos de potencia entre los 14 y 120 Watts.
  - Diferentes diámetros y largos, este último fluctúa entre 0,5 y 1,5 metros.
  - La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
  - Presentan una menor reproducción de color (CRI).
  - Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de “calentamiento”.
  - Son recomendados para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidos durante periodos largos (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
  - Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
  - Existen tubos de luz cálida y fría.
- **Lámparas fluorescentes compactas (LFC):** estas lámparas son las comúnmente conocidas como “lámparas de ahorro de energía”, éstas requieren de un equipo auxiliar para funcionar (balasto, generalmente incorporado dentro de la misma lámpara). El principio de funcionamiento de estas lámparas es similar al de un tubo fluorescente (mediante la excitación eléctrica de un gas), las principales características de estas lámparas son las siguientes:
  - Rangos de potencia varía entre los 7 y 150 Watts.
  - Existen lámparas de luz cálida o fría.
  - Presentan un mejor rendimiento lumínico que las incandescentes, requiriendo una menor potencia para entregar el mismo flujo luminoso.
  - La mayor cantidad de energía utilizada es transformada en luz.
  - Presentan una menor reproducción de color (CRI).
  - Entregan el flujo luminoso máximo tras un cierto tiempo de “calentamiento”.
  - Son recomendadas para aplicaciones en las cuales se mantiene prendidas durante periodos largo (altos ciclos de encendido y apagado reducen su vida útil).
  - Sufren una disminución en el flujo luminoso en el transcurso de su vida útil.
- **LED:** estas lámparas corresponden a los diodos emisores de luz (por sus siglas en ingles). Inicialmente esta tecnología era ampliamente utilizada en tableros eléctricos, luces de freno en automóviles o luces indicativas en equipos electrónicos, actualmente es común verlas en diversas aplicaciones como señaléticas de tránsito, semáforos, alumbrado público e incluso en iluminación de interior. Las principales características son las siguientes:

- Larga vida útil, superior a todas las demás tecnologías.
- Bajo nivel de reproducción de color (CRI).
- Temperatura de luz fría.
- Sensibles a variaciones de voltaje o calidad de energía.
- Pueden perder una proporción importante del flujo luminoso que entregas sin fallar completamente.
- Aún son de alto costo.
- Según la calidad de éstos, presentan diferencias en el color de luz que entregan.

- **Lámparas de haluro metálico:** son conocidas como lámparas de descarga, comúnmente utilizadas en bodegas o recintos deportivos, también son utilizadas en alumbrado público (principalmente en plazas o paseos), sus principales características son:
  - Presentan una buena eficacia lumínica.
  - Están disponibles en un amplio rango de potencias.
  - Requieren de un largo tiempo de re-encendido
  - Moderada reproducción de color.
- **Lámparas de vapor de sodio:** son lámparas utilizadas para iluminar grandes áreas por largos periodos de tiempo, por lo que son usualmente usadas en alumbrado público. Algunas características:
  - Tienen un rápido encendido.
  - Presentan una baja reproducción de color.
  - Requieren de un balasto para funcionar.
  - Requieren de un tiempo para su re-encendido.
  - Las lámparas de vapor de sodio de alta presión entregan una luz amarilla clara, con un rango de CRI bajo a medio, mientras que las de vapor de sodio de baja presión entregan una luz amarillo-anaranjada con un CRI bajísimo.

A continuación, se puede ver una tabla comparativa de las características de las diferentes tecnologías.

LAMPARA INCANDESCENTE	LAMPARA HALOGENA	FLUORESCENCIA COMPACTA	LED MR16 / AR111
1.000 horas	3.000 horas	10.000 horas	30.000 horas
			
15W /100 lm	10W / 140 lm	3W / 150 lm	1W / 75 lm*
60W / 710 lm	35W / 600 lm	12W / 650 lm	7W / 750 lm*
75W / 1100 lm	50W / 910 lm	18W / 1150 lm	10W / 1100 lm*
100W / 1600 lm	75W / 1450 lm	23W / 1600 lm	15W / 1400 lm*

TABLA 2 - Comparativa de tecnologías en iluminación.

6.3 Oportunidades de ahorro energético en iluminación

El primer paso para poder evaluar una opción de optimización energética en los sistemas de iluminación corresponde a realizar un levantamiento detallado de todos los equipos existentes en el recinto, segregados por los diferentes tipos de zonas que lo componen.

De acuerdo con lo anterior, la información a recabar debe ser la siguiente:

- Tipo de luminaria: Empotrada, sobrepuesta, con / sin reflector, con / sin difusor
- Tipo de lámpara
- Potencia de la lámpara
- Tipo de recinto (oficina, baño, pasillo, sala de reunión, habitación, aula, etc.).
- Tipo de equipo auxiliar (balasto magnético o balasto electrónico). En el caso de los tubos fluorescentes, podemos detectar el tipo del balasto a través del accionamiento de la lámpara. Si el tubo se enciende de inmediato, el balasto es electrónico, en caso contrario es magnético. La presencia de "partidores" o un zumbido audible también delatan la presencia de balastos magnéticos.
- Horas de uso en un período de tiempo (día, año, etc.).
- Idealmente realizar una medición de iluminancia [lux], utilizando para esto un luxómetro.

La optimización de la iluminación punto a punto es la opción más sencilla de implementar, cuando los sistemas instalados son antiguos, representan una excelente optimización, lográndose no sólo reducir el consumo de energía, sino también aumentar los niveles de iluminación en las zonas de trabajo. Es necesario considerar que frecuentemente en auditorías de sistemas de iluminación se detectan deficiencias en la iluminancia que hacen que una normalización del sistema signifique en consumos incrementados.

Cuando los sistemas de iluminación son relativamente modernos, es necesario realizar un análisis más detallado, de manera de no sólo realizar un cambio de tecnología, sino también evaluar la opción de reducir la cantidad de puntos de iluminación, el reordenamiento de circuitos o la incorporación de sistemas de control. Todo este análisis puede ser solicitado a un especialista, de manera que, mediante una simulación lumínica, pueda proponer opciones de optimización.

A continuación, se describen las medidas de ahorro energético en iluminación, catalogados según sean de operación, mantenimiento o tecnología eficiente.

6.3.1 Operación / hábitos

- Apagar las luces cuando no se están usando las instalaciones.
- Aprovechar la luz natural en los espacios internos el mayor tiempo posible.
- Minimizar el uso de luminarias en horas de aseo.
- Disminuir la iluminación en pasillos en hora de poco uso.
- Utilizar el nivel de iluminación adecuado para cada tipo de deporte y nivel de actividad, según lo recomendado en la Tabla 1.
- Durante actividades de entrenamiento evitar utilizar las luminarias correspondientes a los espacios de tribuna.

6.3.2 Mantenimiento

- Realizar mantenimiento y limpieza constante a las luminarias y ventanas
- Utilizar pinturas claras en los recintos de la institución.
- Cuando se deba cambiar una luminaria por falta de funcionamiento, se deberá optar por incorporar una de tecnología de mayor eficiencia energética que se encuentre en el mercado.

6.3.3 Tecnología eficiente

- Incorporar luminarias con certificación de eficiencia energética, optando por aquellas más eficientes.
- Utilizar en lugares poco transitados, sistema con sensores de movimientos.
- Para iluminación exterior se pueden incorporar interruptores fotosensibles de manera de asegurar que no quedarán luces encendidas durante las horas de luz natural.
- Se puede considerar la instalación de temporizadores en tableros de control de iluminación, para aquellas zonas que se utilizan con horario regular (por ejemplo, oficinas administrativas o de atención al público).

7 BOMBAS CENTRIFUGAS Y MOTORES ELÉCTRICOS

7.1 Características de los sistemas de bombeo y motores

Los motores eléctricos son los equipos encargados de convertir la energía eléctrica en energía mecánica giratoria que se transfiere a la carga cualquiera que esta sea. En el diagrama a continuación se puede observar el flujo de energías correspondiente a un motor eléctrico.

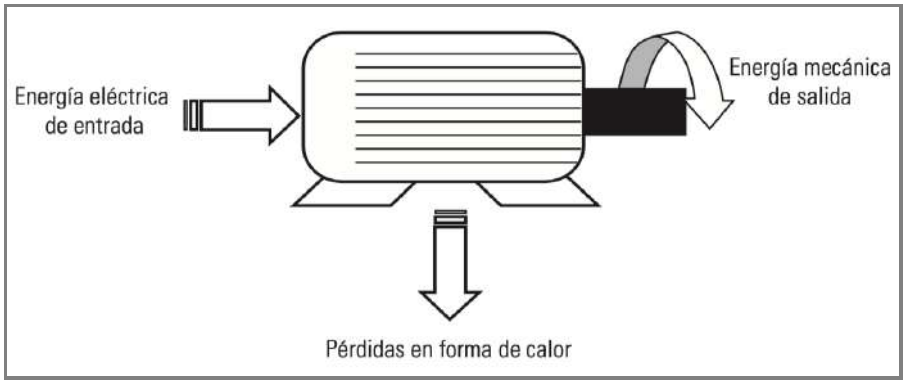

FIGURA 43– Flujo de energías en un motor eléctrico

En el caso de los sistemas de agua, la carga típica la constituyen los sistemas de bombeo, aunque también existen otro tipo de cargas como los ventiladores, sopladores, agitadores y transportadores usados en las plantas de tratamiento de agua residual y potabilizadoras.

Del universo de motores eléctricos, el más popular de todos es sin duda el motor de inducción, debido a su gran versatilidad y bajo costo; es por lo tanto el de mayor aplicación tanto a nivel industrial como doméstico, y por supuesto en los sistemas de bombeo centrífugo se lo utiliza casi universalmente para el bombeo de agua municipal. Quizás hasta se haya exagerado un poco en su aplicación, al grado que, debido a su bajo costo, en muchos casos no se han aprovechado adecuadamente sus grandes cualidades y se han propiciado usos sumamente ineficientes en algunas de sus aplicaciones.

7.1.1 Pérdidas típicas de un motor eléctrico

En general, las pérdidas de un motor eléctrico pueden desglosarse como sigue:

- Pérdidas eléctricas (en el estator y el rotor) (varían con la carga).
- Pérdidas en el hierro (núcleo) (esencialmente independientes de la carga).
- Pérdidas mecánicas (fricción y turbulencia del viento) (independientes de la carga). Las pérdidas mecánicas ocurren en los cojinetes, los ventiladores y las escobillas (cuando se usan) del motor.
- Pérdidas de carga por dispersión (dependientes de la carga). Estas pérdidas están constituidas por varias pérdidas menores que provienen de factores como la pérdida de flujo inducido por las corrientes del motor, la distribución no uniforme de la corriente en el estator y los conductores del rotor, el entrehierro y así sucesivamente. Estas pérdidas

combinadas llegan a constituir hasta el 10%-15% de las pérdidas totales del motor y tienden a aumentar con la carga.

En condiciones normales de tensión y frecuencia, las pérdidas mecánicas y magnéticas se mantienen prácticamente constantes, independientemente de la carga impulsada; no así las pérdidas eléctricas que varían con la potencia exigida en la flecha.

7.1.2 Evaluación de la eficiencia de los motores

La eficiencia de un motor eléctrico es la medida de su habilidad para convertir la potencia eléctrica que toma de la línea en potencia mecánica útil. Se expresa usualmente en un porcentaje de la relación de potencia mecánica entre la potencia eléctrica. Para motores DC, la eficiencia se puede expresar como:

$$Eficiencia\ (\%) = \frac{\text{Potencia mecánica [HP]}}{\text{Potencia eléctrica [W]}} * 746 * 100$$

Dónde: 746 es el factor de conversión de HP a Watts.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Todas las pérdidas descritas influyen en el valor real de la eficiencia de un motor en operación, pero de manera general se sabe que la máxima eficiencia ocurre cuando operan entre el 75% y el 95% de su potencia nominal, disminuyendo ligeramente cuando se incrementa y de manera significativa si se reduce.

Los motores eficientes son aquellos que presentan menores pérdidas en comparación a los motores convencionales, es decir, que tienen un rendimiento superior.

La eficiencia de los motores se clasifica en distintas categorías dispuestas por la Norma IEC 60.034, que es la Norma internacional de la Comisión Electrotécnica Internacional que especifica los niveles de eficiencia energética para motores de inducción eléctricos trifásico, de velocidad única, de jaula de ardilla con 2, 4 o 6 polos. Clasifica tres niveles: IE1 (estándar), IE2 (high) e IE3 (premium). Para cada nivel la eficiencia se define para un rango de salida nominal desde 0,75 a 375 kW.

A su vez, actualmente se encuentran en desarrollo motores de nuevas tecnologías de muy alta eficiencia, los que se categorizan como clases IE4 e IE5.

En la Figura 54– *COMPARACIÓN entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal*se observan las curvas de eficiencia para motores IE1, IE2 e IE3 en función de su potencia nominal. Se puede ver que un motor IE3 es desde un 2% a un 10% más eficiente que uno IE1. Se debe destacar que para muy bajas potencias la diferencia en la eficiencia es muy grande, esto debe tenerse en cuenta al momento de la compra, ya que en estos casos el tiempo de retorno de la inversión es siempre menor a 2 años. A su vez, para grandes potencias, a pesar de que las diferencias entre las

eficiencias sean menores, al ser los valores nominales más altos, el ahorro energético resulta igualmente muy significativo.

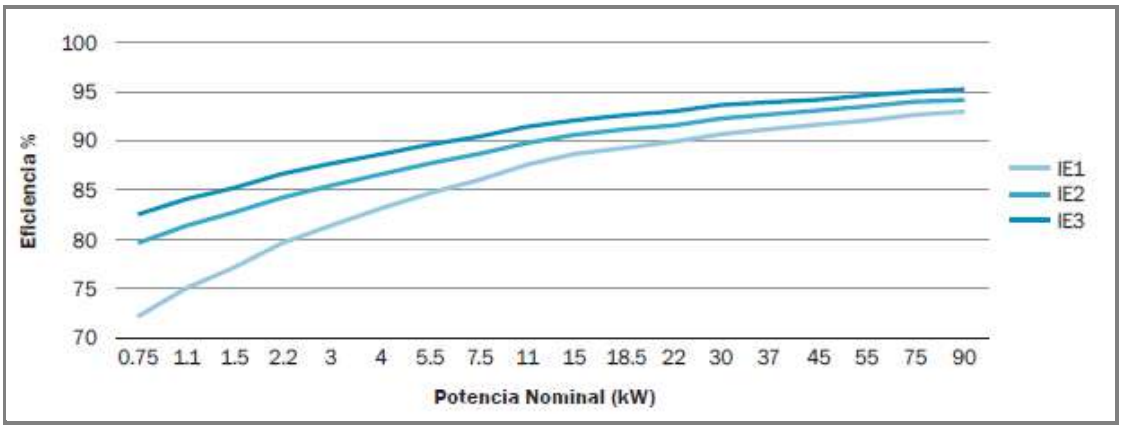

FIGURA 54– Comparación entre eficiencias de motores IE3, IE2 E IE1, según potencia nominal

7.1.3 Cálculo de pérdidas y eficiencia de la bomba

Como ya se comentó, uno de los mayores puntos de pérdidas energéticas se presenta en la etapa de transformación de la energía eléctrica en energía mecánica obtenida por medio del sistema de bombeo y transmitida al fluido en forma de potencia manométrica.

Por ende, es importante diagnosticar varios aspectos que pueden ser la causa de un excesivo consumo energético y, al mismo tiempo, presentar oportunidades para ahorrar energía de manera sustancial y con bajo costo.

Los principales aspectos para diagnosticar en estos sistemas son:

- La eficiencia electromecánica actual.
- Las condiciones de operación del sistema.
- Las características de las instalaciones y pérdidas energéticas en el sistema de conducción.

Durante su operación, las bombas sufren pérdidas naturales como resultado de los mecanismos hidráulicos que suceden en el interior y exterior de sus componentes, por lo cual es lógico que no se pueda mantener la eficiencia de la bomba nueva.

Para entender de dónde vienen las pérdidas en la operación de bombeo que finalmente repercuten en el consumo energético, es importante repasar los diferentes tipos de pérdidas que se presentan en las bombas y que se clasifican según se detalla a continuación.

Pérdidas Internas

- **Pérdidas de carga:** resultan de la viscosidad y la turbulencia del fluido. Un ejemplo de pérdidas de carga lo constituyen las pérdidas por choques en la entrada del difusor.
- **Pérdidas por fugas:** en una bomba, las pérdidas por fugas internas tienen como causa el juego que necesariamente ha de existir entre partes móviles como el impulsor y partes fijas.

- **Pérdidas por rozamiento interno:** en una bomba centrífuga el impulsor tiene superficies inactivas desde el punto de vista de su función de comunicar energía al fluido. Esto da lugar a frotamiento viscoso, lo cual produce pérdidas internas por rozamiento en el fluido.

Pérdidas Externas

- **Fugas externas:** estas se producen en los lugares donde el eje atraviesa a la carcasa de la máquina. Una parte del caudal que entra a la bomba se deriva antes de ingresar en el impulsor y se pierde.
- **Pérdidas por rozamiento externo:**
  - Rozamiento mecánico en las empaquetaduras que existen en los ejes.
  - Rozamiento mecánico en los cojinetes de la bomba.
- **Recirculación del flujo:** el fluido bombeado se recircula a la succión de la bomba, siendo ésta la condición más ineficiente.
- **Estrangulación de la descarga:** mediante una válvula se regula el flujo requerido, lo cual involucra una pérdida de energía (ya que la energía utilizada para elevar la presión del fluido es disipada en la válvula).
- **Encendido/apagado:** esta condición entrega una reducción en el consumo de energía, pero repercute en otros factores de la operación del circuito, tales como: golpe de ariete y reducción de la vida útil del motor de la bomba.

En el siguiente diagrama se presentan los flujos de pérdidas y diversos rendimientos de la bomba centrífuga en forma de diagrama de Sankey.

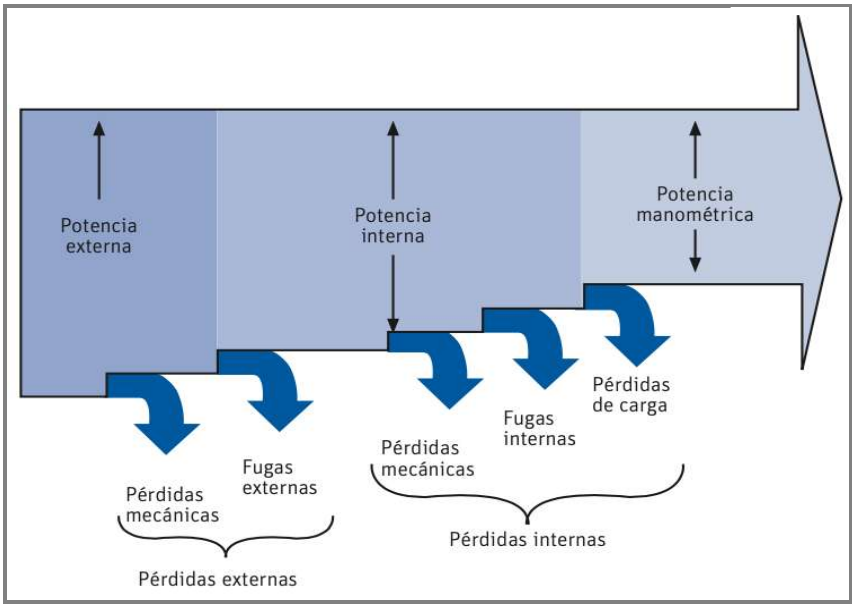

FIGURA 65- Pérdidas de las bombas centrífugas

7.2 Oportunidades de ahorro energético en bombas y motores

7.2.1 Operación / hábitos

- Controlar las horas de operación del sistema y evitar que quede funcionando innecesariamente.
- Evitar utilizar las bombas a carga parcial, en condiciones distintas a las nominales. Si la contrapresión de la bomba es menor de la especificada o calculada al diseñar la instalación, se recomienda, si la sobrecarga es constante, regular el impulsor. Para saber si esto es posible, es aconsejable consultar con el fabricante.

7.2.2 Mantenimiento

- Cumplir con el mantenimiento preventivo y predictivo recomendado en las especificaciones del fabricante.
- Dentro de los principales beneficios que se obtienen con un buen programa de mantenimiento de las instalaciones, cabe destacar los que se detallan a continuación:
    - Mayor disponibilidad del equipo.
    - Mayor capacidad de bombeo.
    - Mayor confiabilidad en el equipo.
    - Operación mejor planificada y más eficiente.
    - Mejor servicio a la población.
    - Disminución de costos de operación y administración.
    - Incremento de la vida útil de los equipos.
    - Disminución de los requerimientos de inversión.
    - Ahorro de energía.
- Tenga en cuenta que cada vez que se rebobina un motor, si no se aplican las mejores prácticas, se reduce su eficiencia al menos un 1%

7.2.3 Tecnologías eficientes

- El recambio de motores de potencias menores a 25HP tiene períodos de repago muy cortos.
- En caso de tener que efectuar un recambio de equipos, se recomienda optar siempre el de mayor eficiencia energética y realizar un dimensionamiento acorde a las instalaciones. Como regla general a tener en cuenta, los motores que debe considerar reemplazar son aquellos que:
    - funcionan continuamente todo el año,
    - estén trabajando con factor de carga menor al 50%,
    - aquellos que hayan sido rebobinados más de una vez.
- Los motores que funcionen menos de 2.000 horas al año deben ser reemplazados cuando se produzca una falla.
- En todos los casos, ante la necesidad de un recambio por falla, se recomienda evaluar reemplazarlo por un motor nuevo IE2 o IE3, en especial si el motor ya ha sido rebobinado anteriormente.
- Verifique que no se haya sobredimensionado la potencia del motor o la curva de la bomba.

- Tener en cuenta que la mayor eficiencia se alcanza trabajando a un factor de carga de entre el 70% y el 90%, o sea, entre un 70% y un 90% de la potencia nominal.
- Evaluar la implementación de controles automáticos de presión y caudal.

8 EQUIPOS DE OFIMÁTICA

8.1 Clasificación de equipos de ofimática

Otra categoría de equipos consumidores de energía usualmente presentes en todas las instalaciones son los equipos de ofimática. Si bien probablemente sea un uso menor en los centros deportivos, bien vale la pena tener presentes las oportunidades de un uso más eficiente de este tipo de equipos, presentes seguramente en las áreas administrativas.

Algunos conceptos básicos son:

- Monitor: es la parte del computador en donde se proyectan las imágenes y nos permite interactuar con el computador. Existen tres tipos de monitores, los tradicionales de tubos de rayos catódicos (CRT), las pantallas de cristal líquido convencionales (LCD) y las pantallas de cristal líquido con retroiluminación LED.
- Unidad de proceso central (CPU): corresponde a la parte principal del computador, donde se almacena y procesa la información.

Para los dispositivos completos, se presentan estimaciones del consumo de energía eléctrica de éstos:

Sistema	Consumo
Computadora con pantalla CRT	Éste es el monitor convencional de tubo de rayos catódicos, tienen un consumo total de 140 W, donde la pantalla es responsable de entre 60 a 90 W del consumo.
Computadora con pantalla LCD	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Computadora con pantalla LED	Tienen un consumo total de 105 W, donde la pantalla es responsable de entre 15 a 60W del consumo.
Notebook o laptop	Estos equipos tienen ambas instancias en un solo dispositivo, el consumo total de energía de estos dispositivos es de alrededor de 20 W.

TABLA 3 - Equipos de ofimática

8.2 Oportunidades de ahorro energético en equipos de ofimática

8.2.1 Operación / hábitos

- Apagar la pantalla de la CPU cuando no lo vaya a utilizar durante periodos cortos.
- Apagar completamente la CPU cuando se ausente por más de 30 minutos.
- Enchufar en una zapatilla los artefactos que tengan modo Stand By de modo de apagarlos todos cuando no se están utilizando.

8.2.2 Mantenimiento

- Se recomienda programar la limpieza de los equipos de ofimática para reducir la acumulación de polvo. El polvo dentro de los monitores y la CPU hacen trabajar de manera forzada los ventiladores que cumplen la función de mantener controlada la temperatura interna en el gabinete. Un mal funcionamiento puede reducir la vida útil de los equipos.

8.2.3 Tecnología eficiente

- En caso de tener que hacer un cambio o compra de nuevos equipos de ofimática, elegir aquellos que cuenten con certificación de eficiencia energética. Los podrá identificar mediante sellos aplicados a estos productos, como por ejemplo el sello *Energy Star*.
- Optar por pantallas LED ya que consumen significativamente menos que el resto de las tecnologías.