

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS EN LA IMPLEMENTACIÓN Y USO DE TECNOLOGÍAS EFICIENTES PARA REDUCIR EL CONSUMO DE ENERGÍA EN EDIFICIOS PÚBLICOS DE LA REGION SUDOE

Índice

Introducción	7
Presentación	10
Objetivo de la guía	14
Buenas prácticas en la implementación de tecnologías eficientes para diferentes usos energéticos	18
Calefacción	18
Refrigeración	23
Ventilación	28
Agua caliente	31
Instalaciones Eléctricas	33
Generación Eléctrica (Autoconsumo)	38
Ejemplos prácticos.....	40
Planta Piloto del CNH2 en Puertollano (España)	40
Planta piloto de LNEG en Lisboa (Portugal)	42
Recomendaciones para mejorar la eficiencia energética en el uso de tecnologías eficientes	47
Generales	47
Calefacción	48
Refrigeración	51
Ventilación	53
Agua Caliente Sanitaria	54
Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Equipos Informáticos	56
Autoconsumo eléctrico	58
Diccionario energético.....	62



Introducción

Introducción

Esta guía de buenas prácticas se ha elaborado en el marco del proyecto IMPROVEMENT del programa SUDOE, cuyo objetivo general es reconvertir edificios públicos existentes en edificios de consumo de energía casi nulo, mediante la integración de microrredes de energía renovable con generación combinada de calor, frío y electricidad, y sistemas de almacenamiento.

Este proyecto, financiado por la Comisión Europea a través del programa SUDOE, ha sido desarrollado por un consorcio formado por las siguientes entidades de España, Francia y Portugal:

- ▶ ESPAÑA: Centro Nacional del Hidrógeno. (CNH2). Socio líder.
- ▶ ESPAÑA: Universidad de Castilla la Mancha.
- ▶ FRANCIA: Escuela Nacional Superior de Mecánica y Aerotécnica (ENSMA).
- ▶ PORTUGAL: Instituto Superior Técnico. (IST).
- ▶ PORTUGAL: Laboratorio Nacional de Energía y Geología. (LNEG).
- ▶ ESPAÑA: Secretaría General de Energía de la Junta de Andalucía.
- ▶ ESPAÑA: Universidad de Córdoba.
- ▶ ESPAÑA: Agencia Andaluza de la Energía.
- ▶ FRANCIA: Universidad de Perpignan Via Domitia.

En la página web del proyecto (<https://www.IMPROVEMENT-sudoe.es/es/>) se tiene más información del mismo.

El objetivo principal de la presente guía de buenas prácticas es ayudar a los responsables y gestores de los edificios públicos que tengan cargas de consumo energético que deban ser consideradas como críticas, para que adquieran un mejor conocimiento de las mejores tecnologías disponibles para reducir el consumo de energía de sus edificios y, en particular, aquellas tecnologías innovadoras empleadas en los sistemas desarrollados en el marco del proyecto IMPROVEMENT. Igualmente se incluyen referencias a hábitos adecuados en el uso de la energía para reducir dicho consumo energético.

Además, la guía de buenas prácticas servirá para acercar al sector privado este tipo de tecnologías, y de esta forma, detectar posibles nichos de mercado que aprovechen su potencial desarrollo.





Presentación

Presentación

La energía es imprescindible tanto en el sector privado como en el público. Sin ella, no sería posible desarrollar la actividad laboral, ni doméstica, ni prestar servicios con la calidad adecuada. Todos los recursos (agua, alimentación, consumibles de oficina, etc.) llevan aparejado, al propio consumo material, el consumo de energía necesario para producirlos y ponerlos a nuestra disposición.

El consumo de energía y de recursos para satisfacer nuestras necesidades tiene un impacto directo sobre el medio ambiente, así como en las personas, principalmente por la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), uno de los principales causantes del cambio climático, lo que incide negativamente en la degradación del medio ambiente, hasta condiciones imprevisibles, incontrolables e irreversibles si no se ponen los medios adecuados.

Algunas actividades y servicios resultan críticos para la sociedad: sanidad, seguridad, transporte, justicia. El suministro energético en los edificios e infraestructuras que prestan estos servicios debe estar garantizado ante eventos extremos, tales como desastres naturales, conflictos geopolíticos, accidentes, etc. El cambio climático precisamente provocará un incremento en la frecuencia de dichos eventos extremos.

Las microrredes son redes localizadas que pueden desconectarse de la red tradicional para funcionar de forma autónoma. Las microrredes representan un cambio de paradigma, de centrales eléctricas remotas a una generación más localizada y permitir la integración de recursos energéticos distribuidos, como las energías renovables y los sistemas de almacenamiento energético. El uso de fuentes locales de energía para alimentar a las cargas locales ayuda a reducir las pérdidas de energía en la transmisión y distribución, aumentando la eficiencia del sistema energético.



Al poder "aislarse" y ser capaces de funcionar mientras la red principal está inoperativa, puede seguir suministrando energía a los servicios y cargas críticas. Esto contribuye a un aumento de la resiliencia local y mejoran la fiabilidad de la red eléctrica regional, proporcionando también servicios de flexibilidad al sistema.

Es obvio que el modelo energético tradicional es insostenible en el tiempo, y es preciso modificarlo hacia un modelo sostenible y neutro en emisiones de gases de efecto invernadero, pero además se debe reforzar la resiliencia de los servicios críticos antes mencionados, provocados, entre otras cosas por el impacto causado hasta la fecha por el modelo energético tradicional.

Hay que actuar tanto en la transformación del modelo energético para detener el cambio climático, como en medidas que mitiguen las posibles consecuencias negativas del mismo.

El proyecto IMPROVEMENT tiene como objetivo esa doble actuación, desarrollando tecnologías innovadoras que permitan a los edificios públicos avanzar hacia un modelo energético sostenible, incrementando simultáneamente la seguridad del suministro de energía de los servicios críticos.



Objetivo de la guía

Objetivo de la guía

Esta guía recoge un conjunto de pautas dirigidas a los administradores, mantenedores, responsables de la licitación de nuevos edificios y usuarios de edificios públicos, para acercarse a un consumo más responsable de la energía y recursos mediante un mejor conocimiento de las soluciones tecnológicas, así como de su gestión y explotación. Buscando el doble objetivo de acercar a los edificios a un consumo casi nulo y a la vez dotarlos de mayor calidad y fiabilidad en el suministro.

Se puede considerar que la instalación eléctrica de un edificio es alimentada por una energía fiable y de gran calidad cuando ésta no presenta desviaciones de los valores esperados de tensión, corriente o frecuencia, evitando, en consecuencia, fallas u operaciones anómalas de los equipos. Cierta tipo de edificios necesitan particularmente esta garantía al albergar en ellos cargas sensibles o cargas críticas. Ejemplos de cargas sensibles son los equipos de instrumentación, de diagnóstico y tratamientos médicos, ordenadores, autómatas programables, robots, instalaciones de telecomunicaciones y en general las TICs. Cargas críticas son aquellas que al dejar de funcionar ponen en peligro la vida humana, la seguridad del personal u ocasionar grandes perjuicios económicos. Ejemplos de éstas son las salas de cirugía y de cuidados intensivos, los centros de datos, infraestructuras de transporte y telecomunicaciones esenciales. Por ejemplo, un paro no programado en una línea de producción industrial es muy costoso, pero que se paralice el centro de datos de un banco o no funcione el quirófano de un hospital puede ser catastrófico.

Se centra la presente guía en aspectos divulgativos sobre las tecnologías energéticas de ahorro, sistemas de generación renovable, y sistemas de gestión y almacenamiento energético que se han estudiado y desarrollado en el proyecto IMPROVEMENT.

Las pautas serán aplicables tanto en el diseño de nuevos edificios, como en las reformas de las instalaciones existentes, como en el uso de las mismas.

Se completa la guía con una serie de recomendaciones generales, así como recomendaciones por tipo de uso energético, ya sea calefacción, refrigeración, iluminación, etc. Estas últimas pueden implementarse de forma inmediata sin coste alguno por los trabajadores y usuarios de los edificios públicos.

PRINCIPIOS GENERALES

Como principios generales para alcanzar la sostenibilidad energética se deben considerar los siguientes, en el orden de prelación indicado:

- 1 Evitar consumir energía y recursos que realmente no son necesarios
- 2 Emplear la energía y los recursos que se necesiten de la forma más eficiente posible
- 3 Priorizar las fuentes de energía renovables frente a los combustibles fósiles

Para aplicar los principios anteriores es conveniente:

- ▷ Conocer las soluciones técnicas que nos permiten aprovechar la energía y recursos que nos ofrece la naturaleza de forma gratuita.
- ▷ En licitaciones de obras, reformas y/o adquisición de equipos y sistemas considerar siempre los criterios de la Contratación Pública Ecológica (CPE).
- ▷ Tener presente el ahorro y la eficiencia energética en todos los aspectos de la actividad profesional.
- ▷ Divulgar dicha conciencia entre el personal de los edificios públicos y sus usuarios.



**Buenas prácticas en
la implementación de
tecnologías eficientes para
diferentes usos energéticos**

Buenas prácticas en la implementación de tecnologías eficientes para diferentes usos energéticos



Calefacción

Durante los meses fríos del año, la calefacción debe procurar unas condiciones adecuadas de confort térmico a los ocupantes de los edificios. El consumo en calefacción puede llegar a ser muy importante en un edificio, superando de forma habitual el 20% del consumo total de la energía consumida. Dependiendo de la zona climática la calefacción tiene mayor o menor peso en el consumo total de los edificios.

En las regiones del sur de la Península Ibérica y el arco mediterráneo de la región SUDOE el consumo de calefacción supone en torno al 24% del consumo energético total.

Mientras que en el norte de la Península ibérica y franja atlántica del sur de Francia el porcentaje asciende al 40% del consumo total.

Siempre que el sistema de calefacción permita regular la temperatura de forma individualizada, con termostatos, se debería fijar una temperatura óptima para que funcionen los equipos según las necesidades de cada estancia en concreto.

TÉCNICAS PARA REDUCIR LA DEMANDA DE CALEFACCIÓN

La demanda de calefacción, además de la zona climática, depende del diseño del edificio, de sus características constructivas y del tipo de uso que se hace del mismo.

EN EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

Los mejores resultados se consiguen cuando las técnicas de eficiencia se incorporan desde la fase de diseño de los edificios. Algunos de los aspectos que deben tenerse en cuenta en edificios de nuevo cuño son los siguientes:

- **Estudiar y adaptar la compacidad del edificio a la climatología de la zona.** Los edificios más compactos (aquellos que tienen menos superficie expuesta al exterior en relación a su volumen construido) suelen demandar menos energía para calefacción.
- **Limitar las superficies de huecos vidriados, sobre todo en orientaciones norte.** Los vidrios tienen en general un grado de aislamiento inferior a los paramentos ciegos, por lo que no debe abusarse de las superficies vidriadas en zonas de climas fríos. Sin embargo las superficies vidriadas en determinadas orientaciones (sur, sureste, suroeste) pueden favorecer la captación de calor del sol a determinadas horas del día. Un buen diseño debería sacar provecho de este potencial.
- **Optimizar el nivel de aislamiento** de los diferentes paramentos del edificio, en función de la climatología de la zona, de las orientaciones y del tipo de uso de los espacios.
- **Instalar ventanas y puertas con un buen nivel de estanqueidad**, para evitar las pérdidas de calor por infiltraciones y exfiltraciones.

- **Emplear sistemas de calefacción solar pasiva**, como los muros “trombe”, que son una de las técnicas incorporadas a las soluciones del proyecto IMPROVEMENT.
- **Emplear materiales de construcción cuya producción y posterior reciclaje sea lo más sostenible posible.** En este sentido es recomendable emplear materiales que se produzcan en la región donde se construye el edificio y que tengan, en la medida de lo posible, un origen natural, evitando derivados del petróleo y materiales que requieran un gran consumo energético para su fabricación.

EDIFICIOS EXISTENTES

En edificios existentes puede ser complejo incorporar soluciones constructivas de alta eficiencia por lo que siempre, lo más recomendable es que estos aspectos sean incorporados desde la fase de diseño de los edificios. Para edificios existentes algunas posibles soluciones que se pueden incorporar para reducir la demanda de calefacción son las siguientes:

- **Sustitución ventanas y huecos.** Empleando carpinterías con rotura de puente térmico y elevados niveles de estanqueidad junto a vidrios con bajos niveles de transmisividad térmica.
- **Mejora del aislamiento de fachadas.** Existen técnicas que se adaptan a las características de los diferentes tipos de cerramientos. Desde la inyección de espumas aislantes en cámaras de aire, al trasdosado exterior o interior de las fachadas con placas de aislamiento.
- **Mejora del aislamiento de cubiertas.** En cubiertas planas se puede optar por colocar placas de aislamiento sobre la cubierta existente.

Existen soluciones transitables como las losetas de hormigón poroso que incorporan aislamiento.



TECNOLOGÍAS DE CALEFACCIÓN EFICIENTES

Entre las tecnologías que pueden proporcionar calefacción de forma altamente eficiente destacan las generadas a partir de fuentes renovables, como las empleadas en el proyecto IMPROVEMENT. Entre estas destacan:

- **Instalaciones Solares Térmicas.** La tecnología solar térmica consiste en aprovechar directamente el calor del sol para calentar un fluido caloportador. Dicho calor puede emplearse para proporcionar calefacción a los locales de los edificios. Esta tecnología se adapta mejor a sistemas de calefacción que trabajen a temperaturas bajas, del orden de 30 – 40 ° C tales como suelos radiantes y Fancoils.
- **Bombas de calor.** Las bombas de calor geotérmicas ó aerotérmicas permiten proporcionar calefacción aprovechando el calor del subsuelo o del aire ambiente. Son equipos termodinámicos en los que un fluido de trabajo recorre un circuito cerrado absorbiendo calor de un foco a menor temperatura y cediéndolo a un foco a mayor temperatura. La aerotermia resulta bastante ventajosa para las climatologías de casi toda la región SUDOE pues las temperaturas extremas invernales no suelen ser demasiado bajas.

Debido a la necesidad de realizar excavaciones y/o perforaciones para el intercambiador geotérmico, es una opción que es costosa en edificios existentes, sin embargo en la fase de cimentación de un edificio nuevo la incorporación de los intercambiadores geotérmicos no supone ninguna dificultad técnica destacable y el coste se ve reducido por las sinergias con las actuaciones de la propia construcción.

Las bombas de calor, aunque aportan calor de origen renovable también consumen electricidad, por lo que su uso puede complementarse con instalaciones de autoconsumo fotovoltaico.

- **Cogeneración.** Consiste en generar energía eléctrica en una máquina térmica (motor ó turbina a gas,) ó en una pila de combustible y aprovechar simultáneamente el calor residual inherente a la termodinámica, para satisfacer las necesidades de calefacción.

El almacenamiento térmico, así como la gestión de la generación y la demanda térmica son aspectos muy importantes para mejorar la efi-

ciencia de los sistemas de calefacción, especialmente en el caso de las instalaciones solares térmicas y en el de las bombas de calor, sobre todo si se complementan con fotovoltaica y cogeneración.

En este sentido, el proyecto IMPROVEMENT ha estudiado la integración de sistemas solares térmicos activos y pasivos, pilas de combustible y bombas de calor con tecnologías de almacenamiento térmico mediante materiales de cambio de fase.

El proyecto IMPROVEMENT apuesta por la modularidad, lo que permitiría integrarse con otras tecnologías de generación de calor, aunque no se hayan empleado en esta primera fase concluida del proyecto. Como ejemplo de tecnologías renovables de calefacción que se podrían integrar en IMPROVEMENT destaca:

- **Calderas de combustible biomásico.** Los combustibles biomásicos proceden de residuos agrícolas y forestales, su combustión es neutra en carbono. La tecnología de calderas de biomasa se puede adaptar a casi cualquier sistema de calefacción.



Refrigeración

En la región SUDOE la refrigeración es necesaria prácticamente en todo su territorio. Si bien en la franja atlántica la demanda de refrigeración es reducida, con una media inferior al 20% del consumo total anual de energía. En el sur de la península ibérica y la franja mediterránea la refrigeración es una de las principales componentes de los consumos de los edificios públicos, pudiendo superar el 40% de media en algunas zonas climáticas.

Además, en verano, el uso de la iluminación artificial y de los equipos ofimáticos incrementa el consumo de energía destinada a la refrigeración de los edificios, por lo que en esta época se debe ser más conscientes al hacer un uso adecuado de ellos.

Para tener un comportamiento responsable y usar sólo la energía que realmente necesitamos, evitaremos hacer uso del aire acondicionado cuando no sea verdaderamente necesario. En muchos casos, bastará con recurrir a ventiladores o al modo ventilación de los sistemas de climatización. Además, procuraremos siempre ajustar la temperatura del climatizador para consumir la energía en su justa medida, evitando con ello despilfarros.

TÉCNICAS PARA REDUCIR LA DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

La demanda de refrigeración al igual que la calefacción depende de la zona climática, de las características constructivas del edificio y del tipo de uso que se hace del mismo.

EN EDIFICIOS DE NUEVA CONSTRUCCIÓN

De igual forma a la calefacción lo más deseable es que el diseño de los edificios considere la eficiencia energética tanto en régimen de verano como de invierno.

En proyectos de nuevos edificios debe valorarse prioritariamente las soluciones de diseño y constructivas que reduzcan las cargas de refrigeración. Por ejemplo:

- ▶ Estudiar la geometría y orientaciones del edificio para evitar una insolación excesiva en verano, sin reducir el aprovechamiento de la luz natural.
- ▶ Evitar las superficies acristaladas desprotegidas en orientaciones que reciban fuerte insolación, incorporando protecciones solares exteriores, tales como cornisas, voladizos, celosías, etc.
- ▶ Favorecer la ventilación natural y la evacuación del aire caliente.
- ▶ Adoptar acabados exteriores en colores claros que rechacen la mayor parte de la radiación térmica, etc.
- ▶ Emplear vidrios con tratamientos de control solar que rechazan la mayor parte de la radiación térmica permitiendo el paso de luz. En el proyecto IMPROVEMENT se han estudiado e incorporado este tipo de vidrios en uno de los proyectos piloto.

EN EDIFICIOS EXISTENTES

Algunas posibles soluciones que se pueden incorporar para reducir la demanda de refrigeración son las siguientes:

- ▶ **Protecciones solares en ventanas, lucernarios y huecos.** Elementos que impidan la incidencia solar directa sobre las superficies acristala-

das del edificio. Pueden ser fijos o móviles. Si son fijos deberán diseñarse según cada orientación para bloquear la radiación solar durante los meses de verano y permitir la entrada de luz y calor en invierno. Los móviles deben gestionarse su despliegue y retirada de forma que se optimice la protección frente al calor sin reducir el aprovechamiento de la luz natural. En el Proyecto IMPROVEMENT se han estudiado sistemas motorizados de protección solar integrados en el control eficiente del edificio.

- ▶ **Mejora del aislamiento de fachadas y cubiertas.** Aunque el impacto del aislamiento es más intenso en régimen de calefacción que en refrigeración, la mejora de los aislamientos de la envolvente edificatoria es también clave para reducir las demandas de refrigeración.
- ▶ **Emplear colores claros en los acabados exteriores.** En aquellas fachadas y cubiertas que requieren mantenimiento de pintura, los colores claros permiten rechazar la mayor parte de la radiación solar incidente manteniendo temperaturas de equilibrio inferiores a las de las superficies acabadas en tonos oscuros.



TECNOLOGÍAS DE REFRIGERACIÓN EFICIENTES

Algunas tecnologías que permiten proporcionar refrigeración con un consumo bajo o nulo de energía, o emplean energías renovables, son las tecnologías empleadas en los sistemas de generación del proyecto IMPROVEMENT. Tenemos las siguientes:

- ▶ **Enfriamiento gratuito (Freecooling):** ya sea natural (abriendo ventanas) o forzada (incorporando aire exterior) permite refrigerar estancias cuando las condiciones exteriores son favorables.
- ▶ **Refrescamiento gratuito nocturno.** Consiste en ventilar el edificio durante las noches cuando no hay ocupación o ésta es muy baja, para refrescar la masa térmica del mismo de tal forma que, al día siguiente se retrasa la necesidad de consumir energía para refrigerar aprovechando la inercia térmica del edificio.
- ▶ **Refrigeración geotérmica.** El subsuelo se mantiene a una temperatura estable durante todo el año, de tal forma que durante el verano su temperatura es generalmente inferior a la temperatura ambiente. Esto permite a un equipo de refrigeración, que emplee el subsuelo como sumidero térmico, funcionar con unos rendimientos muy altos.

En las regiones SUDOE, debido a que las demandas anuales de refrigeración y calefacción son similares en orden de magnitud, la tecnología geotérmica resulta especialmente ventajosa ya que el balance anual de calor intercambiado con el subsuelo es prácticamente nulo, a diferencia de las regiones del norte de Europa en las que la extracción neta de calor a lo largo de los años puede llegar a agotar el recurso geotérmico.

- ▶ **Equipos de refrigeración de alto rendimiento.** Dentro de los equipos de refrigeración “convencionales” bien condensados por agua o condensados por aire, existen niveles diferentes de eficiencia. Los equipos más avanzados tecnológicamente alcanzan rendimientos estacionales (ESEER) superiores a 7 (generan 7 unidades de frío por cada unidad de electricidad consumida) mientras que los equipos de menores prestaciones pueden tener valores ESEER inferiores a 3.

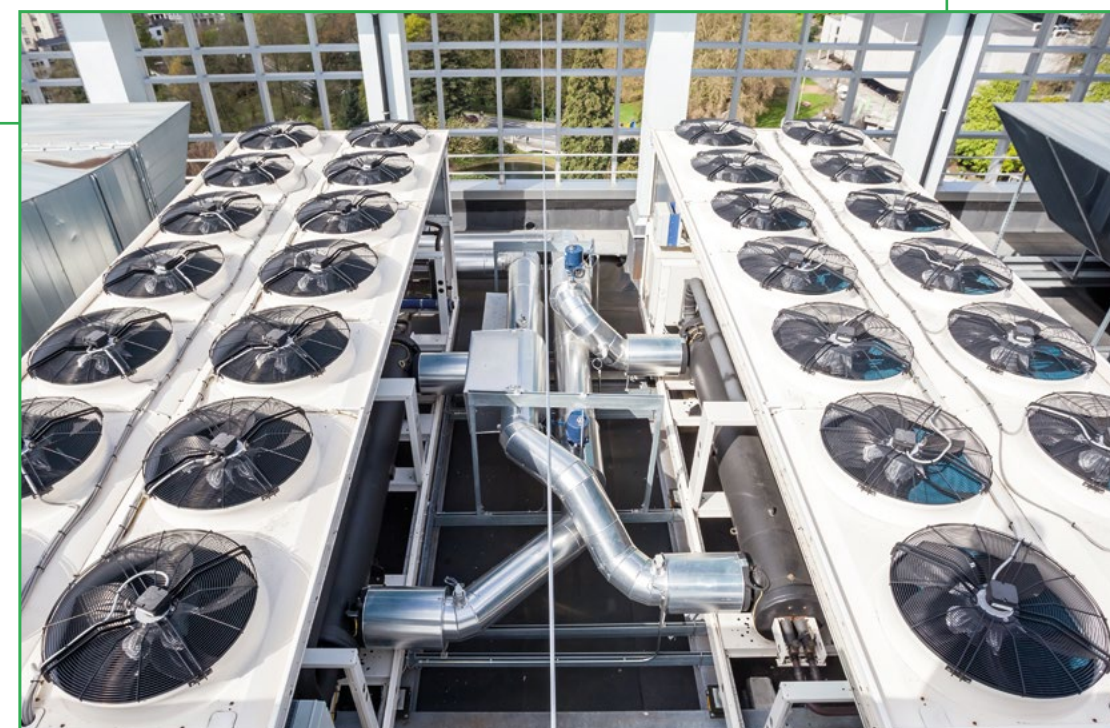
Las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico tienen la ventaja de que sus producciones son máximas durante las horas centrales del verano, lo que coincide generalmente con los momentos de mayor demanda de refrigeración. Pero en algunos edificios tal cosa no sucede, por ejemplo, por tener

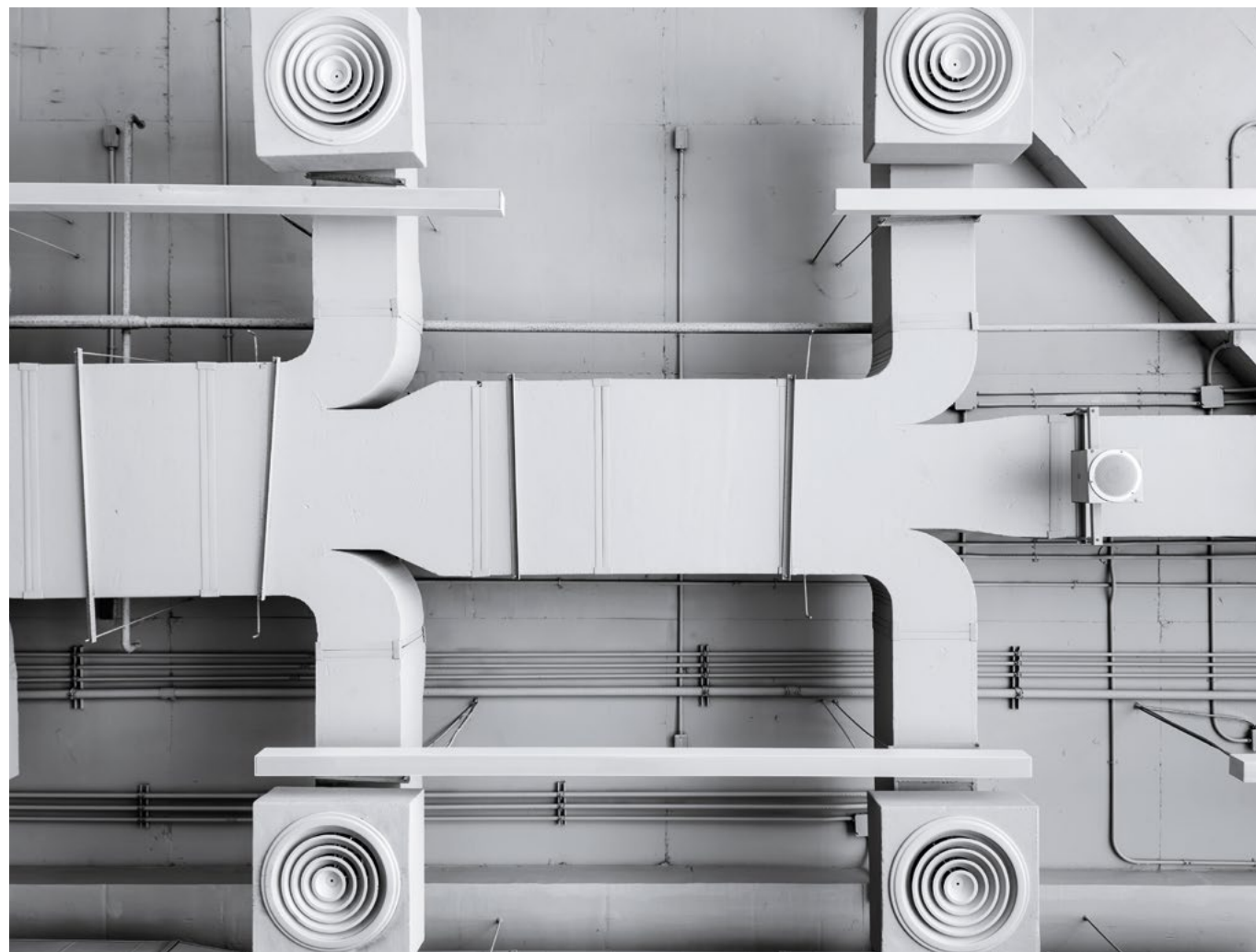
una gran inercia térmica o /y porque los horarios de mayor uso están fuera de dichas horas centrales, en estos casos la incorporación de sistemas de acumulación ya sean eléctrica o térmica, permiten optimizar el aprovechamiento de las instalaciones y acercarse a un consumo casi-nulo.

En este sentido el proyecto IMPROVEMENT ha desarrollado tecnologías y experiencia en la integración de sistemas de acumulación de frío y en la optimización de la gestión de los sistemas de generación y almacenamiento eléctrico.

Como tecnologías de refrigeración que podrían integrarse también en IMPROVEMENT cabe destacar:

- ▶ **Enfriadoras de absorción:** Estos equipos producen frío a partir de una fuente de calor, como puede ser una instalación solar térmica o el calor residual de un motor de cogeneración o una pila de combustible.
- ▶ **Enfriamiento adiabático, directo o indirecto.** Consiste en reducir la temperatura evaporando agua, mediante membranas humectadas o nebulización de agua, en climas cálidos y secos puede resultar muy eficaz.





Ventilación

La calidad del aire del centro de trabajo empeora con una serie de elementos que lo contaminan y que a veces son imperceptibles: el CO₂ emitido por la respiración de las personas, el ozono que generan algunos dispositivos, como impresoras láser o fotocopiadoras, los aerosoles, desinfectantes, productos de limpieza, pinturas, materiales textiles o mobiliario de oficina, también pueden ser agentes liberadores de sustancias químicas contaminantes.

La ventilación es por tanto una necesidad fundamental en los edificios públicos que, además, está regulada por las normativas de calidad de aire interior.

La ventilación mecánica, consistente en sistemas que toman aire exterior y una vez filtrado adecuadamente lo distribuyen e introducen en los espacios habitados, de los que se extrae el aire viciado, es la más eficaz para asegurar la eliminación efectiva de los contaminantes y el mantenimiento de condiciones interiores saludables.

Sin embargo, la ventilación mecánica supone un consumo energético importante para los edificios públicos, por lo que se debe realizar de la forma más eficiente posible.

El consumo energético asociado a la ventilación proviene de dos necesidades:

- La necesidad de impulsar mecánicamente el aire.
- La necesidad de acondicionar térmicamente el aire exterior antes de introducirlo en los espacios.

Un sistema eficiente de ventilación debe considerar ambos aspectos.

TECNOLOGÍAS DE VENTILACIÓN EFICIENTES

- **Sistemas de ventilación por desplazamiento:** Estos sistemas hacen que el aire viciado se desplace fuera del plano habitado por las personas, siendo sustituido por aire exterior limpio, minimizando la mezcla entre el aire limpio introducido y el aire viciado del interior de los espacios. De esta forma se maximiza la extracción de contaminantes, minimizando el volumen de aire movido por los ventiladores. Además, estos sistemas pueden aprovechar la estratificación natural del aire en función de su temperatura, para reducir la necesidad de consumir energía para mover el aire. Los sistemas de ventilación por desplazamiento funcionan en consonancia con la geometría de los espacios y el tipo de uso, de tal forma que se recomienda que este tipo de sistemas se implementen en la fase de diseño del edificio.
- **Ventiladores de alta eficiencia.** Tanto para sistemas de desplazamiento, como para sistemas de mezcla (que son los más frecuentes) debe emplearse siempre que sea posibles ventiladores de alto rendimiento. La Directiva de eficiencia energética 2012/27/UE y Directiva Ecodesign 2009/125/EC (ErP Directive) proporciona una herramienta muy útil a la hora de seleccionar equipos de ventilación de alta eficiencia ya que establece un sistema de etiquetado energético muy claro.
- **Ventilación de caudal variable.** Los sistemas capaces de adaptar los caudales ventilación a las necesidades reales de cada instante son

más eficientes que los que funcionan con caudales fijos. Para regular el caudal se requiere sensores de calidad de aire, esto es sensores que detecten la concentración de contaminantes, tales como el CO_2 , así como ventiladores de caudal variable y un sistema de control “inteligente” que comande los ventiladores en función de los parámetros recibidos de los sensores de calidad de aire. Un sistema de ventilación de este tipo puede llegar a ahorrar más del 75% de energía respecto de sistemas de caudal constante.

- **Recuperadores entálpicos en el aire de ventilación.** Son elementos que permiten recuperar la energía del aire viciado que se extrae de los espacios para atemperar el aire exterior limpio, de forma que se reduce el gasto energético para acondicionar térmicamente el caudal de aire exterior.

La determinación de las necesidades reales de ventilación e incluso ser capaz de anticipar las demandas de ventilación permite optimizar el funcionamiento de los sistemas de ventilación reduciendo el consumo energético. El proyecto IMPROVEMENT ha incluido el desarrollo de algoritmos predictivos de las demandas de climatización y ventilación, que permiten optimizar el control y la regulación de las instalaciones.



Agua caliente

El uso habitual de agua caliente en edificios públicos tiene especial relevancia en edificios como hospitales, instalaciones deportivas o residencias de ancianos, donde el consumo de energía para su producción puede situarse por encima del 30%, con valores medios en estos casos en torno al 20% del consumo global.

Se distinguen dos tipos de sistemas para la preparación de agua caliente: los instantáneos y los de acumulación:

- Los primeros calientan el agua en el mismo momento en que es demandada, sus principales inconvenientes son que se requiere de una potencia muy elevada para realizar el calentamiento del caudal punta, y que se desperdicia una cantidad considerable de agua y energía hasta que se alcanza la temperatura deseada en el punto de destino.
- Los sistemas de acumulación calientan el agua y la almacenan en un tanque acumulador para su posterior uso. En este caso, debe dimensionarse adecuadamente el volumen de acumulación al uso requerido de agua caliente, así como disponer de un buen aislamiento para este equipo, al objeto de evitar pérdidas.

En cualquier caso, debe evitarse calentar agua mediante resistencia eléctrica (por efecto joule), pues la eficiencia es muy baja.

Las instalaciones de agua caliente centralizada en edificios de cierto tamaño cuentan con un circuito de recirculación para asegurar que el agua caliente está disponible siempre cerca de los puntos de consumo. Estos circuitos de recirculación son una fuente importante de pérdidas de energía, por lo que se debe procurar diseñarlos siempre con el menor recorrido posible y asegurarse de que sus tuberías están correctamente aisladas.

Debemos tener presente que cualquier medida que se tome para el ahorro en el consumo de agua caliente será también un ahorro de agua, y por consiguiente evitar su despilfarro es doblemente importante.

TECNOLOGÍAS EFICIENTES DE PRODUCCIÓN DE ACS

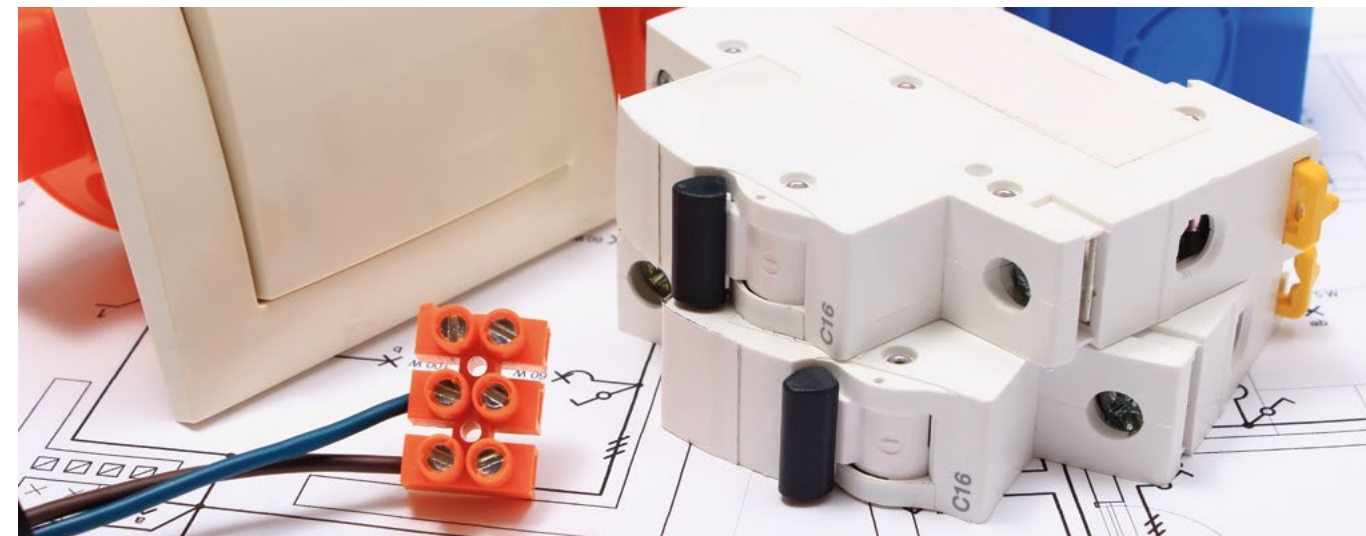
Existen diferentes tecnologías que permiten preparar ACS aprovechando fuentes de energías renovables y minimizando el consumo de energía fósil:

- **Instalaciones solares térmicas.** Sistemas que aprovechan directamente la energía del sol para calentar agua. En las regiones SUDOE estos sistemas pueden fácilmente proporcionar entre el 60 y el 70% de las necesidades anuales de ACS. El porcentaje restante debe garantizarse mediante sistemas auxiliares.
- **Calderas de combustible biomásico.** Al igual que en calefacción esta tecnología puede emplearse para satisfacer las demandas de ACS.
- **Bombas de calor aerotérmicas.** En los últimos años están disponibles en el mercado equipos de bombas de calor aerotérmicas especialmente diseñados para producir agua caliente sanitaria a temperaturas de hasta 60 ° C. Estos equipos ofrecen rendimiento estacional (SPF) claramente superiores a 2,5 por lo que según la regulación de la UE pueden considerarse sistemas de energía renovable.

La integración de los sistemas de producción de ACS con el resto de las instalaciones del edificio y especialmente con los sistemas de generación fotovoltaica o con los sistemas de cogeneración, resulta fundamental para optimizar el funcionamiento de todos los sistemas y aproximarse cada vez más al consumo nulo o casi nulo.



En este sentido, el proyecto IMPROVEMENT ha estudiado la integración de sistemas solares térmicos y bombas de calor con tecnologías de almacenamiento térmico que mejoran de forma considerable el rendimiento de estos sistemas.



Instalaciones Eléctricas

La presencia de perturbaciones en los sistemas de distribución eléctrica no es sólo un problema de calidad de la energía eléctrica, sino que también afecta a la eficiencia energética del edificio. Respecto a esto, los dos factores dominantes son los desequilibrios y la distorsión armónica. En una instalación eléctrica trifásica, cuando las cargas monofásicas (especialmente aquellas con características no lineales), no se distribuyen de forma equitativa entre las tres fases, se pueden presentar desequilibrios. El desequilibrio de tensión en un sistema trifásico hace que los motores trifásicos consuman una corriente desequilibrada. Este fenómeno provoca pérdidas adicionales en conductores y motores y puede hacer que el rotor de un motor se sobrecaliente.

En los edificios, los armónicos son causados por los rectificadores empleados en los variadores de velocidad, las fuentes de alimentación, los balastos electrónicos y otras tecnologías de eficiencia energética ampliamente utilizadas. Entre las instalaciones eléctricas de mayor consumo energético en un edificio podemos citar la asociada a la iluminación y los equipos ofimáticos. Estos equipos inducen armónicos de corriente en la red del edificio, lo que está limitado por normas internacionales como EN-61000-3-2, EN-61000-3-4 e IEEE-519. Los posibles síntomas de los problemas de armónicos son el fundido de fusibles en las baterías de condensadores de corrección del factor de potencia de las instalaciones y las pérdidas y sobrecalentamiento de los transformadores y conductores de distribución, debido al exceso de pérdidas en el cobre (exacerbadas por los efectos pelicular y proximidad). Al igual que ocurre con el desequilibrio de la tensión, algunos componentes armónicos específicos, como el 5º y el 11º, pueden provocar un sobrecalentamiento drástico del rotor de los motores. El resultado de la distorsión de la corriente es un factor de potencia inferior a la unidad, que reduce la potencia máxima disponible y aumenta las pérdidas de distribución. En resumen, los armónicos en el sistema eléctrico de un edificio provocan un mayor derroche de energía y una disminución significativa de la fiabilidad de los equipos.

ILUMINACIÓN

Entre las instalaciones eléctricas de mayor consumo energético en un edificio podemos citar la asociada a la iluminación y equipos ofimáticos.

Hay que destacar que la iluminación más eficaz es la luz natural. En Andalucía y El Algarve gozamos de más de 2.800 horas anuales de sol, y en general, toda la región SUDOE dispone de horas de sol anuales por encima de la media de la UE. Por lo que es de capital importancia aprovechar este recurso gratuito.

La luz natural ofrece numerosas ventajas frente a la iluminación artificial, además de propiciar ahorro energético, la luz diurna mejora la sensación de bienestar de las personas, con lo que también mejora la productividad, se reduce el absentismo y mejora el ambiente laboral.

En la iluminación artificial, la tecnología ha evolucionado hacia sistemas de alumbrado capaces de adaptarse a exigencias cada vez mayores de eficiencia energética.

En línea con la mejora de la eficiencia energética, la Comisión Europea estableció un calendario de desaparición de las lámparas de menor eficiencia energética, por medio del Reglamento 244/2009, modificado posteriormente por el Reglamento 2015/1428, de manera que a día de hoy ya no se fabrican las lámparas incandescentes ni las halógenas, salvo algunas para usos especiales o de muy alta eficiencia.

Aun así la iluminación sigue representando en muchos edificios públicos una parte muy importante del consumo eléctrico. Así, el porcentaje de energía eléctrica dedicado a iluminación suele situarse entre el 20% y el 35%.



La tecnología LED consume entre un 65% y un 90% menos que las bombillas incandescentes y hasta un 60% menos que la mayoría de los sistemas de iluminación fluorescentes. Además de

estas ventajas respecto del consumo energético, la duración del LED es mucho mayor, estimándose una vida útil de esta lámpara de 50.000 horas, frente a las 2.000 horas de una lámpara incandescente.

La regulación y el control de la iluminación es otro aspecto clave para reducir el consumo energético. Detectores de presencia en espacios de ocupación esporádica, temporizadores y detectores de luz natural que permitan regular la iluminación artificial ajustándola a las necesidades exactas de cada momento, son sistemas que deben tratar de incorporarse en los edificios públicos, junto con cualquier reforma que afecte a la iluminación.

EQUIPOS INFORMÁTICOS

En relación con los equipos ofimáticos, estos son elementos imprescindibles en cualquier puesto de trabajo: ordenador, impresoras, móviles, etc. En edificios de uso administrativo, el consumo de electricidad asociado a este equipamiento se va incrementando año tras año, suponiendo actualmente en torno al 13% del consumo total.

Estos elementos además son especialmente sensibles a las perturbaciones de la calidad del suministro eléctrico.

A la hora de adquirir este tipo de equipos se debe considerar como criterio de valoración aquellos que ofrezcan menor consumo energético para similares prestaciones. En este sentido el etiquetado energético puede servir de ayuda y orientación, se debe procurar adquirir equipos de etiqueta A. Desde el punto de vista de la calidad de la energía, es conveniente que estos equipos incluyan fuentes de alimentación universales, que los hacen menos susceptibles a las perturbaciones eléctricas más comunes.

También es conveniente reducir la distorsión armónica, para lo que la primera medida es que las fuentes de alimentación de los equipos electrónicos y las TICs incorporen circuitos para la corrección del factor de potencia. No obstante, siempre se puede acudir a los filtros activos de armónicos. Estos, gracias a la electrónica de potencia, son capaces de inyectar corrientes armónicas en contrafase con las existentes en la red, consiguiendo así anularlas. Esta última solución resulta económicamente adecuada en sistemas de elevada potencia. Además, los filtros activos

se pueden configurar para compensar otros tipos de perturbaciones, tales como desequilibrios, además de la corrección del factor de potencia y la reducción del contenido armónico.

Es aquí donde el concepto de microrred cobra sentido, aunando el uso de filtros activos con diferentes sistemas de almacenamiento de energía (baterías, condensadores, hidrógeno, ...) y un sistema de gestión de energía que se encargue de optimizar el uso de estos sistemas dependiendo de factores como el precio de la luz, la generación renovable o el coste que tendría la degradación de cada equipo.

De esta manera, se puede asegurar la calidad de suministro evitando perturbaciones en la red eléctrica del edificio, se puede evitar corte de suministro en el edificio gracias al respaldo que estos sistemas de almacenamiento de energía aportan, conseguimos un ahorro energético priorizando siempre el uso de energías renovables que estén presentes en la microrred del edificio, evitando comprar energía en momentos en los que no sea necesario y se consigue aumentar la vida útil de los equipos involucrados en el sistema eléctrico, debido a la optimización de su uso.

En su uso cotidiano también se puede actuar para reducir el consumo, por ejemplo, ajustando el brillo de las pantallas de monitores, móviles y tabletas a lo realmente necesario y apagándolos o dejándolos en negro cuando no se están utilizando.

Todos estos equipos tienen consumos energéticos marginales asociados a las pequeñas luces indicadoras de su estado, así como al uso continuo de transformadores para su alimentación (ordenadores, cargadores de baterías, etc.). Por tanto, cuando los equipos electrónicos se encuentran en modo stand-by, indicado por un pequeño piloto encendido, siguen consumiendo energía. A este consumo se le denomina “consumo fantasma”. Desconecta totalmente la alimentación de estos aparatos cuando no van a volver a ser utilizados en varias horas.

Los cargadores de baterías (por ejemplo, para móviles o pilas) también siguen consumiendo si el equipo sigue conectado y ya está cargado (un 22% del consumo en carga), e incluso cuando el equipo está desconectado, pero sigue conectado a la red el cargador (sobre un 2,6% sobre el consumo en carga).

La normativa de etiquetado energético ha sido actualizada recientemente a través del Reglamento (UE) 2017/1369, en el que se incluyen todos los aparatos consumidores de energía. Con esta nueva normativa, en vigor desde agosto de 2017, se consolida la clasificación energética desde la A (más eficiente) a la G (menos eficiente). Además, con el

nuevo procedimiento de clasificación se evita el uso de clasificaciones como la A+ al recalcular periódicamente los valores incluidos en cada letra de la escala. Con esto se consigue una escala estable y más clara para los usuarios.

Junto a las recomendaciones anteriores, se debe resaltar la necesidad en los edificios con cargas críticas de poder asegurar la continuidad del suministro eléctrico. Para ello, en el marco del proyecto IMPROVEMENT se han desarrollado soluciones innovadoras de gestión de potencia basado en la implementación de un inversor de cuatro hilos con control activo del neutro, al igual que el desarrollo de una red de sensores inteligentes IoT para medida de la calidad de suministro con el propósito de cumplir los requisitos de alta calidad y continuidad de suministro.





Generación Eléctrica (Autoconsumo)

Una vez puestas en práctica la reducción de las necesidades energéticas, mediante técnicas de ahorro y eficiencia y la aplicación de buenos hábitos de consumo, para alcanzar el consumo nulo o cuasi nulo se debe ir más allá, incorporando fuentes renovables para satisfacer las necesidades energéticas.

Las demandas térmicas pueden ser satisfechas mediante sistemas de biomasa, solares térmicos y bombas de calor aerotérmicas y/o geotérmicas, la región SUDOE cuenta con buen potencial en todas las fuentes energéticas anteriores.

Para las demandas eléctricas se puede recurrir a tecnologías renovables que permiten satisfacer, incluso en su totalidad, todas las demandas energéticas de los edificios públicos como son la energía solar fotovoltaica y la eólica.

La región SUDOE en general destaca en horas de sol, lo que permite hacer de la fotovoltaica una fuente energética clave en los edificios públicos. El recurso eólico también es abundante en esta región, pero su distribución es menos homogénea.

Las instalaciones de autoconsumo fotovoltaico o eólico producen electricidad que es consumida (autoconsumida) instantáneamente en el edificio, por lo que pueden cubrir las demandas del edificio, cuando coinciden con los momentos de generación.

Según el tipo de edificio público el autoconsumo fotovoltaico directo (esto es consumir instantáneamente en el edificio la electricidad generada por la fotovoltaica) puede satisfacer entre el 20 y el 50% de las demandas de electricidad. Pero para superar esos niveles de autoconsumo se requieren dispositivos de almacenamiento, como baterías.

Con la tecnología actual de baterías para autoconsumo es posible almacenar parte del excedente generado por las fuentes renovables cuando la producción supera a la demanda y emplearlo cuando la demanda supera a la producción. Por ejemplo, en el caso fotovoltaico almacenar excedentes durante las horas centrales del día para emplearlos por las noches.

Para alcanzar porcentajes de autoconsumo cercanos al 100% se requiere almacenar los excedentes estacionales (en el caso de la fotovoltaica sería durante el verano y en el caso de la eólica los meses que haya más viento) para emplearlo en otra época del año. Para lograr eso, no basta con baterías hay que recurrir a tecnologías como la producción de hidrógeno verde, que aún requiere de cierto desarrollo para estar totalmente disponible comercialmente.

Las tecnologías desarrolladas por IMPROVEMENT están orientadas, entre otras características, a integrar sistemas de generación y de almacenamiento eléctricos y térmicos, para porcentajes de autoabastecimiento cercanos al 100% y que además dichos sistemas de generación con almacenamiento puedan proporcionar respaldo a los edificios con cargas críticas en caso de fallos en el suministro de la red.

Así, en el marco del proyecto IMPROVEMENT se han ensayados microrredes con generadores fotovoltaicos, minieólicos, baterías y almacenamiento de hidrógeno, tecnologías que además de alcanzar autoabastecimientos próximos al 100% permitiría dotar a los edificios públicos que prestan servicios críticos, tales como estaciones, aeropuertos, hospitales, centros de emergencias etc, de mayor garantía de suministro energético aumentando su resiliencia .

La producción de hidrógeno verde en edificios, además de emplearse como mecanismo de almacenamiento de energía también se podría suministrar a vehículos de hidrógeno. Es el caso de la planta piloto desarrollada por el CNH2 en el marco de IMPROVEMENT, en la que la producción de H2 además de poder generar de nuevo electricidad para el edificio en una pila de combustible estacionaria también se puede derivar a una hidrogenera que puede abastecer de hidrógeno a vehículos automóviles.

Ejemplos prácticos

En el presente apartado se describirán las instalaciones piloto que como parte del proyecto IMPROVEMENT se han implementado y estudiado, tanto en la sede del Centro Nacional del Hidrógeno (CNH2) en Puertollano como en las sedes del Laboratorio Nacional de Energía y Geología de Portugal en Lisboa (LNEG).

En ambos casos son ejemplos de aplicación e integración de las tecnologías que se han recomendado en los apartados previos de esta guía.



Planta Piloto del CNH2 en Puertollano (España)

Esta instalación piloto consiste en una microrred que integra diferentes dispositivos de generación y almacenamiento eléctrico y térmico, este último tanto en forma de calor como en forma de frío.

Los elementos que integran las instalaciones son:

- ▶ Planta fotovoltaica de 100 kW.
- ▶ Pila de combustible de 30 kW.
- ▶ Electrolizador alcalino de 60 kW.
- ▶ Parque de almacenamiento de hidrógeno con 8300 l a 10 bar y 800 l a 200 bar.
- ▶ Baterías de gel con una capacidad total de 156 kWh.
- ▶ Almacenamiento de calor en un tanque de inercia con material de cambio de fase.
- ▶ Almacenamiento de frío en tanques de inercia.
- ▶ Instalación geotérmica con bomba de calor de 50 kW y 6 pozos de intercambio geotérmico.

La planta solar produce energía eléctrica, una parte de la misma es directamente consumida en el edificio, mientras que los excedentes de producción que no sean consumidos en el instante se almacenan, primero en las baterías y cuando aquellas están llenas se emplean dichos excedentes en producir hidrógeno verde en el electrolizador. El hidrógeno puede almacenarse a largo plazo y emplearse bien para repostar vehículos de hidrógeno del parque móvil del propio centro, bien para producir electricidad mediante la pila de combustible para alimentar al centro cuando no hay sol.

Por otra parte, el calor residual que genera el electrolizador se almacena en los depósitos a tal efecto, para apoyar a la calefacción del edificio. La instalación de bomba de calor geotérmica, que está alimentada por la electricidad producida por la propia microrred, produce calefacción en invierno y refrigeración en verano con rendimientos muy altos. Además, la acumulación térmica permite priorizar el funcionamiento de la bomba de calor cuando la producción eléctrica es más económica (producción fotovoltaica directa), almacenando el calor para poder emplearse cuando la producción eléctrica resulta más costosa (por ejemplo, empleando hidrógeno previamente acumulado en la pila de combustible).

Debe observarse que la optimización de la gestión de estos sistemas es parte de los conocimientos que ha desarrollado el proyecto IMPROVEMENT.

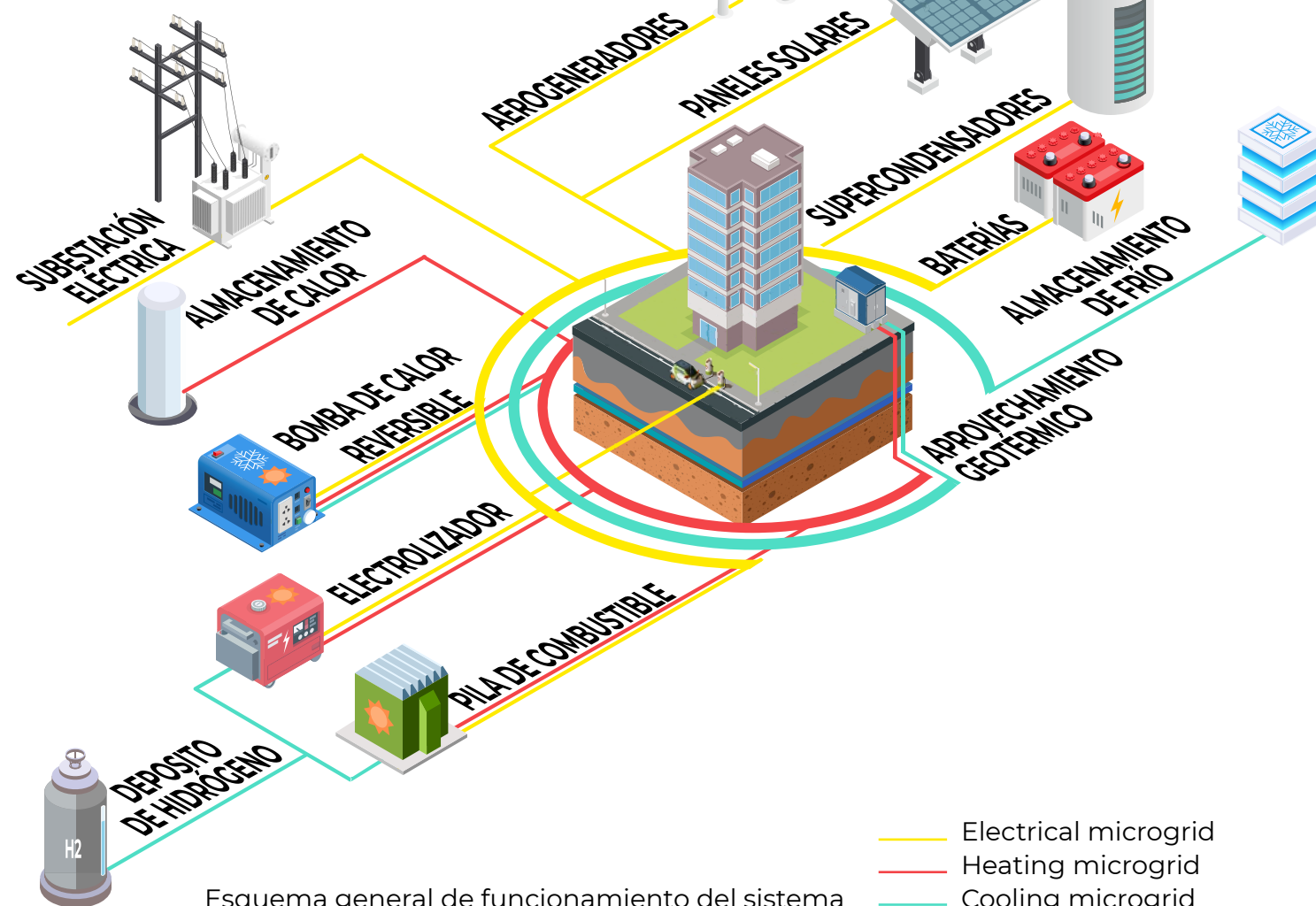
Más información en:

www.IMPROVEMENT-sudoe.es/es/planta-piloto-espana-microgrids-based-nzeb/

Planta piloto de LNEG en Lisboa (Portugal)

Esta instalación piloto integra sistemas de climatización e iluminación pasivos con sistemas activos de generación de fuentes renovables y sistemas de almacenamiento térmico.

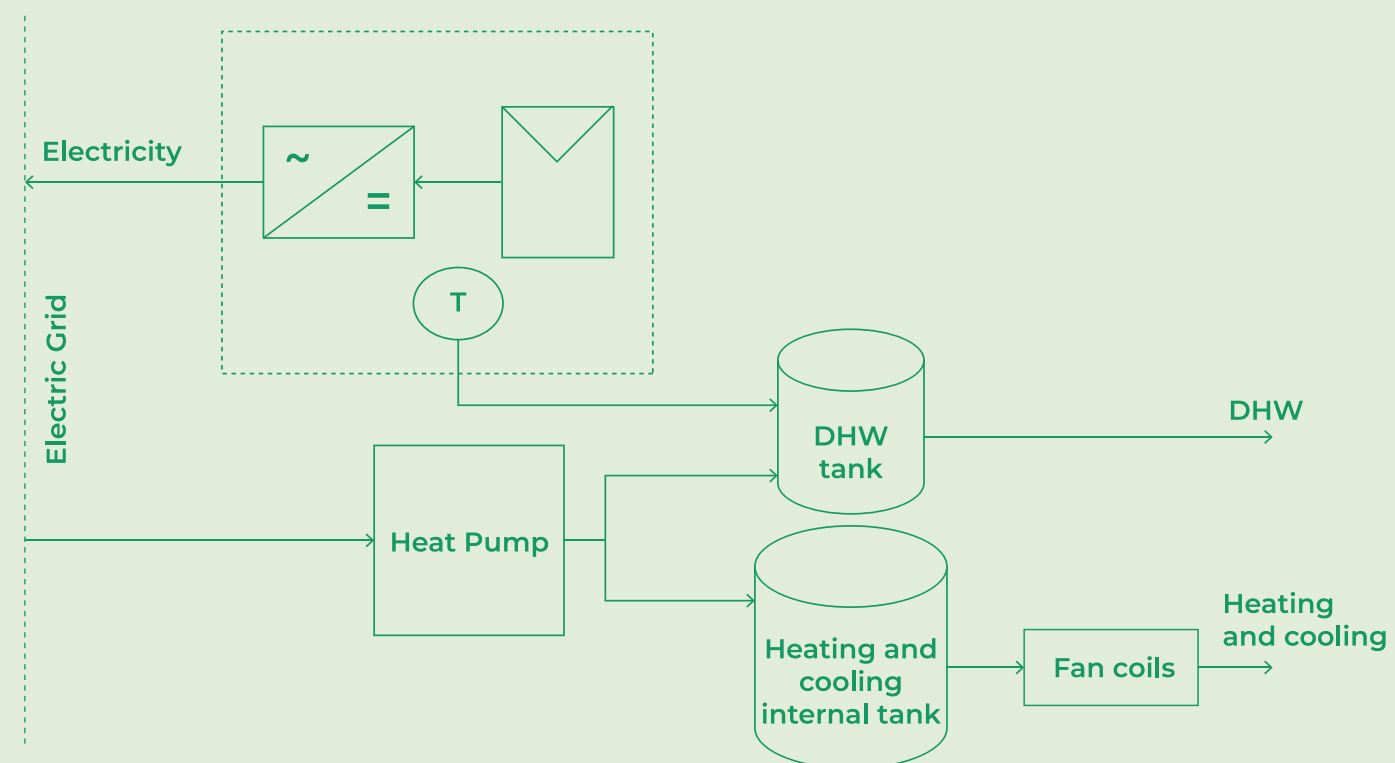
- ▶ Sistemas eléctricos. Consistente en 4,6 kW de módulos fotovoltaicos convencionales, 700 W en módulos híbridos térmicos-fotovoltaicos, una microturbina eólica de 2,5 kW y baterías con una capacidad de almacenamiento de 32 kW.
- ▶ Sistemas térmicos. Además de los módulos híbridos antes mencionados, se incluye 4 m² de captadores solares térmicos, 500 l de acumu-



lación térmica asociada a la captación térmica solar, una bomba de calor aerotérmica de 2,4 kW con un acumulador asociado de 1000 l.

- Sistemas pasivos. Consistentes en protecciones solares en forma de lamas exteriores que controlan la incidencia solar sobre las ventanas y las fachadas, sistemas de ventilación natural y muros trombe.

SOLAR TRIGENERATION SYSTEM



Arquitectura de la planta piloto LNEG

El sistema pretende reducir todo lo posible las demandas de climatización y ventilación mediante sistemas pasivos y satisfacer las necesidades restantes mediante sistemas renovables gestionando el funcionamiento de la bomba de calor y el almacenamiento térmico de forma óptima e integrada con la generación de electricidad.

Mas información en:

<https://www.IMPROVEMENT-sudoe.es/es/planta-piloto-nzeb-lisboa/>



**Recomendaciones
para mejorar la
eficiencia energética
en el uso de
tecnologías eficientes**

Recomendaciones para mejorar la eficiencia energética en el uso de tecnologías eficientes

Generales

1. El primer paso para alcanzar un consumo nulo o cuasi nulo de la red es reducir las demandas mediante técnicas de ahorro y eficiencia
2. Las demandas térmicas y de iluminación se pueden reducir drásticamente con técnicas pasivas, tales como un diseño óptimo del edificio, una correcta elección de materiales, técnicas de control y aprovechamiento del soleamiento etc.
3. Las demandas térmicas que requieran de instalaciones activas se puede satisfacer total o parcialmente mediante fuentes renovables como captadores solares térmicos, biomasa o una instalación geotérmica.
4. En la región SUDOE, resulta técnicamente sencillo aportar una parte significativa del consumo eléctrico (entre el 20 y el 50%) de los edificios públicos mediante sistemas fotovoltaicos.
5. Pero para ir más allá y alcanzar porcentajes próximos al autoabastecimiento, con garantía de suministro en caso de fallo de la red, se requiere de la integración de diferentes sistemas y tecnologías tanto pasivas como de generación, almacenamiento de electricidad y calor, incluyendo capacidad de gestión de microrredes. El proyecto IMPROVEMENT versa sobre dicha integración.



Calefacción

1. Adaptar la vestimenta a las circunstancias climatológicas del momento para evitar tener que subir la temperatura consignada de calefacción.
2. Aprovechar la calefacción “pasiva”: subir las persianas durante el día para que entre la mayor cantidad posible de luz y calor, y bajarlas al anochecer para evitar la pérdida del calor.
3. Desconectar la calefacción de las estancias que no estén en uso.
4. Con la calefacción activa, mantener las puertas y las ventanas cerradas.
5. No obstaculizar la difusión del aire caliente de los radiadores, evitar colocar objetos cerca o encima de éstos, pues disminuye notablemente la eficiencia energética.
6. Apagar la climatización o bajar el termostato a 15°C en los espacios que vayan a estar desocupados durante varias horas.
7. En invierno, una temperatura de 19°C suele ser suficiente para mantener un nivel de confort adecuado en el puesto de trabajo.
8. Para reformas, ampliaciones y licitación de nuevos edificios considerar prioritariamente los sistemas de generación térmica basados en bombas de calor de alta eficiencia, calderas de biomasa u otras tecnologías que empleen fuentes de energía renovable.
9. Incorporar sistemas de gestión de la energía térmica a través del almacenamiento energético.
10. No deben usarse los calefactores eléctricos, ya que son los más ineficientes.
11. En radiadores con válvulas termostáticas, el paso del agua a los equipos situados en salas o despachos que estén desocupados deberá estar cerrado; permitiéndose el paso de agua caliente sólo a aquellos lugares que estén en uso y sea necesario calentar.
12. El consumo de energía es muy sensible a la temperatura de calefacción, pues el incremento de un grado en la temperatura provoca un aumento de hasta un 8% del consumo de energía destinada a tal fin. Así, si se fija la temperatura a 19°C, en lugar de hacerlo a 22°C, se ahorra entre el 20% y el 30% del consumo de calefacción.

13. La aerotermia es una tecnología a considerar para calefactar un local. Para ello se emplean dispositivos denominados “bombas de calor”, que consiguen aprovechar (con ayuda de electricidad) el calor del ambiente, consiguiendo calentar el recinto considerado. Si además la energía eléctrica que consumimos es de origen renovable, con una instalación fotovoltaica, el porcentaje de energía renovable en el consumo de calefacción puede ser del 100%.
14. Los sistemas de biomasa pueden satisfacer la necesidad de calefacción de cualquier edificio, incluso en los climas más fríos. Los combustibles biomásicos son neutros en carbono por lo que estos permiten la completa descarbonización del consumo de calefacción.
15. En edificios nuevos y reformas de importancia debe considerarse también la geotermia. Esta tecnología que emplea asimismo bombas de calor alcanza rendimientos incluso superiores a los de la aerotermia.



Refrigeración

1. Usar prendas adecuadas para combatir las altas temperaturas en lugar de consignar una temperatura inferior para el aire acondicionado.
2. En verano, una temperatura de 27°C es adecuada para mantener el confort en la mayoría de los espacios interiores. No es recomendable una diferencia con la temperatura exterior de más de 12°C.
3. Desconectar el equipo de aire acondicionado cuando no haya nadie en la estancia.
4. Mantener cerradas puertas y ventanas, y extender las protecciones solares, como toldos, durante las horas de mayor calor y mientras la instalación de aire acondicionado esté funcionando.
5. Siempre que sea posible, aprovechando reformas o en ampliaciones o edificios nuevos, debe valorarse la incorporación de protecciones solares exteriores, el fomento del sombreado mediante árboles y especies vegetales, así como priorizar los acabados exteriores en colores claros.
6. Apagar o poner a la mínima potencia el aire acondicionado 30 minutos antes de abandonar el lugar de trabajo. La propia inercia térmica del edificio mantendrá el ambiente a una temperatura adecuada durante ese tiempo.
7. Al entrar desde la calle a un espacio acondicionado se debe esperar entre 5 y 10 minutos antes de encender el aire acondicionado o aumentar la potencia del mismo. Es el tiempo que se requiere para adaptarse al nuevo entorno.
8. Usar ventiladores en lugar de aire acondicionado, se logra mejorar la sensación térmica en unos tres grados, siendo su consumo energético muy inferior al de un equipo convencional de aire acondicionado.
9. En modo refrigeración, por cada grado que disminuye la temperatura se consume un 8% más de energía.





Ventilación

1. En espacios con ventilación mecánica, evitar la apertura de ventanas y puertas de forma innecesaria, ya que el aire tratado de forma artificial ha requerido un determinado consumo de energía y habría que volverlo a atemperar.
2. Si la ventilación es mecánica, en determinadas horas al año se puede realizar “free cooling” esto es posible cuando las condiciones termohigrométricas del aire exterior permiten combatir la carga de refrigeración del interior de los espacios.
3. El “free cooling” puede realizarse instantáneamente, cuando las condiciones exteriores son favorables frente a las interiores o de forma diferida, con el “refrescamiento nocturno” que consiste en ventilar los espacios durante la noche para evacuar el calor acumulado durante el día y así poder retrasar la necesidad de que entren en servicio los sistemas de refrigeración al día siguiente.
4. Si la ventilación no se regula automáticamente en función de la ocupación, desconectar los equipos de ventilación de las zonas no ocupadas.
5. A la hora de proponer o licitar reformas o ampliaciones se debe tener en cuenta sistemas que optimicen el consumo energético en ventilación, tales como equipos de caudal variable en función de la concentración de CO₂, recuperadores de calor de alta eficacia y sistemas con capacidad de free cooling, tanto instantánea como de forma diferida.
6. Normalmente, un edificio con una instalación centralizada de refrigeración dispondrá de ventilación mecánica, mientras que una instalación no centralizada de refrigeración generalmente obligará a realizar la ventilación de forma natural.
7. La ventilación mecánica permite garantizar la calidad de aire interior de forma mucho más efectiva y constante que la ventilación natural, además la ventilación mecánica puede controlar y optimizar el gasto energético, mientras que con ventilación natural es más difícil evitar caer en el despilfarro de energía.

Agua Caliente Sanitaria

1. Calentar agua con biomasa puede suponer, además de una reducción prácticamente total de las emisiones contaminantes, reducir el coste de combustible más de 3 veces (en relación al kWh de electricidad).
2. Calentar agua con energía solar añade al ahorro ambiental un ahorro económico en combustible que puede suponer hasta un 70%.
3. En las duchas colectivas se recomienda instalar pulsadores temporizados, estos dispositivos reducen el consumo de agua por cada persona que hace uso de las duchas y además evita que se queden los grifos abiertos por error u olvido.
4. Emplear difusores en duchas y griferías para evitar caudales excesivos que no aportan un mejor servicio y disparan el consumo de agua.
5. Revisar y mantener las redes de distribución y recirculación, asegurándose de que no hay fugas y que los aislamientos están siempre en buen estado.
6. Aunque un sistema de calentamiento eléctrico al paso o instantáneo sólo consume electricidad en el momento de la demanda, requiere de un incremento de la potencia contratada en el suministro eléctrico, lo que supone un aumento de los costes fijos de la factura.
7. Sustituir un sistema de calentamiento de ACS mediante efecto joule por una bomba de calor aerotérmica, el ahorro en electricidad puede ser del 70%.
8. Una red de recirculación / distribución de ACS mal aislada puede suponer que las pérdidas de energía térmica sean del mismo orden o incluso mayores que la energía térmica útil suministrada con el ACS.



Instalaciones Eléctricas, Iluminación y Equipos Informáticos

1. Aprovechar la luz natural siempre que sea posible para iluminar el entorno de trabajo; se consigue, además de ahorrar energía, un ambiente más confortable.
2. Reorganizar las mesas y el resto de mobiliario para aprovechar la iluminación natural y artificial.
3. Pensar antes de encender una luz si realmente es necesario. No dejar luces encendidas de forma innecesaria en aseos, almacenes, archivos o pasillos.
4. Instalar temporizadores y detectores de presencia en estancias de poco uso, como pasillos poco transitados y aseos.
5. Mantener en buen estado los equipos con los que se trabaja habitualmente y avisar al personal responsable de mantenimiento cuando se produzca algún fallo que pueda ocasionar un despilfarro energético.
6. Intentar adquirir y emplear equipos ofimáticos de alta eficiencia energética.
7. Intentar adquirir y emplear equipos ofimáticos de factor de potencia elevado y con fuentes de alimentación universales.
8. Conocer la distorsión armónica de la instalación y emplear mecanismos para su reducción.
9. Conectar los equipos ofimáticos que puedan generar consumos fantasmas a una base de conexión múltiple con interruptor, para apagarla cuando no se utilicen.
10. Apagar el ordenador cuando no se vaya a utilizar en períodos superiores a una hora. También se puede utilizar el sistema inactivo o modo de hibernación pues, tras el reinicio, el sistema retorna a la situación previa al apagado.
11. Desconectar la pantalla del ordenador para pausas cortas o bien configurar el apagado automático del monitor.



12. Evitar ajustes de brillo excesivo en pantallas.

- Se recomienda configurar:
 - a. El salvapantallas como 'pantalla en negro'. Pues es el que menos energía consume.
 - b. El modo 'ahorro de energía', que posibilita al ordenador estar en estado de reposo o bajo consumo.

13. Apagar la impresora cuando no se use (suele estar inactiva el 80% del tiempo que está encendida) y tratar de agrupar los documentos a imprimir. De este modo, la impresora no se calentará y enfriará muchas veces.

14. Estudiar la necesidad de utilizar sistemas de almacenamiento de energía como respaldo para cortes en la red.

15. Una lámpara LED puede llegar a suponer un ahorro del 90% sobre una lámpara incandescente y durar hasta 25 veces más.

16. Cada hora de luz natural al día que se aproveche en una sala de 100m² ahorra más de 220 kWh anuales, evitando unas emisiones a la atmósfera de 63 kg/año de dióxido de carbono, el equivalente a la emisión generada por 14 vehículos en un día.

17. Una impresora de tamaño medio que se quede en modo ahorro, sin apagar fuera del horario laboral, consume anualmente unos 600 kWh, lo que supone la emisión a la atmósfera de unos 170 kilos de dióxido de carbono al año. Lo mismo que consumiría si funciona 3 horas al día durante la jornada de trabajo.

18. Apagando el ordenador al terminar la jornada laboral, en vez de dejarlo en modo reposo, se evita la emisión a la atmósfera de 34 kg de dióxido de carbono al año, el equivalente a las emisiones de ocho coches durante un día.

Autoconsumo Eléctrico

- 1.** Incorporar autoconsumo fotovoltaico siempre que sea posible. En la mayor parte de la región SUDOE, gracias al alto número de horas de sol al año, el autoconsumo instantáneo, no solo es una energía sostenible libre de emisiones, sino que es la forma más económica de generar electricidad.
- 2.** Estudiar el potencial eólico existente en cada emplazamiento. Algunas zonas de la región SUDOE disponen de muchas horas anuales de viento, las turbinas minieólicas pueden adaptarse a entornos urbanos y su producción puede complementarse con la fotovoltaica.
- 3.** Considerar sistemas de almacenamiento para alcanzar mayores porcentajes de autoconsumo y dotar de respaldo a edificios con cargas críticas. El almacenamiento en baterías permite acumular parte de la generación para ser empleada algunas horas o pocos días después, sin embargo, no resulta viable para almacenar excedentes estacionales (del verano al invierno, por ejemplo). Para lograr eso es necesario recurrir a otras tecnologías como el H2 que aún necesitan de cierto desarrollo para su completa comercialización y que han igualmente objeto de análisis en el proyecto IMPROVEMENT.





**Diccionario
energético**

Diccionario energético

- **BIOECONOMÍA:** Modelo económico que pretende procurar un crecimiento sostenible abordando de manera transversal, multidisciplinar y multisectorial, las soluciones a los retos de la sociedad actual, garantizando una explotación sostenible de los recursos, mitigando los efectos negativos sobre el clima, evitando la pérdida de biodiversidad y fomentando el uso de energías renovables con reducción de la dependencia de combustibles fósiles y la obtención de nuevos productos con valor añadido, bien destinados a la alimentación o a otros usos.
- **CAMBIO CLIMÁTICO:** Es la variación global del clima de la Tierra, debida principalmente a la acción del hombre, que se manifiesta sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc, a muy diversas escalas de tiempo. Existe un consenso científico, en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo energético está generando una alteración climática global, que está provocando, a su vez, serios impactos tanto sobre la tierra (mares, suelo, biodiversidad, precipitaciones, etc.) y como consecuencia, sobre los sistemas socioeconómicos. En promedio, la temperatura ha aumentado aproximadamente 0,6°C en el siglo XX y el nivel del mar ha crecido de 10 a 12 centímetros y los investigadores consideran que esto se debe a la expansión de océanos, cada vez más calientes.
- **DESCARBONIZACIÓN:** En términos ambientales, la descarbonización es el proceso mediante el cual se elimina el dióxido de carbono emitido por las diferentes actividades que se realizan a nivel planetario, principalmente los relacionados con las actividades humanas, y más en concreto con las energéticas. La “descarbonización de la economía”, expresión muy utilizada en la actualidad, se refiere a las actuaciones que se llevan a cabo para que las actividades económicas reduzcan lo máximo posible sus emisiones de CO₂.
- **EFFECTO INVERNADERO:** Se denomina así al fenómeno que ocurre en la tierra cuando la energía en forma de radiación procedente del sol que atraviesa la atmósfera va creciendo en comparación con la que posteriormente sale de ella. Como consecuencia de este fenómeno, la tierra se calienta por encima de la temperatura que se considera idónea para mantener las condiciones adecuadas para la vida en el planeta.
- **ENERGÍA:** Un cuerpo o un sistema posee energía cuando es capaz de realizar un trabajo. Las unidades más empleadas para expresar la energía son el kilovatio hora (kWh), el Julio (J) y la kilocaloría (kcal).
- **ENERGÍA DE LA BIOMASA:** Se denomina biomasa a la materia orgánica que se puede aprovechar como combustible. Esta biomasa puede proceder de residuos agrícolas, ganaderos o pesqueros, de residuos forestales, e incluso se puede extraer de la parte orgánica de los residuos industriales y municipales (EDAR y vertederos). La biomasa puede utilizarse directamente para usos térmicos o también en centrales para obtener energía eléctrica. En Andalucía disponemos de un importante recurso que es la biomasa procedente del sector del olivar: poda de olivo, hueso de aceituna y orujillo, que se utiliza para ambas aplicaciones.
- **ENERGÍA GEOTÉRMICA:** Es la energía que se extrae del calor acumulado en el interior de la tierra. El subsuelo es una fuente de energía inagotable y limpia, que cuya temperatura aumenta a medida que profundizamos hacia el interior. Según la zona geográfica, la temperatura es diferente y su intensidad determina el posible aprovechamiento energético, si es menor temperatura, para usos térmicos y si el rango de temperaturas es mayor, para generar electricidad.
- **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA:** Aprovecha la energía solar mediante un dispositivo electrónico (módulo solar fotovoltaico) y la convierte en energía eléctrica. Una de las posibilidades que ofrece la energía solar fotovoltaica de pequeña potencia, para los consumidores (hogares, pymes, administración, etc.) es generar su propia energía eléctrica (denominado autoconsumo) en lugar de consumirla de la red.
- **ENERGÍA SOLAR PASIVA:** Aprovecha el calor del sol sin ningún dispositivo ni mecanismo móvil, sino simplemente sacando provecho de las orientaciones y las inercias térmicas de los paramentos del edificio.
- **ENERGÍA SOLAR TÉRMICA:** Aprovecha la energía recibida del sol para calentar un líquido en el interior de un dispositivo denominado panel solar térmico. Esta energía puede utilizarse para producir agua caliente (por ejemplo, en viviendas), calefacción en edificios y piscinas, o calor para aplicaciones industriales (agua caliente o vapor que se precise en procesos industriales).

- ▶ **ENERGÍA SOLAR:** Es la energía obtenida directamente del sol, ya sea directamente en forma de calor (energía solar térmica) o transformada en electricidad (energía solar fotovoltaica y energía solar termoeléctrica).
- ▶ **ENERGÍA TÉRMICA CON BIOMASA:** El uso directo de biomasa como combustible en calderas, estufas, hornos o chimeneas para producir agua caliente, climatización (frío y calor), calor para procesos industriales. Ejemplo: madera y hueso de aceituna en estufas domésticas, orujillo y hueso para generar calor en industrias (por ejemplo en las almazaras se genera con hueso de aceituna).
- ▶ **FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA:** Se denominan así a las formas de energía que se reproducen y renuevan temporalmente en la naturaleza, con periodos predeterminados. Todas estas energías tienen su origen en el sol, de manera que se pueden considerar inagotables a escala humana. En este caso, se incluyen la energía solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa, la procedente del mar (fundamentalmente de mareas, olas y corrientes marinas), la geotermia y la energía contenida en el aire.
- ▶ **GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI):** Son los gases que se acumulan en la atmósfera terrestre y que dan lugar al efecto invernadero. Los GEI son gases más permeables a la radiación que entra en la tierra procedente del sol, que a la radiación que vuelve al espacio, por lo que el constante incremento de su concentración en la atmósfera hace que la temperatura en la tierra se incremente. Los GEI son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), el vapor de agua, el ozono y determinados gases que contienen flúor. El dióxido de carbono es el GEI más abundante y se produce en cualquier combustión en la que intervienen energías de origen fósil.
- ▶ **HIDRÓGENO VERDE:** Hidrógeno producido mediante energías renovables que puede emplearse para almacenar y/o transportar energía (vector energético) ofreciendo una solución para acoplar la producción renovable con el consumo.

Las energías renovables, aparte de ser virtualmente inagotables, emplean recursos locales que no hay que comprar fuera -como el petróleo o el gas natural-, no producen emisiones contaminantes (dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y de azufre, partículas) en su generación (excepto la biomasa, aunque ésta mantiene un saldo nulo en CO₂, pues la función fotosintética compensa las emisiones de su combustión), generan más puestos de trabajo que las convencionales y son tecnológicamente sencillas y fáciles de asimilar (Andalucía y España son líderes tecnológicos mundiales en muchas de estas energías).

- ▶ **MATERIAL DE CAMBIO DE FASE:** Se emplean para aumentar la capacidad de almacenamiento térmico, aprovechando el calor latente asociado al cambio de fase. Generalmente son sustancias que cambian de fase sólida a líquida en el intervalo de temperatura a la que se desea almacenar el calor. Un ejemplo simple de material de cambio de fase sería la acumulación de hielo (producir hielo en un depósito para aprovecharlo posteriormente para producir aire acondicionado) pero existen múltiples soluciones con diferentes sustancias generalmente orgánicas que se adaptan a otros rangos térmicos (40-50 °C , 60-70 ° C...).
- ▶ **MURO TROMBE:** Técnica de aprovechamiento solar pasivo, consistente en colocar un vidrio frente a un muro opaco de cierta inercia térmica, tal como un muro de fábrica de ladrillo o un muro de hormigón. El vidrio genera un efecto invernadero que aumenta el calor solar captado por el muro, el cual al calentarse permite, gracias a su inercia, aportar calor al interior del edificio incluso varias horas después de haber cesado la incidencia solar sobre dicho paramento. Se suele complementar con rejillas de ventilación que comunican el interior con el espacio entre el vidrio y el muro. Las rejillas se colocan en la parte inferior y en la parte superior del muro, gestionándose sus cierres y aperturas para favorecer la entrada del aire caliente al interior o impedirlo, según necesidades.
- ▶ **POTENCIA:** Es la variación de la energía con el tiempo. La unidad de potencia es el vatio (W), que equivale a 1 J/s. Los múltiplos del vatio son también muy usados (1 kWh = 1.000 W).
- ▶ **VEHÍCULO ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS:** Los vehículos híbridos (motor convencional, más batería eléctrica que se recarga con la frenada o con la red eléctrica si disponen de enchufe de recarga) están ya arraigados en el mercado, mientras que los vehículos eléctricos empiezan a ser una opción viable en la actualidad. El rendimiento de un vehículo eléctrico (desde el enchufe a la rueda) es unas tres veces mayor que uno térmico (motor de combustión, desde el depósito a la rueda), mientras que el rendimiento global (desde el pozo de petróleo o la planta de generación eléctrica a la rueda) aumenta desde un 20% del vehículo convencional, a un 30% en el caso del vehículo eléctrico. Con esto, las emisiones contaminantes se reducen, además de una mayor reducción de emisiones, cuanto mayor aportación de energías renovables en el mix de generación.

