



## Guía formativa para áreas industriales



## CONTENIDO

1.	Introducción .....	3
1.1.	Buenas prácticas con el agua .....	4
1.2.	Buenas prácticas en las compras .....	5
1.3.	Buenas prácticas en procesos y almacenamiento .....	7
1.4.	Buenas prácticas en mantenimiento y limpieza .....	8
1.5.	Buenas prácticas en el transporte .....	9
1.6.	Buenas prácticas para los trabajadores .....	10
1.7.	Buenas prácticas con los clientes .....	11
2.	Soluciones industriales .....	12
2.1.	Consejos para el acondicionamiento térmico .....	12
2.1.1.	Aislamientos, protecciones constructivas y equipos .....	12
2.1.2.	Sistema de calefacción .....	13
2.1.3.	Sistema de refrigeración (aire condicionado) .....	13
2.1.4.	Refrigeración por absorción .....	14
2.2.	Consejos para la iluminación .....	15
2.2.1.	Eficiencia energética en iluminación en la industria .....	15
2.2.2.	Diseño de iluminación industrial .....	17
2.2.3.	Tipos de iluminación .....	17
2.3.	Consejos sobre equipos y maquinaria .....	18
2.3.1.	Motores de alta eficiencia .....	18
2.3.2.	Regulación de motores .....	18
2.3.3.	Calderas .....	18
2.3.4.	Compresores .....	19
2.3.5.	Hornos y secaderos .....	19
2.3.6.	Cámaras frigoríficas .....	20
2.3.7.	Consejos sobre equipos ofimáticos .....	20
2.3.8.	Consejos sobre aire comprimido .....	21
2.3.9.	Consejos sobre ventilación .....	23

## 1. Introducción

De manera general las industrias pueden optimizar sus recursos y energías mediante los siguientes puntos:

1. Reducir el consumo de materias primas, agua y energía.
2. Incrementar el control de los procesos para reducir al máximo los residuos, vertidos, emisiones, los rechazos de producción.
3. Optimizar las condiciones de los procesos: caudales, temperatura, presión, tiempos, tiempo de residencia, etc.
4. Realizar un mantenimiento preventivo que evite los derrames, fugas y accidentes.
5. Estandarizar al máximo la variedad de materiales utilizados.
6. Eliminar o reducir el uso de sustancias o materiales con características tóxicas o peligrosas en el producto final o durante su fabricación.
7. Reducir el ruido durante la fabricación.
8. Incrementar el empleo de las sustancias reciclables.
9. Mejorar la facilidad de montaje o desmontaje.
10. Procurar que las características del producto sean lo menos peligrosas posibles.
11. Utilizar menos material en la presentación del producto.
12. Negociar con el proveedor la aceptación del material sobrante.
13. Emplear envases reutilizables.
14. Optimizar espacios en los envíos y aprovechar el transporte de vuelta.

Aunque en muchos de ellas la decisión de la implementación no va ligada al ahorro energético generado, sino que se enmarcan más en aspectos relacionados con la productividad o calidad de producto, éste puede ser y de hecho llega a ser un factor clave importante a la hora de tomar una decisión de inversión. Aspectos relacionados con la energía como los costes, disponibilidades de combustibles, otros aspectos medioambientales, etc, son características de cada país o región y en muchos casos están condicionadas además por reglamentaciones particulares en las que poco o nada se puede influir.

Es en la aplicación de tecnologías horizontales donde sin duda la participación de expertos externos pueden aportar soluciones y aplicaciones novedosas y de interés, con el suficiente impacto en la reducción de los costes energéticos derivados de su aplicación, como para hacerlas verdaderamente competitivas.

- El empleo de combustibles alternativos en calderas, control de combustión, economizadores, recuperación de calores residuales, sistemas de vapor, sistemas de cogeneración (turbina de gas, turbina de vapor, ciclo combinado y motor alternativo), etc.
- Redes auxiliares de fábrica, aire comprimido, aguas.
- Utilización eficiente de la energía eléctrica, variadores de velocidad, arrancadores, factor de potencia, dimensionamiento de motores, transformadores, iluminación, etc.
- Mantenimiento predictivo basados en técnicas novedosas: análisis de vibraciones, termografía, etc.

### **1.1. Buenas prácticas con el agua**

El agua es vida y es uno de los recursos esenciales para el desarrollo y mantenimiento de la mayoría de las actividades, si bien es uno de los recursos más impactados. Es importante realizar una correcta gestión de los recursos naturales abandonando la idea de que estos son ilimitados, pues el futuro de muchas actividades empresariales, independientemente del sector al que nos refiramos: agrícola, ganadero, industrial, construcción o prestación de servicios de cualquier tipo, dependen de los recursos naturales y de la capacidad de muchos de estos de autoregenerarse.

Prácticas muy sencillas pueden aplicarse:

- Realizar una auditoría para averiguar los consumos de agua, para detectar deficiencias del sistema y para determinar cómo y dónde se puede ahorrar por procesos productivos, además de tener en cuenta la cantidad de agua utilizada en la limpieza de las instalaciones, en los aseos, las duchas y los lavabos.
- Realizar un mantenimiento preventivo con inspecciones periódicas de las tuberías, grifos, cisternas, con el objeto de detectar fugas y consumos excesivos.
- Instalar medidores de caudal, contadores, con el objeto de poder aplicar programas de minimización, de reducción de caudales en los procesos con mayor consumo.
- Instalar sistemas de reducción de caudal en las cisternas y los lavabos de los aseos.
- Examinar los sistemas de vertido de aguas residuales, tanto de aguas sanitarias, aguas negras, como de los vertidos industriales.
- Llevar a cabo programas de minimización, con el objeto no sólo de reducir caudales consumidos y por tanto vertidos, sino también con el fin de que estos caudales lleven la

menor carga contaminante posible. Esto repercute en el recibo del agua y en el de canon de saneamiento, con un ahorro considerable en ambos.

## 1.2. Buenas prácticas en las compras

El área de compras es una de las que definen el comportamiento ambiental de la empresa, en función de sus actitudes se realizarán unos impactos u otros sobre el entorno. Es imprescindible que el aprovisionamiento, sea de la magnitud que sea, sea lo más correcto posible para que la empresa mantenga un compromiso positivo con el desarrollo sostenible.

### MATERIAS PRIMAS

Las materias primas de las que depende una actividad empresarial definen el modelo de empresa y el aplicar una serie de buenas prácticas que respeten en medio ambiente benefician no sólo a éste, sino a la economía y al buen rendimiento de la empresa.

- Aplicar el criterio de racionalidad a la hora de realizar cualquier tipo de compra, evitando los excesos de compras que sólo favorecen que los materiales caduquen o se queden obsoletos y se conviertan en residuos.
- Implantar una serie de pautas en lo que respecta a calidad de los productos a comprar, evitando así materiales defectuosos, con fecha próxima a caducar, o inapropiados.
- Considerar una serie de criterios ecológicos a la hora de comprar materias primas, como posibilidad de reciclar, recuperar, menor embalaje, bajo consumo energético, menor requerimiento de agua para la mezcla, mayor facilidad de limpieza, cercanía de suministro, mayor duración, entre otros aspectos.
- Coordinarse con otras áreas de la empresa al objeto de sustituir productos peligrosos por otros que lo sean menos o que no lo sean. En caso de que no se pueda reducir la peligrosidad, se deberá asegurar que el producto en cuestión viene con la Ficha Internacional de Seguridad Química o con la hoja de seguridad y que ésta llega adecuadamente al trabajador que va a operar con dicho producto peligroso, siendo formado al respecto, al objeto de prevenir daños sobre el trabajador y el medio ambiente en caso de derrame, fuga o accidente.
- Introducir criterios ecológicos también en las oficinas y despachos, comprando papel reciclado o ecológico, usando el papel por las dos caras, agotando la tinta de los bolígrafos hasta el final, evaluando la cantidad de papel usado en los folletos de

instrucciones, en la propaganda que se realiza, en las comunicaciones internas, favoreciendo el uso del correo electrónico, para lo cual es muy útil realizar una auditoría sobre consumos internos.

- Elegir productos con etiqueta ecológica europea, o AENOR Medio Ambiente, dado que están certificados como productos que fomentan la sostenibilidad o productos que son respetuosos con el medio ambiente.

## **ENVASES Y EMBALAJES**

Los envases y embalajes provocan grandes impactos por el volumen que suponen del total del producto al que acompañan. En muchas ocasiones, la buena gestión de envases y embalajes depende de la capacidad negociadora de los encargados de las compras.

- Fomentar el uso de envases y embalajes elaborados con materiales reciclados o reciclables.
- Negociar con el proveedor el retorno de los envases, para su reutilización, así como el abastecimiento en envases de mayor volumen evitando la acumulación de pequeños recipientes para su retorno.
- Evitar comprar materias primas y productos que lleven un exceso de embalaje, y favorecer el abastecimiento de materias primas a granel, reduciendo así los residuos que se generan.
- Evitar diversificar los tipos de plásticos de los envases, a través de un mejor conocimiento de la composición de los recipientes, favoreciendo así una recogida selectiva que a su vez favorece su reciclaje.

## **EQUIPOS**

Por pequeño que sea el equipo a utilizar, un martillo neumático, una sierra eléctrica, un ordenador o una máquina de café, debemos aplicar el criterio de mayor eficiencia, de mayor calidad, tanto para el trabajo a realizar, el trabajador y el medio ambiente, por lo que existen buenas prácticas a aplicar que nos pueden ayudar a una mejor elección.

- Adquirir equipos que consuman menos energía eléctrica, menos combustibles, menos recursos naturales, que no contaminen el agua y la atmósfera, que requieran un menor mantenimiento, que generen menos residuos, que hagan menos ruido, en definitiva, que sean más respetuosos con el medio ambiente.

- Elegir los monitores de los ordenadores que llevan una etiqueta que los identifica por su bajo consumo energético.

### **1.3. Buenas prácticas en procesos y almacenamiento**

Optimizar los procesos industriales, los procedimientos y métodos de trabajo, organizar adecuadamente el almacenamiento de materias primas, de productos, de suministros, reduce las pérdidas de recursos, de tiempo y de energía, evitando la generación de residuos, vertidos y emisiones, minimizando los riesgos, tanto para la salud como para el medio ambiente. Podemos aplicar buenas prácticas al respecto que eviten los impactos negativos.

- Realizar un mantenimiento preventivo de los procesos de producción con el fin de reducir la pérdida de materias, productos y energía por fugas y/o derrames y paradas.
- Revisar la organización de la producción de forma que se reduzca la necesidad de limpieza de los equipos, y por tanto la generación de residuos y vertidos.
- Ubicar los equipos de trabajo, las máquinas, las herramientas, de modo que se minimicen los vertidos, las pérdidas y la contaminación durante el transporte de piezas y materiales.
- Utilizar bandejas de goteo y protectores de salpicaduras.
- Implantar un protocolo de seguridad en las operaciones de carga, descarga y transferencia de materiales, dado que estas tareas conllevan un riesgo de derrames y fugas.
- Comprobar el buen estado de los recipientes y envases a contener productos, ya sean sólidos o líquidos, así como su cerramiento, para evitar el derrame innecesario de los materiales.
- Etiquetar correctamente todos los productos a manipular y almacenar. En el caso de las materias y productos peligrosos se será muy estricto con su etiquetado y almacenamiento confinado, controlado por una persona suficientemente formada, facilitando espacio entre los bidones para su inspección, así como se dispondrá de un listado de dichos productos en un lugar visible del almacén.
- No abrir un nuevo envase hasta que los abiertos no estén completamente vacíos.
- Mantener los envases y contenedores que no se usen tapados o cerrados.
- Mantener en perfecto estado las áreas de almacenamiento, de forma que los materiales no se queden a la intemperie, expuestos a las inclemencias del tiempo, a temperaturas extremas, favoreciendo que se estropeen, y se generen residuos innecesarios.

- Instalar en los tanques de almacenamiento sistemas de alarma de rebose, al objeto de impedir un excesivo almacenamiento y un derrame de los productos.
- Redactar un plan de emergencia en previsión de un accidente grave, al objeto de minimizar las emisiones y vertidos que se pudieran ocasionar.

#### **1.4. Buenas prácticas en mantenimiento y limpieza**

Las buenas prácticas en las operaciones de mantenimiento evitan derrames innecesarios, fugas de energía, emisiones de polvo a la atmósfera, incidentes que pueden convertirse en accidentes con el consiguiente riesgo. Por otra parte, aplicar buenas prácticas medioambientales a la hora de realizar las operaciones de limpieza también ayuda a minimizar, cuantitativamente y cualitativamente los residuos y vertidos que se generan. Así pues, recogemos a continuación una serie de actuaciones al respecto.

- Utilizar bandejas de goteo y protectores de salpicaduras a la hora de realizar cualquier operación de mantenimiento que pueda provocar un derrame de productos.
- Redactar protocolos de mantenimiento para la actuación con productos peligrosos, mezclas de los mismos, evitando la generación de residuos innecesarios que luego la empresa debe gestionar, con el consiguiente coste adicional.
- Formar adecuadamente al personal de mantenimiento con relación a todas las máquinas, herramientas y equipos en general con los que tiene que trabajar habitualmente. De la misma forma que recibirá formación respecto a la segregación de los residuos y el vertido de sustancias contaminantes.
- Limpiar los equipos con sistemas basados en los sprays, aire comprimido o agua a elevada presión. De la misma forma que se debe tener la costumbre de realizar la limpieza inmediatamente después del uso del equipo, la máquina o la herramienta, al objeto de evitar que la suciedad se reseque y se deban utilizar otros métodos más agresivos (como inmersión en disolventes durante tiempo prolongado) y que generan más residuos y más peligrosos. También se deben evitar los vertidos a los desagües
- Introducir en las órdenes/hojas de trabajo instrucciones sobre el correcto orden del puesto de trabajo, la menor generación de suciedad y residuos, la optimización de los materiales, al objeto de que la operación de limpieza sea lo más reducida posible. Como dice el refrán “No es más limpio el que más limpia, sino el que menos ensucia”.
- Realizar una formación específica para el personal de limpieza de forma que conozcan los productos que manipulan, la interpretación de las etiquetas, las posibilidades de



mezcla de diferentes productos, la sustitución de productos peligrosos por otros que lo son menos o que no lo son.

- Aplicar las menores cantidades recomendadas por el fabricante de productos de limpieza, al objeto de consumir lo menos posible y también de minimizar la contaminación de los vertidos que se producen por su uso.
- Concienciar a los trabajadores de la limpieza para que minimicen el consumo de agua en sus tareas habituales, y en la medida de lo posible introducir sistemas para la limpieza de las instalaciones industriales como barredoras.

### **1.5. Buenas prácticas en el transporte**

El transporte constituye una de las actividades que más contribuyen al efecto invernadero, bien como actividad secundaria de la empresa, bien como actividad principal, a través de los gases contaminantes que se generan en los motores al quemar los combustibles fósiles. El hecho de aplicar buenas prácticas puede reducir considerablemente estos efectos.

- Realizar un mantenimiento preventivo de los vehículos de la empresa, tanto vehículos sencillos (automóviles, motocicletas, carretillas) como de gran capacidad (camiones, autobuses). Utilizar aceites lubricantes de buena calidad que favorecen un mejor rendimiento del vehículo, un menor consumo, así como una mayor duración del motor; mantener los filtros limpios evitando la obstrucción de los mismos; cumplir los plazos de revisión de niveles y otros sistemas indicados por el fabricante.
- Realizar las tareas de mantenimiento de vehículos lugares acondicionados y/o locales autorizados, al objeto de que los aceites y otros líquidos y residuos se recojan y gestionen adecuadamente.
- Estudiar las rutas de los vehículos al objeto de optimizar los recorridos, evitando desplazamientos innecesarios, con en el consiguiente ahorro de tiempo y de combustible. El estudio logístico previo es muy importante.
- Formar adecuadamente a los conductores de vehículos para que realicen una conducción económica, aprovechando al máximo la energía: las ventanillas deben evitarse bajar, sobre todo a altas velocidades ya que “frenan” el vehículo, el aire acondicionado se graduará a un temperatura de confort de 24-25º C, los frenazos y los acelerones fuertes también hay que evitarlos dado que suponen una pérdida de energía innecesaria, controlar la velocidad máxima pues el ahorro puede ser considerable llegando a un 20% de ir a 120 Km/hr a ir a 90 Km/hr.

- Favorecer la movilidad del trabajador a su centro de trabajo, sin necesidad del vehículo privado, ofreciéndole servicio de transporte en autobús de empresa, autobús del polígono, posibilidad de compartir vehículo con compañeros de trabajo, horarios de autobuses urbanos.
- Transportar las cargas en camiones cerrados o cubiertas con un toldo, de forma que no se pierda dicha carga. De la misma forma que deben ir bien distribuidas y sujetas en el interior del vehículo, evitando así derrames y fugas.
- Cumplir la normativa de transporte de sustancias peligrosas por carretera evitando así accidentes innecesarios, vertidos o derrames peligrosos al medio ambiente.
- Gestionar adecuadamente las baterías de los vehículos a través de gestores autorizados, realizando así un control adecuado de residuos peligrosos.
- Utilizar neumáticos de larga duración, que al mismo tiempo realizan una menor fricción con el asfalto y por tanto permiten ahorrar combustible hasta un 5%. Llevar en adecuado estado de presión y equilibrado los neumáticos, evitando así accidentes, un consumo por encima de la media y su rápido deterioro.
- Depositar los neumáticos en talleres autorizados o lugares donde se puedan reciclar. El reciclado de neumáticos permite fabricar pantallas anti-ruídos, material para parques y jardines, materiales básicos para zonas de recreo infantiles, aislantes, cintas transportadoras, entre otros muchos productos.

### **1.6. Buenas prácticas para los trabajadores**

Los trabajadores son los agentes más activos para la implantación de las buenas prácticas, dado que la mayoría de las veces ellos mismos son los primeros que detectan la necesidad de un cambio hacia un comportamiento más respetuoso con el medio ambiente. Es importante aprovechar la experiencia que los trabajadores tienen a la hora de aplicar las buenas prácticas.

- Formación adecuada de todos los trabajadores, tanto a nivel individual en su puesto de trabajo y en función de las tareas atribuidas, como a nivel global, en relación con su actitud frente a cualquier práctica medioambiental general que se aplique en el centro de trabajo.
- Instalar un buzón de sugerencias que pueda recoger todas aquellas ideas que los trabajadores tengan para mejorar procesos, procedimientos de trabajo, comportamientos y que supongan ahorro, reducción de la contaminación, entre otros

muchos aspectos. No se debe olvidar que la experiencia de los trabajadores es el mejor valor añadido que tienen las empresas.

- Concienciar a todos los trabajadores de la necesidad de implicarse en las prácticas habituales de uso racional de agua, de papel, de energía, de vehículos, como buenas prácticas de minimización en el uso de recursos naturales que pueden extenderse a su habitual modo de vida.
- Acostumbrar a todos los trabajadores a leer las órdenes de trabajo, al mismo tiempo que se les habitúa a preguntar sobre cualquier duda, principalmente si tienen que ver con la aplicación de productos peligrosos, su mezcla, su almacenamiento, la segregación de residuos, su gestión, esto prevendrá la generación de accidentes y los costes consiguientes.
- Realizar periódicamente reuniones con los jefes de equipo sobre el estado de aplicación de las buenas prácticas, esto favorecerá la determinación y la evaluación de los indicadores.
- Fomentar la participación de los trabajadores en los temas de gestión medioambiental de la empresa a través de los Delegados de Medio Ambiente (o en su defecto Delegados de Prevención), como representantes e interlocutores de los trabajadores ante los representantes de la empresa.
- Negociar la creación de un Comité de Medio Ambiente, participado por la empresa y los trabajadores, donde se debatan las Buenas Prácticas Medioambientales y su aplicación con la colaboración de todas las partes.

### **1.7. Buenas prácticas con los clientes**

Los clientes son los últimos receptores de las actividades empresariales, por lo tanto el transmitir que las actividades se llevan a cabo con el menor impacto medioambiental supone un valor que sitúa a la empresa, en competitividad, en calidad, en imagen, en respeto al entorno, en sostenibilidad, por encima de otras similares que no aplican estas prácticas.

- Fomentar la información a los clientes y usuarios, favoreciendo así su colaboración a la hora de alcanzar los objetivos planteados. Los catálogos de la empresa y folletos publicitarios deben recoger información sobre los símbolos relacionados con los productos respetuosos con el medio ambiente (etiquetas ecológicas, eficiencia energética, símbolos de reciclable, punto verde, comercio justo).

- Trasladar a los trabajadores y empleados el hecho de que los clientes son conscientes de que la empresa aplica buenas prácticas, favoreciendo su mayor implicación.
- Realizar publicidad sobre el respeto al medio ambiente que no sea engañosa, presentado objetivos y resultados y beneficios sobre el entorno, la salud y los recursos naturales. Esta publicidad puede hacerse dentro de las instalaciones de la propia empresa (carteles, folletos, pegatinas).
- Ofrecer a los clientes las oportunidades para colaborar con el mantenimiento y la conservación del medio ambiente, de forma que cuando utilicen las instalaciones de la empresa que da el servicio colaboren en las tareas de minimización de residuos, vertidos o emisiones.
- Ubicar un buzón de sugerencias en un lugar visible, de forma que los clientes y usuarios puedan realizar sus aportaciones y sugerir para mejorar el comportamiento medioambiental de la empresa.
- Etiquetar adecuadamente los productos con información suficiente para que los clientes conozcan las fechas de caducidad, evitando la generación innecesaria de residuos.
- Informar a los usuarios de los periodos de mantenimiento preventivos al objeto de que se haga un buen uso de los productos y se produzca el menor número de averías, de fugas, de derrames o de residuos y emisiones.

## **2. Soluciones industriales**

### **2.1. Consejos para el acondicionamiento térmico**

#### **2.1.1. Aislamientos, protecciones constructivas y equipos**

- Es necesario un buen aislamiento, tanto en muros y paredes como en techo y suelo.
- Utilización de protecciones para disminuir el grado de insolación en verano.
- Accesos adecuados a las dimensiones necesarias, adecuar las puertas y ventanas.
- Asegurar la hermeticidad de los cerramientos.
- Una forma correcta de gestión de la climatización es disponer de equipos centralizados y con programas igualmente centralizados de encendido y apagado en función de los planes y/o horarios de producción y presencia del personal. Es conveniente que las temperaturas de consigna se fijen desde ese punto. Evitar la proliferación de equipos de climatización de forma individual.

- Buscar diseño de planta dónde los puntos más sensibles a la temperatura estén en cara norte, como salas de compresores, centros de proceso de datos,..
- Colocar dobles puertas rápidas a las salidas de planta para garantizar que el tráfico de carretillas no altera las condiciones de climatización. También es eficaz las cortinas de aire, si bien estas tienen un consumo adicional.
- Disponer de paneles prefabricados aislados en paredes y forjados.
- La colocación de variadores de velocidad en los ventiladores.
- La alternativa a la extracción de masas de aire caliente con ventilación forzada es la utilización de exutorios de cubierta. Ventanas insertados en la cubierta con accionamiento de apertura para la salida de humos o aire. Es necesario garantizar entradas de aire desde nivel de suelo. No es muy eficaz en momentos con bajas corrientes de aire en el exterior (“días de calma”) pero es muy eficaz para la salida de humos en caso de incendios, siendo un requisito legal en función de la carga de fuego de los edificios. No resuelve la climatización en invierno

### **2.1.2. Sistema de calefacción**

- Aproveche la luz natural, produce un ahorro en iluminación y es una fuente de calor gratuito durante el invierno.
- Establezca temperaturas de confort ajustadas a las necesidades, en invierno sería suficiente con 20/21 °C para el un taller y de 21/22 °C para una oficina.
- Revise el aislamiento y reajuste los puntos deficientes de aislamiento, tanto en los sistemas constructivos como en las calderas y depósitos.
- Aísle las tuberías que transportan el fluido calefactor.

### **2.1.3. Sistema de refrigeración (aire acondicionado)**

- Fije temperaturas de confort ajustadas a las necesidades, en verano sería suficiente con 26/27 °C para el un taller y de 24/25 °C para una oficina.
- Intente repartir correctamente el frío, evitando corrientes de aire muy frías y otras demasiado calientes.
- Limpie y revise periódicamente su sistema de aire acondicionado (cada 2 ó 3 meses) podría suponer un ahorro de entre un 3 % y un 10 % del consumo de energía utilizado para la climatización.
- Durante la noche utilice aire exterior para climatizar.
- Instale toldos exteriores para evitar en verano la insolación directa del sol.

- Instale o cambie de lugar el condensador a un sitio más fresco y mejor ventilado, donde no incida el sol.

#### **2.1.4. Refrigeración por absorción**

- El método convencional de refrigeración es con **equipos compresores**. Mediante energía mecánica se comprime un gas refrigerante. Al condensar, este gas emite el calor latente que antes, al evaporarse, había absorbido el mismo refrigerante a un nivel de temperatura inferior. Para mantener este ciclo se emplea energía mecánica, generalmente mediante energía eléctrica. Dependiendo de los costos de la electricidad, este proceso de refrigeración es muy costoso. Por otro lado, tomando en cuenta la eficiencia de las plantas termoeléctricas, solamente una tercera parte de la energía primaria es utilizada en el proceso. Además, los refrigerantes empleados hoy en día pertenecen al grupo de los fluoroclorocarbonos, que por un lado dañan la capa de ozono y por otro lado contribuyen al efecto invernadero.
- Un método alternativo de refrigeración es mediante **equipos de absorción**. En estos sistemas la energía suministrada es, en primer lugar, energía térmica. El refrigerante no es comprimido mecánicamente, sino absorbido por un líquido solvente en un proceso exotérmico y transferido a un nivel de presión superior mediante una simple bomba. La energía necesaria para aumentar la presión de un líquido mediante una bomba es despreciable en comparación con la energía necesaria para comprimir un gas en un compresor. A una presión superior, el refrigerante es evaporado desorbido del líquido solvente en un proceso endotérmico, o sea mediante calor. A partir de este punto, el proceso de refrigeración es igual al de un sistema de refrigeración por compresión. Por esto, al sistema de absorción y desorción se le denomina también "compresor térmico".
- En los sistemas de refrigeración por absorción se diferencia entre dos circuitos, el circuito del refrigerante entre compresor térmico, condensador y evaporador, y el circuito del solvente entre el absorbedor y el separador. Una ventaja notable de los sistemas de absorción es que el refrigerante no es un fluoroclorocarbono. La mezcla de refrigerante y solvente en aplicaciones de aire acondicionado y para temperaturas mayores a 0°C es agua y bromuro de litio (LiBr). En aplicaciones para temperaturas hasta -60°C es amoníaco (NH<sub>3</sub>) y agua. Hasta hoy no se han encontrado otras mezclas apropiadas para estas aplicaciones, aunque se están desarrollando sistemas de adsorción, en los que el refrigerante es absorbido en matrices sólidas de zeolitos.

- Ventajas y desventajas de las sustancias pares en sistemas de absorción
  - **Agua / Bromuro de Litio (LiBr)** Ventajas El refrigerante agua tiene una alta capacidad calorífica La solución de bromuro de litio no es volátil Las sustancias no son tóxicas ni inflamables Desventajas El sistema no puede enfriar a temperaturas menores del punto de congelación de agua El bromuro de litio es solvente en agua sólo limitadamente El vacío demanda una alta impermeabilidad del sistema.
  - **Amoniaco (NH<sub>3</sub>) / Agua** Ventajas El refrigerante amoniaco tiene una alta capacidad calorífica Aplicaciones de temperaturas muy bajas, hasta -60°C Propiedades muy buenas de transferencia de calor y masa Desventajas Presión muy alta del refrigerante (tuberías más gruesas) Volatilidad del solvente (es necesaria una rectificación) Toxicidad del amoniaco

## 2.2. Consejos para la iluminación

### 2.2.1. Eficiencia energética en iluminación en la industria

En los sectores económicos de la industria y los servicios, la iluminación corresponde a más del 5% del consumo de energía. En las oficinas y en el comercio la relación es aún mayor. En grandes empresas industriales, los gastos de energía dedicados a iluminación pueden ser mayores o menores dependiendo del tipo de producción y de su intensidad en energía. En todos los sectores es necesario una verificación de la eficiencia de la energía en las instalaciones de iluminación, ya que en casi todos los casos existe un potencial de optimización.

El método para el análisis de las posibilidades de un aumento en la eficiencia del alumbrado se basa en las maneras de procesamiento válidas para las tecnologías transversales:

- Evitar el uso innecesario del alumbrado (iluminación demasiado fuerte)
- Reducir el uso de la energía útil necesaria (mejor reflexión de la luz)
- Mejorar el nivel de eficiencia del sistema (buena regulación)
- Utilizar caudales de energía existentes (luz natural)

Las posibilidades de una reducción del consumo de energía pueden atribuirse a las fases de energía importada, energía útil y uso final. Para comprobar si se puede reducir el consumo de electricidad establecido, es necesario comprobar primero la demanda de energía real que existe. Seguidamente, se debe comprobar si la potencia de la iluminación instalada corresponde a la iluminación necesaria o si por el contrario está sobredimensionada. En el siguiente paso se debe comprobar si se puede disminuir la reflexión luminaria ocasionada por reflectores sucios

contribuyendo esto a una disminución de la demanda de energía eléctrica ya que se podrían emplear menos luminarias. Finalmente, el consumo de energía se puede reducir por medio de una tecnología eficiente de baja demanda de electricidad para producir el mismo nivel de iluminación (Por ejemplo se puede reducir la energía consumida de una lámpara al cambiar su sistema de encendido convencional por un balasto electrónico)

Una regulación y control adecuado de las lámparas permite que la demanda de iluminación pueda adecuarse espacialmente y temporalmente a las necesidades. De esta forma se evita que determinadas áreas se iluminen innecesariamente, en exceso, o cuando nadie esté presente.

Las lámparas transforman la electricidad en calor (pérdida) y en radiación visible (luz). El rendimiento lumínico es la medida para la evaluación de la eficiencia de una lámpara y se mide en lúmen/watt (lm/W). La mayor parte de la energía consumida por una lámpara se transforma en calor pero mientras para las lámparas incandescentes este rendimiento no supera el 5% en el caso de las fluorescentes éste se va al 25%.

Al tomar la decisión acerca del tipo de lámpara más eficiente para cada tipo de empresa, debe considerarse, además de las exigencias en el tipo de uso, la reproducción del color, el precio de adquisición y los diferentes tipos de lámparas existentes en el mercado y su efecto en el consumo de electricidad.

#### BREVES CONSEJOS PARA LA ILUMINACIÓN

- el nivel de iluminación estará determinado en función de la actividad laboral realizada en cada dependencia.
- aprovechar siempre que sea posible la luz natural, procurando que esta no produzca deslumbramientos en el trabajo, excepto en trabajos de delineación o cad.
- sustituya los tubos fluorescentes tradicionales por otros de alto rendimiento, pues obtendrá un 10 % de mayor flujo luminoso con menor consumo y mayor vida.
- los sistemas de arranque de lámparas de descarga deben de ser electrónicos para obtener un menor consumo.
- Utilice, siempre que sea posible, detectores de presencia o temporizadores en servicios, despachos individuales, almacenes interiores o pasillos con escasa presencia.
- cuando realice una sustitución de lámparas, sistemas auxiliares y luminarias intente que sean del mismo fabricante o de características semejantes. no siempre es un buen ahorro, el comprar aparatos más económicos.



- una limpieza de lámparas y luminarias programada dos veces al año, implica una reducción del 20 % en el consumo al tener que instalar menor número de lámparas.

### **2.2.2. Diseño de iluminación industrial**

- Existe una relación entre la calidad de los productos profesionales y la calidad de las instalaciones de producción
- La experiencia demuestra que una buena iluminación en las fábricas y talleres es una manera muy eficaz de incrementar tanto la productividad como la calidad.
- Una buena iluminación aumenta el confort y la seguridad del trabajador, reduce el nivel de errores y estimula al personal a mejorar su rendimiento.
- En tal sentido es relevante la cuestión de elección de lámpara y el diseño de iluminación.

### **2.2.3. Tipos de iluminación**

A. **Iluminación general.**- Provee un nivel de iluminación uniforme en toda el área de la nave industrial. Se determina principalmente por la altura disponible para el montaje de las luminarias:

- Áreas de altura baja (hasta aprox. 7 m): se selecciona usualmente fluorescentes tubulares.
- Áreas de altura media (aprox. de 7 a 12 m): fluorescentes tubulares ó lámparas de descarga de alta intensidad de fuente puntual.
- Áreas altas (por encima de 12 m): fuentes de luz puntuales.

B. **Iluminación localizada.**- Provee un nivel de iluminación específica en el puesto de trabajo.

#### **SIETE PUNTOS CLAVE PARA UNA BUENA ILUMINACIÓN INDUSTRIAL**

- **LUZ SUFICIENTE**, tener niveles adecuados de luz, según la naturaleza de la tarea visual. Mayores necesidades por: probabilidad de cometer errores es menor, motivos de seguridad, edad del trabajador.
- **ILUMINACION UNIFORME**, una iluminación general con un alto grado de uniformidad, garantiza total libertad a la hora de situar la maquinaria y los bancos de trabajo. (en cualquier punto 200 lux)
- **BUENA ILUMINACIÓN VERTICAL**, en ciertos trabajos la tarea visual está localizada en el plano vertical. Se puede recurrir a las empotradas en el techo que ofrecen una distribución asimétrica de la luz.

- FUENTES DE LUZ BIEN APANTALLADAS, en alturas de montaje bajas es fundamental, debido a que las fuentes de luz son relativamente brillantes y producen un flujo elevado en todas direcciones. Las rejillas proporcionan el apantallamiento en la dirección crítica.
- BRILLO DE EQUILIBRIO UNIFORME, una iluminación uniforme contribuye a crear una sensación de confort.
- COLOR DE LUZ AGRADABLE, lo que se necesita es una fuente con una apariencia de color agradable y un buen rendimiento de color.
- BAJO COSTO DE MANTENIMIENTO, es tan importante como la maquinaria moderna y un personal motivado. De instalar una iluminación buena y eficaz, es de sentido común que se obtendrá menores costos de energía y mantenimiento.

### **2.3. Consejos sobre equipos y maquinaria**

#### **2.3.1. Motores de alta eficiencia**

Sustitución de los motores convencionales por motores de alta eficiencia. Estos representan:

- Menor consumo a igualdad de carga.
- Más fiables y menores pérdidas.
- Más caros, pero rendimiento considerablemente mayor.
- Amortización en 2,5 años aproximadamente.

#### **2.3.2. Regulación de motores**

- Realice un mantenimiento y limpieza adecuados.
- Utilice un arranque secuencial programado.
- Reducciones en el consumo de los motores hasta de un 50 %.
- Minimizan las pérdidas en las instalaciones.
- Aumentan la vida útil del motor y de las instalaciones.

#### **2.3.3. Calderas**

- No tirar energía por la chimenea. Recuperación del calor de los gases.
- Aprovechamiento de la energía de los gases. Pre calentadores y economizadores.
- Ajuste de la mezcla aire/combustible. Combustión óptima.
- Otras pérdidas en:
  - paredes: revisar refractarios y aislamientos.
  - purgas: mejorar la calidad del agua de alimentación y recuperación del calor sensible.
- Regulación, revisión y limpieza de los componentes de la caldera.

- Sacar máximo partido al combustible utilizado y estudiar otros posibles.
- Utilización a plena carga, sino sustituir por varias calderas.
- Calderas de mejor rendimiento funcionamiento constante en régimen estacionario.
- Optimización del transporte de fluidos.

#### **2.3.4. Compresores**

- Recuperar el calor del refrigerante que utiliza el compresor (agua, aire, aceite) y utilizarlo en calentar aire o agua, mediante un intercambiador de calor.
- Localizar el compresor lo más próximo al punto de mayor demanda, la disminución de la longitud de las redes de distribución disminuye el coste de capital como el de operación.
- Utilizar la compresión de aire en varias etapas. > Evitar la operación de un compresor en vacío, mejor utilizar dos equipos de aire comprimido para que se utilicen ambos sólo en casos de una demanda punta; se evita el sobredimensionamiento de un único equipo que puede llegar a consumir hasta un 75 % de la energía necesaria para operar a plena carga.
- El aire de admisión debe tomarse del exterior porque su temperatura es más baja, por cada 4 °C de aumento en la admisión aumenta un 1 % el consumo energético.
- El preenfriamiento del aire de admisión del compresor mejora su eficiencia, generalmente se realiza mediante refrigeración y se obtiene a una temperatura de -25 °C. Puede llegar a unos ahorros de hasta un 30 % en el consumo de energía.
- El mantenimiento, de acuerdo con las instrucciones los fabricantes, no solamente preserva el rendimiento de los equipos sino también la eficiencia térmica óptima.
- Utilizar un sistema de control (por modulación, por carga, dual automático, con microprocesador, etc.) para ajustar la operación del compresor a las necesidades de la producción.
- Evitar pérdidas en las redes de distribución de aire comprimido.
- Estudiar la utilización de secadores de aire, después del compresor y antes de su distribución. Un aumento de temperatura de 40 °C las recomendadas por los fabricantes.

#### **2.3.5. Hornos y secaderos**

- Aproveche el calor de los gases. Recuperar calores residuales.
- Aislamiento adecuado.
- Analizar la posibilidad de sustitución del combustible.

- Gases de salida saturados al máximo, evitar condensación.
- Exceso de aire entre un 10 % y un 20 %.
- Recirculación parcial de los gases húmedos de salida.
- Estudiar la granulometría del producto más adecuada. Cuanto más fino, mejor se seca.
- Seque el producto en el secadero lo mínimo, antes de introducirlo mediante corrientes de aire naturales o forzadas de aire atmosférico.
- Tener en cuenta la humedad del ambiente de almacenamiento.

### **2.3.6. Cámaras frigoríficas**

- Adecuar la temperatura al producto y al tiempo de conservación.
- Elementos de control y regulación en buen estado.
- Instalación de un interruptor temporizado para el alumbrado interior.
- Mantener las puertas cerradas, sino cortinillas flexibles.
- Buen aislamiento, cierre hermético.
- Independizar las cámaras frigoríficas de los locales calefactados.
- Adosar todas las cámaras disminuye superficie de contacto exterior.
- Proteger el recinto frigorífico de la radiación solar.
- Dimensionar la instalación a las necesidades.

### **2.3.7. Consejos sobre equipos ofimáticos**

- Apague el ordenador cuando no esté trabajando con él en periodos superiores a una hora.
- Configure el modo "ahorro de energía", que posibilita al ordenador el estado de reposo o bajo consumo. Esta solución permite consumir hasta un 60 % menos de energía eléctrica.
- Si necesita un nuevo ordenador para su empresa, asegure que tenga la etiqueta de "energy star" etiquetado obligatorio para los equipos ofimáticos eficientes energéticamente, u otras etiquetas energéticas aceptadas como son: german blue angel, swiss energy 2000, nordic white swan y tco'99.
- Si compra una impresora o fotocopiadora nueva, exija que tenga el modo "ahorro de energía".

- Tanto la fotocopiadora como la impresora deben quedar apagadas durante la noche y los fines de semana, esta operación conlleva poco tiempo y sin embargo el ahorro puede ser importante.

### **2.3.8. Consejos sobre aire comprimido**

El aire comprimido está presente en un gran número de empresas ya que mejora la productividad, automatizando y acelerando la producción. Sin embargo, pocas empresas tienen en cuenta el elevado coste de su producción. Para reducirlo se pueden llevar a cabo una serie de rutinas que ayuden a mejorar la eficiencia del sistema de aire comprimido y obtener con ello un notable ahorro:

Las fugas suponen más del 40% de las pérdidas. Por ello, es imprescindible establecer un sistema para detectar fugas, de modo que éstas puedan ser reparadas inmediatamente, y tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Imponga un programa periódico de prueba de fugas.
- Es más fácil detectar fugas en los compresores durante los períodos en los que no hay demanda de aire ni ruidos en la fábrica.
- Las fugas pequeñas pueden ser detectadas con agua jabonosa.
- Compruebe todos los empalmes, conectores y mangueras flexibles.
- Compruebe el desgaste de las juntas de los cilindros operados neumáticamente.
- Identifique las tuberías redundantes, fuente potencial de fugas, y córtelas o quítelas (las válvulas aislantes por sí solas no son totalmente fiables, ya que también pueden tener fugas).

Considere la posibilidad de zonificar el sistema de aire comprimido mediante la instalación de válvulas de zona, de modo que sólo se presuricen las zonas que lo requieran. Del mismo modo, estudie si todas las zonas requieren la misma presión. Si no es así, instale válvulas de reducción de presión para suministrar baja presión a las partes que no necesiten la presión general del sistema. Reducirá el consumo y la posibilidad de fugas.

- Analice si es rentable instalar un compresor local para equipos que necesiten presiones más altas y operen períodos más largos que el resto del sistema.
- Compruebe periódicamente las trampas de agua, ya que las defectuosas suponen una pérdida continua de grandes cantidades de aire comprimido.

- Ajuste la presión de generación del aire a la mínima necesaria (la presión de generación normal es de 7 atm). Cada atmósfera de presión menos puede suponer una reducción en los costes de más del 4%. Compruebe asimismo que las herramientas neumáticas también trabajan a la presión mínima exigida.
- Analice la posibilidad de sustituir sus herramientas neumáticas por sus equivalentes eléctricas, ya que son hasta un 80% más baratas de operar.
- Si usa pistolas de soplado, compruebe que su presión es la adecuada, reduciendo la presión del sistema hasta un máximo de 2 atm. Reducirá sus costes operativos con esta medida en un 60%.
- Adecue el nivel de calidad del aire en función del trabajo desarrollado ya que, a mayor calidad, mayor consumo energético. Si necesita más de un tipo de aire en su planta, analice la conveniencia de disponer de sistemas de tratamiento y distribución separados.
- Compruebe que los compresores se paran cuando no haya demanda de aire y que no se arrancan antes de que haya necesidad de aire.
- Limpie periódicamente los filtros del aire de entrada, o cámbielos cuando sea necesario.
- Intente hacer entradas directas de aire desde el exterior (y orientadas al norte si fuera posible), ya que los compresores trabajan más eficientemente con aire frío.
- Compruebe la eficiencia y prestaciones de los secadores y controles de aire.
- Limpie periódicamente los intercambiadores de calor.
- Si dispone de válvulas de drenaje manuales para eliminar agua, sustitúyalas por automáticas, y encárguese periódicamente de su mantenimiento.
- Estudie con detalle los criterios de selección del compresor, ya que dicha elección tendrá una gran influencia sobre los futuros costes de funcionamiento.
- Busque asesoramiento técnico para analizar las diferentes posibilidades en instalaciones multicompresores, de modo que los compresores se secuencien para cumplir la demanda. Tenga en cuenta que es más eficiente operar el número mínimo de compresores a plena carga que usar más compresores a carga parcial.
- Busque asesoramiento profesional sobre la necesidad de aumentar la capacidad de almacenamiento de aire en el caso de que los depósitos de aire sean insuficientes para cubrir su consumo.
- Asesórese profesionalmente sobre el tamaño adecuado de las tuberías, ya que si éstas son demasiado estrechas se producen grandes pérdidas por fricción.

- Analice la posibilidad de instalar un sistema para recuperar el calor que genera el compresor con el fin de utilizarlo como complemento local de calefacción o para calentar agua. Tenga en cuenta que aproximadamente el 90% de la energía que utiliza el compresor se convierte en calor.
- Compruebe que los niveles de tratamiento del aire no son excesivos y adáptelos de acuerdo con las necesidades de cada equipo.
- Tenga en cuenta que los ventiladores de aire resultan mucho más económicos que los compresores para labores de baja presión.

### **2.3.9. Consejos sobre ventilación**

- Mejorar la eficiencia de los equipos que se utilizan en la ventilación, turbinas y otros elementos que impulsan el aire a partir de un motor eléctrico.
- Mejorar las condiciones de los locales para evitar la ganancia térmica (obtención de calor) tanto interior como exterior, dotándolos de ventilación inducida natural. Con una inversión inicial mayor ahorran por concepto de energía al lograr resultados idóneos en la ventilación. Se pueden buscar mejores condiciones con la orientación respecto al sol de las instalaciones.
- Desconectar todos los equipos de ventilación cuando no son necesarios (receso de las actividades) y los que no sean necesarios eventualmente.
- Reducir la carga térmica del local, apagando las luces innecesarias y cambiando de ubicación e incluso de local algunos equipos que la acentúan y admitan esos desplazamientos
- Abrir puertas y ventanas, evitar los obstáculos que impidan la circulación del aire. No bloquear el flujo de aire cargado entre puertas y ventanas.
- Reubicar los ventiladores para evitar que el volumen de aire en movimiento esté por encima de las necesidades, desconectando los que no sean necesarios.
- Velar por que se trabaje con los equipos de mayor eficiencia (si hay de baja eficiencia usarlos sólo cuando los más eficientes no dan abasto).
- Pintar con colores claros paredes (interiores y exteriores) y techos para que reflejen la radiación y almacenen poca energía (especialmente en los exteriores, donde nunca debe pintarse más allá de los colores claros).
- Sustituir motores y equipos sobredimensionados y de baja eficiencia por otros más adecuados.

- Mejorar las condiciones de aislamiento de los locales (apantallar los rayos solares directos: celosías y aleros u otros métodos similares).
- Utilizar motores con regulación de velocidad para poder variar los flujos de aire para diferentes condiciones de carga térmica del local (al menos dos pasos de velocidad).