

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Estudio de viabilidad del uso de energías renovables en una planta de fabricación de componentes aeronáuticos

Autora: Lourdes GONZÁLEZ SEGUNDO

Fecha: Junio 2008





RESUMEN DEL PROYECTO FIN DE CARRERA

“ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UNA PLANTA DE FABRICACIÓN DE COMPONENTES AERONÁUTICOS”

La energía sufre un proceso de encarecimiento progresivo, lo que unido a la cada vez mayor demanda que hacemos de ella en cualquier aspecto de nuestra vida hace que el cuidado de la eficiencia energética deba ser una de nuestras prioridades.

En el caso de la Energía Eléctrica, en el camino desde la central productora hasta su lugar de destino, se han ido acumulando pérdidas (generación, transformación, transporte, distribución, rendimientos en equipos auxiliares, luminarias y lámparas), que se estima pueden llegar a triplicar la energía consumida en origen.

Proporcionalmente, cada vez se primará más como factor de mérito la eficiencia de los sistemas de consumo energético, y no sólo por su incidencia en la rentabilidad de las instalaciones, empezando a valorarse también las características “ahorradoras” de los equipos/componentes como argumentos importantes de venta (criterios de competitividad). Pero la eficiencia energética de las instalaciones no sólo repercute favorablemente sobre el factor económico, sino que lo hace también en el medio ambiental.

En este proyecto se va a determinar la situación de consumo y uso de las distintas fuentes de energía en una empresa de fabricación de componentes aeronáuticos.

Además, permite analizar y evaluar los consumos energéticos y elaborar un plan de actuación de las medidas de corrección y mejora evaluadas energéticamente y económicamente.

Estas mejoras que se van a proponer se van a clasificar en:

a) Mejoras que no requieren inversión.

b) Mejoras que requieren inversión.

Las propuestas se evaluarán energética y económicamente para determinar la rentabilidad de las mismas.

Se ha buscado diagnosticar, analizar y evaluar los aspectos más relevantes desde el punto de vista energético y económico pero siempre teniendo en cuenta la sencillez. No todas las mejoras conllevan un gasto económico ni material. Una simple metodología de llevar la contabilidad energética ya se puede considerar una mejora, ya que nos serviría de historial para comprobar algunas anomalías en un momento dado o en el futuro.

Se consigue una mayor eficiencia de la energía generada y a su vez una mejora medioambiental con el uso de las energías renovables. La energía alternativa o energía renovable abarca una serie de fuentes energéticas que se generan de manera natural y que son prácticamente inagotables en el tiempo.

El proyecto tiene como objetivo la realización de un estudio donde se demuestre lo viable que llega a ser el uso de energías renovables en una factoría dedicada a la producción de componentes para la industria aeronáutica, realizados en fibra de carbono, aluminio o titanio. Se va a determinar la situación del consumo energético en dicha planta destinado al alumbrado, calefacción, aire acondicionado, ventilación, aire comprimido, vapor, informática, comunicaciones y restantes tecnologías (facturación eléctrica).

Desde el punto de vista energético se evaluará la eficacia del uso de las energías renovables en las instalaciones objeto de estudio y las alternativas de uso de las mismas.

Las energías renovables permiten un desarrollo sostenible, sin afectar los aspectos ambientales del aire, el agua, la tierra, los recursos naturales y la salud del hombre. Lo contrario ocurre con las energías no renovables (combustibles fósiles), que provocan entre otros, el efecto invernadero, producido durante los últimos 20 años por el 75% de las emisiones de CO₂, dañando el medio ambiente.

La utilización de las energías renovables en sus diversas formas empieza a considerarse como una opción atractiva para la producción de

energía eléctrica tanto para los productores como para los consumidores. Especialmente atractiva resulta a pequeña y a mediana escala, en zonas donde coinciden la disponibilidad tecnológica, el recurso renovable, la demanda y la estructura eléctrica. Este importante paso se está realizando debido a que se ha demostrado que, en muchos casos, los sistemas de utilización de las energías renovables resultan viables técnicamente, razonables económicamente e inevitables desde un punto de vista medioambiental.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental no podemos olvidar que la eficacia energética es el modo más simple y económico de conseguir los objetivos de reducción de las emisiones de CO₂ establecidos en relación con el cambio climático, según se recoge en distintas normativas europeas.

Luego, el plan de trabajo que se va a llevar a cabo en dicho proyecto es el siguiente:

- Obtener y recopilar la información necesaria para conocer el consumo energético en dicha planta.
- Establecer desde el punto de vista energético las posibles alternativas en cuanto al uso de energías renovables.
- Valorar cuales de las posibles alternativas son las más factibles y adecuadas.
- Seleccionar con criterios técnicos y económicos la alternativa más viable.

INDICE

1. OBJETO.....	1
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. GENERALIDADES DE LA ENERGÍA.....	4
3.1. FUENTES DE ENERGÍAS.....	4
3.1.1. ENERGÍAS NO RENOVABLES.....	5
3.1.1.1. Definición de energías no renovables.....	5
3.1.1.2. Combustibles fósiles.....	5
3.1.1.3. Energía nuclear.....	6
3.1.2. ENERGÍAS RENOVABLES.....	7
3.1.2.1. Definición de energías renovables.....	7
3.1.2.2. Antecedentes.....	7
3.1.2.3. Fuentes inagotables.....	8
3.1.2.4. Ventajas e inconvenientes.....	8
3.1.2.5. ¿Cuáles son?.....	10
3.1.3. DIFERENCIAS ENERGÍA RENOVABLES Y ENERGÍA NO RENOVABLES.....	15
3.1.4. ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN.....	17
3.1.4.1. Impacto ambiental.....	19
a. Efecto Invernadero.....	20
b. Lluvias ácidas.....	22
c. El cambio climático.....	23
d. El Protocolo de Kioto.....	24

4. EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	25
4.1. INTRODUCCIÓN.....	25
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL.....	28
4.3. DATOS GENERALES DE LA FACTORÍA.....	32
4.4. TARIFA ELÉCTRICA.....	33
4.5. CONTABILIDAD ENERGÉTICA.....	36
5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....	37
5.1. INTRODUCCIÓN.....	37
5.2. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO.....	38
5.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO EN LA FACTORÍA.....	38
5.2.1.1. Eficiencia en los sistemas de alumbrado.....	40
5.2.1.2. Eficiencia en los sistemas de aire comprimido	48
5.2.1.3. Eficiencia en los sistemas de climatización.....	50
5.2.1.4. Eficiencia en los sistemas de acondicionamiento de aire.....	51
6. PROPUESTAS DE MEJORA.....	53
Iluminación.....	54
Calefacción.....	59
Aire comprimido.....	67
Edificios.....	71
Equipos.....	73

7. ENERGÍAS RENOVABLES.....	110
7.1. INTRODUCCIÓN.....	110
7.2. DISTINTAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA FACTORÍA...111	111
Energía solar térmica.....	111
Energía solar fotovoltaica.....	111
Energía eólica.....	112
7.3. ESTUDIO TEÓRICO DE LAS DISTINTAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA FACTORIA.....	113
7.3.1. ENERGÍA SOLAR.....	113
7.3.1.1. Generalidades.....	113
7.3.1.2. Ventajas y desventajas.....	116
7.3.1.3. Su aprovechamiento.....	117
○ Energía solar térmica.....	118
○ Energía solar fotovoltaica.....	134
○ Energía eólica.....	157
8. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES.....	170
8.1. DATOS DE INTERÉS.....	170
8.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	170
8.1.2. SUPERFICIE DE LAS INSTALACIONES EN LA FACTORÍA.....	170
8.1.3. BIOCLIMATOLOGÍA.....	172
8.1.4. VELOCIDAD DEL VIENTO.....	172
8.2. ESTUDIO PREVIO.....	177
8.2.1. ENERGÍA SOLAR.....	177

8.2.1.1. Térmica de baja temperatura.....	177
8.2.1.2. Fotovoltaica.....	177
8.2.2. ENERGÍA EÓLICA.....	179
8.3. SITUACIÓN ACTUAL.....	181
8.3.1. ANÁLISIS INTERNO.....	181
8.3.2. ANÁLISIS EXTERNO.....	185
9. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS.....	189
9.1. INTRODUCCIÓN.....	189
9.2. ANÁLISIS TÉCNICO.....	189
9.2.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA A BAJA TEMPERATURA <i>USO DIRECTO</i>	189
9.2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA.....	192
9.2.2.1. Sistemas aislados de energía solar fotovoltaica.....	192
9.2.2.2. Sistemas de energía solar fotovoltaica Conectados a red.....	192
9.2.2.3. Energía eólica.....	196
10. ANÁLISIS ECONÓMICO.....	203
10.1. INTRODUCCIÓN.....	203
11. PROPUESTAS FINALES.....	211
12. CONCLUSIONES.....	224

MEMORIA

1. OBJETO

En el marco del consumo energético en las últimas décadas se ha producido un incremento espectacular en el consumo de energía que ha producido que alguna de las fuentes de energía tradicionales esté cerca de su agotamiento. Este hecho, junto con la mayor contaminación medio ambiental que producen las energías convencionales, hace que se lleve a cabo un estudio sobre el asesoramiento y estudio de mejoras en el campo del ahorro y eficiencia energética.

Se va a llevar a cabo un estudio energético que permite determinar la situación del consumo y uso de las distintas fuentes de energía en una empresa.

Desde el punto de vista energético se evaluará la eficacia del uso de distintas energías renovables en una factoría dedicada a la producción de componentes para la industria aeronáutica, realizados en fibra de carbono, aluminio o titanio.

Mediante fuentes renovables ser productores de energía eléctrica en el marco energético actual, coloca a la empresa en una posición de mayor competencia desde el punto de vista económico, medioambiental y marketing.

El ahorro y la eficiencia energética deben estar orientados al estudio de las instalaciones con mayores consumos energéticos para localizar y poder mejorar su eficiencia energética.

La optimización energética de un conjunto de sistemas e instalaciones lleva aparejada una mejora en la calidad de los servicios prestados así como una mayor vida útil de los equipos, como una mayor rentabilidad de la producción.

Habría que reflejar la distribución del consumo real. Para ello se han desarrollado actividades tales como una inspección visual de las instalaciones de la planta, desde el punto de vista de su funcionamiento, regulación y control y su mantenimiento, y una campaña de medidas en planta: medidas eléctricas, auditoria de Aire comprimido, medidas de Iluminancia y temperatura.

Hay que tener conocimiento de la distribución de consumos de planta con el fin de obtener el mayor rendimiento posible de la energía, y lograr reducir el consumo de la misma sin disminuir el nivel de prestaciones.

En la línea de esta idea se plantea:

- Obtener de modo inmediato ahorros de energía que no requieran inversiones.
- Lograr posibles ahorros con inversiones rentables.
- Optimizar la calidad de las energías disponibles.
- Reducir el consumo de energía sin disminuir la producción.

2. JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen bastantes preguntas sobre cuál será la energía alternativa cuando el petróleo se extinga, algo que tiene fecha cada vez más próxima. Por otro lado el Protocolo de Kioto suscrito por España obliga a una reducción en la emisión de gases de efecto invernadero de un 8% con respecto a los niveles de 1990, por lo que resulta indispensable buscar alternativas a los combustibles fósiles. Esto ha provocado que se experimente con otras energías y se invierta para investigar sobre ellas. Entre estas alternativas se encuentran las energías renovables.

Estas energías renovables presentan una serie de características generales:

- Como recurso energético se encuentra, en general, muy distribuido en todo el planeta, lo que permite su utilización autóctona.
- Las tecnologías de conversión son, generalmente, modulares y con pequeños períodos de construcción, lo que permite su adaptación en tamaño y emplazamientos.
- Necesitan una inversión económica al inicio, aunque presentan costes bajos de funcionamiento.
- La relativa sencillez de los procesos tecnológicos asociados permite su accesibilidad a países no desarrollados tecnológicamente o bien al desarrollo regional.
- Su reducido impacto ambiental las convierte en un elemento clave con relación al efecto invernadero y las lluvias ácidas.
- Al ser un recurso no agotable, no tiene problemas de escasez.

3. GENERALIDADES DE LA ENERGÍA

¿Qué es la energía?

La energía se define de forma general como el nivel de capacidad que tiene un cuerpo para realizar un trabajo en un determinado instante. Como principio general de la naturaleza se establece que la energía ni se crea ni se destruye, solamente se transforma. En consecuencia, en todo proceso, la suma de las energías iniciales de los elementos que participan debe ser igual a la suma de los elementos resultantes del proceso. Por tanto, no tiene verdadero sentido hablar de energía consumida y, cuando así se expresa, solo se quiere decir energía utilizada para obtener otra forma de energía.

3.1. FUENTES DE ENERGÍAS

La energía se produce en diferentes fuentes y es almacenada de diferentes formas. Las fuentes se pueden clasificar en primarias o *secundarias*, según pueda obtenerse de ellos la energía directamente o sea necesario recurrir a otra fuente de energía.

La energía primaria es la que procede de fuentes naturales y que puede ser utilizada directamente ó para crear energía secundaria, como es el caso del carbón, petróleo bruto, gas natural, energía hidráulica, solar, nuclear, etc.

La energía secundaria es aquella que se obtiene a partir de fuentes naturales; gasolina, electricidad, etc. Es la energía de uso final, es decir, la que se utiliza como calor, energía química, etc.

También se clasifican las fuentes de energía en *renovables* y *no renovables*, según que su energía se siga produciendo en la actualidad y su consumo sea repuesto, o que ya no se produzca y su consumo acabe por agotar la reserva. A este segundo tipo pertenecen las reservas fósiles: petróleo, carbón y gas natural; en cambio son renovables la energía solar, la eólica, la hidráulica, la biomasa y la debida a mareas, olas y gradientes térmicos permanentes.

3.1.1. ENERGÍAS NO RENOVABLES

3.1.1.1. Definición de energías no renovables

Se denomina energía no renovable a aquellas fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o extracción viable, o la producción desde otras fuentes es demasiado pequeña como para resultar útil a corto plazo.

3.1.1.2. Combustibles fósiles

Los restos de frondosos bosques, grandes animales muertos y materia orgánica en general, como algas, esporas y plantas acuáticas, acumulados durante millones de años bajo grandes capas de tierra a altas presiones y temperaturas, fueron descomponiéndose lentamente mediante la acción de microorganismos anaerobios y han dado lugar a lo que hoy denominamos combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural. El tipo de combustible fósil formado depende de la clase de material descompuesto, de las condiciones en que se ha producido y del tiempo transcurrido.

Estas fuentes de energía fósil no son renovables, se crearon hace millones de años y su utilización lleva, antes o después, a su agotamiento. Por tanto, se hace necesario ir desarrollando tecnologías y procedimientos para utilizar otras fuentes de energía renovable.

- *Carbón*

El carbón se ha formado en medio ácido y saturado de agua, a partir principalmente de materia vegetal, dando lugar primeramente a turba, que después se transforma en carbón. Es el combustible fósil más abundante y ampliamente distribuido sobre la Tierra. Se caracteriza fundamentalmente por su contenido en azufre.

La explotación del carbón representa un múltiple y acusado impacto sobre el medio ambiente.

- *Petróleo y gas natural*

Las formaciones de petróleo y gas natural van asociadas. El material de origen es, principalmente, sedimento marino o de grandes lagos, acumulado a gran profundidad y sometido a temperatura elevada. Las condiciones de alta presión y temperatura hacen que se inicien procesos químicos de descomposición, que dan como resultado la producción de gas natural (metano) y dejan como residuo el petróleo.

3.1.1.3. Energía nuclear

La energía nuclear es aquella que resulta del aprovechamiento de la capacidad que tienen algunos isótopos de ciertos elementos químicos para experimentar reacciones nucleares y emitir energía en la transformación. Una reacción nuclear consiste en la modificación de la composición del núcleo atómico de un elemento, que muta y pasa a ser otro elemento como consecuencia del proceso.

Existen dos formas de aprovechar la energía nuclear para convertirla en calor: la fisión nuclear, en la que un núcleo atómico se subdivide en dos o más grupos de partículas, y la fusión nuclear, en la que al menos dos núcleos atómicos se unen para dar lugar a otro diferente.

Actualmente, la industria nuclear, presenta varios peligros, que por ahora no tienen una rápida solución. Estos peligros, podrían llegar a tener una gran repercusión en el medio ambiente y en los seres vivos si son liberados a la atmósfera, o vertidos sobre el medio ambiente, llegando incluso a producir la muerte, y condenar a las generaciones venideras con mutaciones... Los peligros más importantes, son entre otros, la radiación y el constante riesgo de una posible explosión nuclear.

3.1.2. ENERGÍAS RENOVABLES

3.1.2.1. Definición de Energías renovables

La energía renovable, llamada también energía alternativa o blanda, abarca una serie de fuentes energéticas que se regeneran de manera natural y de forma continua, son respetuosas con el medio ambiente y son prácticamente inagotables en el tiempo, luego su utilización es ilimitada.

3.1.2.2. Antecedentes

El inicio de las energías renovables arranca de la prehistoria, cuando el hombre aprendió a utilizar la energía del viento como propulsión de los barcos a vela. La energía hidráulica la aprovechó desde el año 1000 a. de C. usando molinos de molienda de cereales movidos por el caudal de los ríos, y en la época de Cristo y la Edad Media utilizando grandes ruedas hidráulicas o norias. La energía solar se empezó a usar a finales del siglo pasado. El primer uso documentado aparece en el siglo III antes de Cristo, durante el saqueo de Siracusa en la Segunda Guerra Púnica, en que Arquímedes utilizó grandes espejos para reflejar y concentrar los rayos solares sobre las velas de las naves romanas prendiéndoles fuego.

Más adelante aparecieron el Carbón, el Petróleo y el Gas Natural, como energías fósiles, baratas y con un alto poder energético, que inicialmente parecieron como inagotables favoreciendo un crecimiento rápido de nuestra civilización y el olvido del uso de las energías renovables. En la actualidad las $\frac{3}{4}$ partes de la energía consumida en el mundo son de origen fósil, con un claro predominio del petróleo (35%), lanzando a la atmósfera 23.440 millones de Tn anuales de dióxido de carbono (CO₂).

3.1.2.3. Fuentes inagotables

Las energías renovables son inagotables. El Sol no se va a gastar porque utilicemos su radiación para producir calor o electricidad. Otro tanto sucede con el viento: por más aerogeneradores que traten de sacar partido a su fuerza, nunca trastocarían el equilibrio térmico del planeta ni el régimen de vientos.

La realidad de los combustibles fósiles es bien distinta: lejos de ser inagotables, se están acabando y además son contaminantes. Por esta razón, es necesario buscar unas fuentes de energías alternativas.

3.1.2.4. Ventajas e inconvenientes de las energías renovables

➤ ***Ventajas***

- Las fuentes de energía renovables no producen gases de efecto invernadero ni otras emisiones, contrariamente a lo que ocurre con los combustibles, sean fósiles o renovables. Algunas fuentes renovables no emiten dióxido de carbono adicional, salvo los necesarios para su construcción y funcionamiento, y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.
- Disminuyen el desequilibrio económico entre países al no tener que depender siempre de aquellos en los que se encuentran los yacimientos de petróleo, por ejemplo.
- Su contribución al equilibrio territorial, ya que pueden instalarse en zonas rurales y aisladas, y a la disminución de la dependencia de suministros externos, ya que las energías renovables son autóctonas, mientras que los combustibles fósiles sólo se encuentran en un número limitado de países.

- Son fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente. Lo que no significa que no ocasionen efectos negativos sobre el entorno, pero éstos son infinitamente menores si los comparamos con los impactos ambientales de las energías convencionales y además son casi siempre reversibles. Según un estudio sobre los “Impactos Ambientales de la Producción de Electricidad” el impacto ambiental en la generación de la electricidad de las energías convencionales es 31 veces superior al de las energías renovables.
- Estas tecnologías son de bajo coste de operación ya que los combustibles empleados son productos de desecho o se aprovechan recursos naturales.

➤ ***Inconvenientes***

- Un inconveniente evidente de las energías renovables es su impacto visual en el ambiente local. Algunas personas odian la estética de los generadores eólicos y mencionan la conservación de la naturaleza cuando hablan de las grandes instalaciones solares eléctricas fuera de las ciudades. Sin embargo, todo el mundo encuentra encanto en la vista de los "viejos molinos a viento" que, en su tiempo, eran una muestra bien visible de la técnica disponible.

Otros intentan utilizar estas tecnologías de una manera eficaz y satisfactoria estéticamente: los captadores solares fijos pueden duplicar las barreras anti-ruido a lo largo de las autopistas, hay techos disponibles y podrían incluso ser sustituidos completamente por captadores solares, células fotovoltaicas amorfas que pueden emplearse para teñir las ventanas y producir energía, etc.

- La producción de energía eléctrica permanente exige fuentes de alimentación fiables o medios de almacenamiento (sistemas hidráulicos de almacenamiento por bomba, baterías, futuras pilas de combustible de hidrógeno, etc.). Así pues, debido al

elevado coste del almacenamiento de la energía, un pequeño sistema autónomo resulta raramente económico, excepto en situaciones aisladas, cuando la conexión a la red de energía implica costes más elevados.

- El desembolso inicial de la inversión es mayor que para sistemas convencionales, por lo que en ocasiones los plazos de amortización pueden ser prolongados. Esto está influido también por la liberación del mercado eléctrico, que al bajar el precio del Kwh aumenta los periodos de amortización.

3.1.2.5. ¿Cuáles son?

Actualmente se consideran las siguientes categorías:

- **BIOMASA**

La biomasa es el conjunto de la materia biológica renovable (madera, celulosa, carbón vegetal, etc.) cuya energía procede del Sol y que puede obtenerse en estado sólido por combustión o bien en estado líquido mediante la fermentación de azúcares, o gaseoso, a través de la descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de la materia orgánica. El proceso de aprovechamiento de la energía de la biomasa puede ser tan simple como cortar árboles y quemarlos, o tan complejo como utilizar la caña de azúcar u otros cultivos y convertir sus azúcares en combustibles líquidos.

Las tecnologías de la biomasa se pueden dividir en tres grupos:

Combustión directa

La biomasa se incinera y se recupera el calor mediante calderas gas-agua. Las diferencias con una caldera de gas o fuel-oil tradicional se presentan en el hogar, siendo el resto de la instalación muy similar. Se emplean tres sistemas de hogares:

- De parrilla. El más empleado es la parrilla inclinada móvil.
- De lecho fluidizado. Una corriente de gas facilita la combustión de la biomasa.
- Caldera adaptada. Las más apropiadas son las que originalmente empleaban carbón, por la similitud del combustible empleado.

Transformación química o gasificación

Mediante reacciones químicas y gracias a una combustión incompleta, se consigue transformar combustibles sólidos en gas pobre para su posterior incineración o empleo en motores alternativos.

El principal inconveniente para esta última aplicación es la presencia de partículas de polvo y alquitranes.

Transformación bioquímica

De escasa aplicación y pobres rendimientos. Consiste en la digestión por parte de bacterias de residuos orgánicos en atmósferas anaeróbicas.

• **EÓLICA**

Se aprovecha la energía del viento moviendo las palas de un aerogenerador.

Las instalaciones se dividen en tres grupos:

- Campos eólicos de Generación. Existen potencias de 20 W a 10.000W, aunque los más empleados son tamaños de 50W a 1.500W. El condicionante principal de estas instalaciones es la cantidad de aire en la zona donde se desee instalar, así como la "calidad" de este aire; es decir, que sea constante, no basta con que haya rachas altas. También se ha de considerar los accesos a la instalación.

- Aerogeneradores de pequeña potencia; sistemas combinados solar-eólica.
- Equipos de bombeo. Accionamiento mecánico, eléctrico.

Se pueden considerar dos tipos de instalaciones en función del fin al que se destinen:

- Campos de Generación: Destinados a generación de electricidad para su posterior distribución y venta.
- Instalaciones de apoyo y consumo: Empleados para reducir el consumo eléctrico a la compañía. También se emplean en zonas aisladas donde el coste de llevar la línea eléctrica es muy elevado instalaciones mixtas solar-eólica o diesel-eólica, asegurando de este modo el funcionamiento de la instalación aunque falle uno de los sistemas.

• **GEOTÉRMICA**

Es producida por el gradiente térmico entre la temperatura del centro de la Tierra y la de la superficie. A profundidades de 3 a 5 Km circulan corrientes de agua subterráneas junto a rocas calientes, con lo que puede aprovecharse su energía, sea en calefacción residencial, o bien inyectando agua que pasa a vapor a alta presión y mueve turbogeneradores. De escasa aplicación en nuestro país.

• **HIDRÁULICA**

Se aprovecha la energía potencial del agua de los ríos mediante presas que permiten almacenarla y descargarla a un nivel más bajo para generar energía en la planta hidroeléctrica (turbinas y generadores). En este sentido, son de aplicación en la industria las denominadas centrales mini hidráulicas con capacidad de generación de corriente eléctrica desde 200Kw hasta 5MW.

Estas instalaciones se destinan principalmente a la generación de electricidad, sin considerar el autoconsumo por parte de empresas, sobre todo

debido a la localización geográfica de los saltos en zonas de montaña principalmente.

- **OCEÁNICA** (mareas, olas, térmica y corrientes marinas).

Las mareas cuando suben permiten retener el agua en esclusas y cuando bajan, el agua puede ser liberada en forma parecida a la que se hace en las centrales hidroeléctricas. Las mareas deben ser fuertes, al menos de cinco metros de altura entre la marea alta y la baja, lo que limita la extracción de energía a unos pocos lugares del mundo.

Las olas en movimiento contienen energía (cinética y potencial), que, a través de dispositivos adecuados, puede ser aprovechada para mover turbinas y generar corriente eléctrica.

La energía térmica de los océanos aprovecha la diferencia de temperatura entre las aguas superficiales y las profundas.

Las corrientes marinas proporcionan energía con turbinas fijadas adecuadamente en el seno de la corriente.

- **SOLAR**

La energía solar se puede transformar de dos maneras:

La primera utiliza una parte del espectro magnético de la energía solar para producir *calor*. A la energía obtenida se le llama **energía solar térmica**. La transformación se realiza mediante el empleo de los colectores térmicos.

La segunda utiliza la otra parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir *electricidad*. A la energía obtenida se le llama **energía solar fotovoltaica**. La transformación se realiza por medio de módulos o paneles solares fotovoltaicos.

1. Solar Térmica

Las Centrales Térmicas Solares transforman la radiación solar en energía calorífica, bien de forma sencilla, exponiendo al Sol una superficie metálica pintada de negro que calienta el agua en contacto térmico con dicha superficie, o bien concentrando la energía solar mediante espejos parabólicos sobre tubos o depósitos de agua o aceite, que vaporizan el agua accionando una turbina que genera electricidad.

- Plantas de generación conectadas a la red. Emplean concentradores de radiación (espejos parabólicos) que consiguen generar vapor a 250°C que se aplica en turbinas. En la actualidad son plantas experimentales sin aplicación en la industria.

- Aplicaciones de baja potencia e híbridas. Consisten paneles formados por serpentines expuestos a la radiación solar, que calientan el agua o cualquier fluido térmico, que circule por ellos. Se obtienen temperaturas de 80-90°C. Se pueden emplear en sistemas de calefacción, procesos de precalentamiento, agua caliente sanitaria y calefacción de piscinas. Estos sistemas tienen una vida de más de 15 años, con un mantenimiento escaso, y alta fiabilidad.

2. Solar Fotovoltaica

Se utilizan paneles solares que están formados por elementos semiconductores. Cuando los rayos solares inciden sobre ellos se produce una excitación en sus partículas (fotones) creando una diferencia de potencial entre los dos polos de la celda, que, al ser conectados, generan una corriente eléctrica.

Está indicada en instalaciones aisladas o alejadas de las líneas eléctricas, donde el coste de una acometida es excesivo.

Podemos encontrarnos con dos tipos de instalaciones:

- Plantas de generación conectadas a la red. No muy comunes las destinadas a generación y venta. Lo que sí se emplean son instalaciones colectivas en pequeños pueblos aislados.

- Aplicaciones de baja potencia e híbridas. Más extendidas que las anteriores, muy empleadas en bombas en la agricultura, y naves aisladas. También se extiende su uso a la señalización viaria, y repetidores de telefonía móvil.

3.1.3. DIFERENCIAS ENTRE ENERGÍAS RENOVABLES Y ENERGÍAS NO RENOVABLES

La actividad humana consume mucha energía en transporte, iluminación, calefacción, refrigeración e industria, para ello se utiliza en gran parte energías no renovables o llamadas también convencionales aportada por los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural). Estos combustibles son además recursos finitos que se encuentran en vía de extinción, y por tanto se irán encareciendo con el tiempo, además de dañar el medio ambiente, polucionando la atmósfera y las aguas. En contraste, las energías renovables abarcan una serie de fuentes energéticas que se regeneran de manera natural y de forma continua, son respetuosas con el medio ambiente y son prácticamente inagotables en el tiempo, tales como la energía eólica y la solar.

El Sol es la fuente principal de las energías renovables, no sólo calienta (energía térmica y fotovoltaica) sino que también da origen a los vientos (energía eólica), evapora el agua que pasa a lluvia o nieve llenando los embalses (energía hidroeléctrica) y hacer crecer las plantas (biomasa). El Sol conjuntamente con la Luna, da origen a las mareas (energía mareomotriz), con la ayuda del viento genera las olas (energía oleomotriz), al calentar la superficie del mar produce una diferencia de temperaturas entre la superficie y el fondo (energía térmica de los océanos) y es la causa de las corrientes marinas. El hidrógeno es muy abundante en la naturaleza pero tiene gran afinidad con otros elementos (oxígeno para formar agua), de modo que no se encuentra libre y es necesario extraerlo para utilizarlo como combustible o bien para producir electricidad.

Las energías renovables permiten un desarrollo sostenible, sin afectar los aspectos ambientales del aire, el agua, la tierra, los recursos naturales y la salud del hombre. Lo contrario ocurre con las energías no renovables (combustibles fósiles), que provocan entre otros, el efecto invernadero, producido durante los últimos 20 años por el 75% de las emisiones de CO₂.

El aumento de la población mundial que será de diez billones de personas el año 2030, incrementará la necesidad de energía para continuar con el desarrollo industrial. Si esta energía es generada con combustibles fósiles, aumentará la entrada de CO₂ en la atmósfera con consecuencias predecibles de inestabilidad en el clima y dramáticas en el ecosistema mundial y con un riesgo claro del fin de la vida humana en la Tierra. Por otro lado, las personas optimistas (economistas no técnicos), piensan que la tecnología permitirá descubrir nuevos yacimientos y explotará estos recursos con un mayor rendimiento, mientras que los pesimistas (geólogos e ingenieros expertos en la materia), tienen acceso a la información real y ven que en breve plazo la humanidad irá hacia el colapso de la energía. De aquí que la única alternativa posible sea ir aumentando el uso de las energías renovables por ser prácticamente inagotables y respetar el medio ambiente.

La utilización de las energías renovables en sus diversas formas empieza a considerarse como una opción atractiva para la producción de energía eléctrica tanto para los productores como para los consumidores. Especialmente atractiva resulta a pequeña y a mediana escala, en zonas donde coinciden la disponibilidad tecnológica, el recurso renovable, la demanda y la estructura eléctrica. Este importante paso se está realizando debido a que se ha demostrado que, en muchos casos, los sistemas de utilización de las energías renovables resultan viables técnicamente, razonables económicamente e inevitables desde un punto de vista medioambiental.

En la siguiente tabla se indican las características principales de las energías renovables comparadas con las convencionales.

Fuente de energía renovable	Fuente de energía convencional
No producen emisiones de CO ₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera	Producen emisiones contaminantes
No generan residuos de difícil tratamiento	La energía nuclear genera residuos peligrosos difíciles de eliminar
Son inagotables	Los combustibles fósiles son finitos
Son autóctonas y evitan una importante factura exterior	Suponen un tremendo coste en la balanza comercial

Características principales de las energías renovables y no renovables.

3.1.4. ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN

El medio ambiente en el que vivimos está sometido a continuos y a veces, bruscos cambios debido a causas que denominamos naturales y sobre las que tenemos poco o ningún control, como son los terremotos, inundaciones, incendios forestales o erupciones volcánicas.

En la siguiente tabla se muestra una relación de los principales problemas medioambientales en relación con la fuente causante y el grupo afectado. En ella podemos apreciar que la utilización de la Energía es la principal promotora de todos los problemas de contaminación actuales, ya que salvo la disponibilidad y calidad del agua potable, relacionada con el incremento de la población y la agricultura, el resto son ocasionados por la Energía y la Industria.

PROBLEMA	FUENTE	GRUPO SOCIAL
Contaminación del aire urbano	Energía (industria y transporte)	Población urbana
Contaminación del aire dentro de las casas	Energía (cocina)	Población rural de escasos recursos
Lluvia ácida	Energía (consumo de combustibles fósiles)	Todos
Disminución de la capa ozono	Industria	Todos
Efecto invernadero y cambio climático	Energía (consumo de combustibles fósiles)	Todos
Disponibilidad y calidad de agua potable	Incremento de la población, agricultura	Todos
Degradación de las costas	Transporte y energía	Todos
Deforestación y desertificación	Incremento de la población, agricultura y energía	Población rural de escasos recursos
Residuos químicos tóxicos y peligrosos	Industria y energía nuclear	Todos

Principales problemas medioambientales y su relación con la Energía y con los grupos de población afectados.

Todo ello originado, por nuestra actual y elevada dependencia de los combustibles fósiles, en especial el petróleo, gas y carbón; económicamente baratos, pero de un alto coste para el medio ambiente. Después de estos combustibles, y a gran distancia, la mayor fuente de energía es la nuclear.

3.1.4.1. Impacto ambiental de las distintas fuentes de energía

Los impactos medioambientales que se producen por la utilización de las distintas fuentes energéticas de las que hoy disponemos y consumimos, se pueden clasificar, según su nivel de perturbación, en dos tipos:

- Impactos globales.
- Impactos locales.

Los *impactos globales* afectan a toda el Planeta y nadie está a salvo de sus consecuencias. Dentro de estos debemos de considerar las siguientes alteraciones medioambientales y sus efectos:

- El cambio climático, debido a una acentuación del efecto invernadero, que provocará una subida del nivel del mar, aumento de la desertización y difusión de enfermedades olvidadas.
- Disminución de la capa de ozono estratosférica, con un incremento en las enfermedades de piel y oftálmicas.
- Las lluvias ácidas, con la consecuente modificación del ecosistema y la destrucción de infraestructuras realizadas por el hombre y del Patrimonio de la humanidad.

Los *impactos a nivel local* son más reducidos, pero no menos significativos, ya que pueden afectar a importantes núcleos de población. Las alteraciones que producen son derivadas de la producción, consumo y transporte de las distintas fuentes de energía, contaminando la atmósfera, el agua y los suelos y generando residuos, algunos radiactivos, de difícil y costoso tratamiento y que producen graves problemas en los ecosistemas. Los principales de estos, en este nivel, son: las emisiones a la atmósfera de gases y partículas contaminantes como el SO₂, CO, NO_x (óxidos de nitrógeno), metales pesados hidrocarburos, etc. y la contaminación del agua y suelos debida a vertidos industriales de todo tipo.

Así mismo, hay que tener muy en cuenta la propia ocupación del suelo en el transporte, almacenamiento y consumo de energía, la generación de ruidos y los impactos visuales sobre el paisaje, que produce la utilización de las diversas fuentes de energía a nivel local.

a. Efecto Invernadero

A la Tierra llega una cantidad de radiación solar, de la cual aproximadamente un tercio es reflejado al espacio y el resto es absorbida por los distintos elementos del sistema climático (atmósfera, hidrosfera, litosfera, criosfera y biosfera).

Parte de esas radiaciones, emitidas y absorbidas por la Tierra, quedan retenidas de forma similar a un invernadero, es decir, absorbiendo las radiaciones que vienen del exterior, pero no dejando salir las radiaciones de su interior, por lo que se crea un ambiente más cálido dentro que fuera del invernadero.

La atmósfera a pesar de ser prácticamente transparente para las radiaciones solares (ondas cortas), no lo es para las procedentes de la Tierra (onda larga) que son absorbidas por los llamados gases de efecto invernadero, causantes del calentamiento de la atmósfera, y gracias a los cuales, la Tierra tiene una temperatura media de 15 grados frente a los -18 grados que tendría si estos gases no estuvieran presentes en la atmósfera. Cada gas invernadero actúa de manera distinta a los demás, aunque el CO₂ actúa de referente a la hora de realizar comparaciones.

a.1. Gases invernaderos

Los gases invernaderos son los responsables del efecto que estamos tratando. Algunos de estos gases son producidos de manera natural por la biosfera terrestre, mientras que otros son producto de actividades humanas.

La naturaleza produce vapor de agua, CO₂, N₂O y O₃ para regular la temperatura de la atmósfera, pero el hombre ha añadido otro tipo de gases o a modificado el nivel de los anteriores.

A continuación se detallan algunos de los gases que provocan el denominado efecto invernadero, así como su potencial de calentamiento atmosférico (GWP).

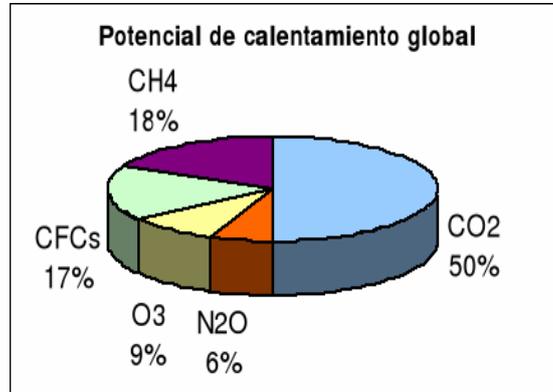
Gases invernadero	GWP
Dióxido de carbono (CO ₂)	1
Metano (CH ₄)	21
Óxido nitroso (N ₂ O)	310
HFCs	140-11.700
PFCs	6.500- 9.200
SF ₆	23.900

Gases invernaderos- GWP

De acuerdo con las cifras expresadas en la tabla siguiente una molécula de CO₂ tiene un potencial de calentamiento atmosférico de 1, frente a una molécula de SF₆ que tiene un potencial de 23.900.

A pesar del bajo potencial de calentamiento del CO₂, todas las acciones contra el Cambio Climático se centran en reducir las cantidades de este gas por que el 50% de los gases presentes en la atmósfera que están provocando el efecto invernadero, son precisamente CO₂.

Podemos ver representado en este gráfico el porcentaje de los distintos gases presentes en la atmósfera



b. Lluvias ácidas

Es una forma de contaminación atmosférica que actualmente es objeto de gran controversia debido a los extensos daños medioambientales que se le han atribuido. Se forma cuando los óxidos de azufre y nitrógeno se combinan con la humedad atmosférica para formar ácido sulfúrico y nítrico, que pueden ser arrastrados a grandes distancias de su lugar de origen antes de depositarse en forma de lluvia. Adopta también a veces la forma de nieve o niebla, o precipitarse en forma sólida.

Las lluvias ácidas caen al suelo alterando la acidez tanto del suelo como de las masas de agua. Originan una larga secuela de efectos lesivos y resultados dañosos para la salud humana y el medio ambiente.

Estos compuestos son responsables de la destrucción de la capa de ozono que nos protege de las radiaciones ultravioletas causantes del cáncer de la piel, ceguera, cambios metagénicos, pérdida de la capacidad inmunológica, etc.

c. El cambio climático

Se llama *cambio climático* a la variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera. Son debidos a causas naturales y, en los últimos siglos, también a la acción humana.

c.1. Como nos afecta el cambio climático hoy y en un futuro

- Algunos de los efectos que ya se han producido son:
 - La temperatura media global ha aumentado entre 0, 2 y 0,3 grados durante los últimos 40 años, mientras que desde el siglo XIX a nuestros días ha aumentado entre 0,3 y 0,6 grados.
 - El nivel del mar se ha elevado durante los últimos 100 años a una velocidad 10 veces mayor que en los últimos 3000 años. Para el 2100 se estima que el nivel del mar podría elevarse entre 13 y 94 cm.

- Efectos que se pueden producir:
 - Los ecosistemas propios de los climas fríos perderán terreno, como por ejemplo los glaciares y la cubierta de nieve invernal, que irán disminuyendo tanto en superficie como en permanencia.
 - Las precipitaciones también han experimentado cambios debido a los gases invernadero, ya que en el hemisferio Norte han aumentado, principalmente durante la estación cálida, mientras que en los subtropicos y en los trópicos desde África hasta Indonesia se ha producido una disminución progresiva desde 1960.
 - La agricultura también se podría ver afectada, debido a una disminución de su rendimiento y de la disponibilidad del agua para el riego en algunas regiones.

- Las especies podrían sufrir alteraciones en su distribución, llegando a producirse incluso, pérdidas de especies y ecosistemas.
- El calentamiento global puede ocasionar la aparición de vectores de enfermedades tropicales en zonas en las que no se habían dado casos anteriormente, o aumentar su frecuencia en zonas donde hasta ahora su aparición era esporádica.

d. El Protocolo de Kioto

Para luchar contra el cambio climático o, cuando menos, mitigar sus consecuencias, en 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, que establece un calendario de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en función de las emitidas por cada país. Los gases en cuestión son seis: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxidos nitroso (N_2O), carburos hidrofluorados (HFC), carburos perfluorados (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Pero el peso del CO_2 es determinante, ya que supone aproximadamente el 80% de todas las emisiones de GEI.

El objetivo del Protocolo de Kioto es conseguir reducir un 5,2% las emisiones de gases de efecto invernadero globales sobre los niveles de 1990 para el periodo 2008-2012. Este es el único mecanismo internacional para empezar a hacer frente al cambio climático y minimizar sus impactos.

4. EFICIENCIA ENERGÉTICA

4.1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es un aspecto crucial en la actualidad para la competitividad de cualquier tipo de empresa, incluyendo en este concepto de eficacia los diferentes aspectos energéticos: consumo eléctrico, de combustibles fósiles (provenientes del petróleo, carbón o gas natural) y otras fuentes de energías renovables. No obstante, antes de hablar de eficacia es necesario conocer cuál es nuestra situación en este aspecto, es decir, es necesario poder medir para controlar y poder proponer medidas de mejora.

Las auditorías son un proceso sistemático mediante el que se obtiene un conocimiento suficientemente fiable del consumo energético de la empresa para detectar los factores que afectan a dicho consumo e identificar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro en función de su rentabilidad. Las etapas típicas en las que se desarrolla una actividad de este tipo son:

- **Prediagnóstico.** Se realiza una primera vista a la instalación como toma de contacto, recabando información sobre los equipos, métodos de trabajo, protocolos de actuación, datos de tarificación y consumos energéticos (eléctricos, combustibles fósiles, energías alternativas). El objetivo de esta etapa es detectar los puntos críticos en cuanto a consumos, malas prácticas, etc. y poder establecer un plan de acción en cuanto a los períodos y puntos de toma de datos, medidas "in situ" y entrevistas con el personal.
- **Toma de datos.** Los períodos de toma de datos varían ostensiblemente dependiendo del tipo de empresa, oscilando desde días hasta un mes en función del número de equipos a auditar, tipos de instalaciones, dimensiones, etc. En cualquier caso, debe ser el suficiente para que los datos sean representativos. Es importante durante esta etapa contar con la colaboración del personal de la empresa, especialmente con el encargado de mantenimiento y el jefe de planta.

- Diagnóstico: El estudio de los datos anteriores permitirá identificar los puntos donde no se está consiguiendo un uso eficaz de la energía y establecer las medidas correctoras oportunas como sustitución de equipos, nuevos protocolos de actuación... Además de la viabilidad técnica, debe analizarse la económica, determinando inversiones, beneficios, costes y períodos de recuperación.
- Implantación y seguimiento. Una vez adoptadas las medidas propuestas, debe realizarse un seguimiento para comprobar que se están ejecutando correctamente y confirmar las mejoras y los ahorros consiguientes.

Los beneficios alcanzables son:

- Optimización del consumo energético, lo que se traduce en una importante reducción de costes.
- Aumentar el tiempo de vida de los equipos, ya que se asegura que estos trabajan en las condiciones más adecuadas, evitando sobredimensionamientos o sobrecargas.
- Mejorar la competitividad de la empresa al reducirse los costes de producción.
- Mayor respeto y conservación del medio ambiente, ya que, al no consumirse más energía que la necesaria, se disminuyen las emisiones de CO₂, tanto en la planta como en la producción de la electricidad consumida. Todo esto se traduce en una contribución a la mejora del calentamiento global y en una mejora de la imagen de la empresa al contribuir al bienestar social.

La importancia de las auditorías energéticas queda reflejada en el Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 aprobado por el Consejo de Ministros el 8 de julio de 2005 en el que dentro de las acciones prioritarias para el Sector de Industria se señalan estas actividades como prioritarias, estableciendo líneas de ayuda para su cofinanciación. Asimismo existe un programa de ayudas públicas a proyectos empresariales de eficiencia energética.

Por otro lado, desde el punto de vista ambiental no podemos olvidar que la eficacia energética es el modo más simple y económico de conseguir los objetivos de reducción de las emisiones de CO₂ establecidos en relación con el cambio climático, según se recoge en distintas normativas europeas.

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

En las instalaciones podemos distinguir varias líneas de producción:

- Chapistería
- Procesos finales
- Superplástico
- Fiber-Placement

Las líneas de chapistería, superplásticos y procesos finales por necesidades de la producción están relacionadas entre sí, y se sitúan en naves conectadas. La línea de Fiber-Placement se sitúa en una nave independiente, que a su vez está dividida en dos zonas perfectamente diferenciada.

Línea de Chapistería

En esta línea se realiza la transformación de la materia prima, recibida en placas rectangulares de aluminio y titanio en tamaños normalizados (“nesting”), siendo de diferentes aleaciones y diferentes espesores en función de la pieza a fabricar.

La materia se agrupa según el proceso o tratamiento que vayan a seguir, agrupándolas en “cassettes” para su correcta identificación dentro de los procesos a realizar para la obtención de cada tipo de pieza.

Una vez las piezas están clasificadas y ordenadas, se procede a su corte en la máquina de control numérico, recantadora CRENEAU. Para luego pasar por diferentes procesos de rebarbado y secado (en el 80% de las piezas se realiza el rebarbado).

Una vez que la pieza está cortada se procede a realizar procesos de tratamientos térmicos: recocido, temple y maduración.

En la nave existe un horno de recocido junto a la célula de recanteado, en el que se realiza el recocido propiamente dicho, a una temperatura entre 410° C y 430° C. Una vez se han calentado las piezas, se introducen en neveras y se mantienen a una temperatura de 25° C para mantener sus propiedades hasta el momento de su conformado o plegado.

Una vez realizado el recocido de las piezas se realiza el plegado o conformado de estas, en diferentes tipos de máquinas de plegado y conformado donde se utiliza un útil (molde) sometido a una presión de 700 bar durante 2 o 3 minutos.

El siguiente tratamiento térmico posterior al conformado o plegado de las piezas es el temple, para el que se dispone de dos líneas diferentes, una para piezas grandes (≤ 700 mm) y otras para pequeñas piezas. El proceso dura unos 60-65 minutos.

Para el proceso de temple las piezas se cargan en unas canastillas especiales, que se introducen en un horno de carga vertical que las calienta a unos 495° C durante el tiempo indicado. Una vez transcurrido en tiempo de calentamiento las piezas se descargan del horno directamente a un tanque de glicol a 25° C para realizar el temple. El proceso concluye con el enjuague de las piezas en una cámara, donde también se secan para su posterior descarga.

El último proceso térmico que se realiza en la línea de chapistería es el de maduración realizado en diferentes estufas en función de las piezas, en los que se mantiene las piezas entre 20 o 24 h a una temperatura que va desde los 120 a los 160° C.

Procesos finales

Una vez se ha realizado a las piezas el conformado y su correspondiente tratamiento térmico, pasan a la zona de procesos finales a la que llegan en lotes, los cuales se clasifican y se distribuyen según tamaños y tipos de tratamientos a seguir. Las piezas se preparan en bastidores especiales para la realización de los tratamientos.

Los procesos que se llevan a cabo en esta zona tienen la finalidad de transformar las superficies de las piezas de manera que resulten más

resistentes a la corrosión, así como que su apariencia sea más agradable, conseguir mayor dureza, mayor resistencia al desgaste y modifiquen la conductividad de su superficie.

Existen varios procesos finales:

- Tratamientos superficiales en baños de anodizado cromo y cromatizado.
- Línea de pintura, en la que se realiza el proceso de imprimación de las piezas para su posterior pintado final. Existen dos líneas diferenciadas una de pintura manual y otra de pintura automática, instalaciones que cuentan con túneles de secado de termoreactores de propano que acelera el proceso de secado y curado además de realizarlo de manera homogénea en todo el espesor de la pieza.
- Marcado, embalaje y expedición, este es el último proceso donde se someten a las piezas a una serie de controles y marcado de su código de identificación, para su posterior embalado y finalizar con su expedición.

Superplásticos

En este proceso se parte de las piezas de titanio ya recanteadas previamente en la zona de chapistería organizadas en paquetes de chapas.

Dichas chapas se reciben preparadas para soldar por termodifusión en zonas apropiadas y evitar la soldadura del resto mediante el uso de un proceso de serigrafía. Los paquetes de chapa preparados después de la serigrafía se sellan exteriormente mediante soldadura, al que se le añade un útil (molde) apropiado y se introducen en una prensa-horno hasta los 927° C, temperatura en la que alcanza su estado plástico. Una vez que las piezas están en estado plástico se les aplica nitruro de boro y se les insufla en su interior un gas inerte para darle forma tridimensional.

Terminado el proceso indicado y se ha enfriado la pieza, la pieza pasa a realizar varios procesos como mecanizado, eliminación de adherencias superficiales, tratamiento térmico de alivio de tensiones en un horno a 650° C.

En la zona de superplásticos se encuentra una zona para procesos finales propia de esta línea de producción, para realizar exclusivamente el tratamiento de piezas de titanio.

Fiber – Placement

En esta línea de producción se realiza la fabricación de piezas en fibra de carbono, proceso que se lleva a cabo de forma automatizada, para la obtención de piezas con las características conocidas de las fibras de carbono (menor peso, mayor resistencia y excelente comportamiento mecánico).

En la nave habilitada para la línea de Fiber-Placement, encontramos una sala aislada del resto de la nave denominada sala limpia, en la que existe un control de las condiciones de temperatura y humedad. En esta sala se realiza la fabricación de la “piel” en base a enrollamiento, sobre un molde, de “mechas” o “cintas” de fibra de carbono impregnadas de un adhesivo y una malla de bronce.

Una vez se fabrica la piel y se retira del molde, se cura en un autoclave a 180° C a una presión determinada y atmósfera controlada, a estas piezas se les añade unos rigidizadores tipo omega longitudinal y transversal. Una vez han ensamblado se procede a su recantado, un posterior curado en el autoclave y una inspección final por ultrasonidos.

4.3. DATOS GENERALES DE LA FACTORÍA

- Superficie total: 17.586 m².
- Superficie útil: 13.435 m².
La superficie en cubierta comprende los 10.600 m² y los jardines los 2.835 m².
- Índice de ocupación media: 246 personas
- N° de turnos: 3 turnos de 8 horas cada uno.
- N° de días de operación en el año: 191.
- N° de naves: 4 (Chapistería, Procesos Finales, Superplástico y Materiales Compuestos).
- Orientación: Nornoroeste (NNO) – Sursureste (SSE).

4.4. TARIFA ELÉCTRICA

A continuación se procederá a estudiar la tarifa eléctrica contratada por la empresa.

La empresa suministradora es ENDESA, S.A. Se trata de una tarifa de alta tensión de mercado liberalizado. Es un acuerdo global de todas las factorías de España de la misma sociedad con la compañía comercializadora.

Su tensión de suministro es de 15.000 V (alta tensión).

En las siguientes tablas queda reflejada la distribución anual de la tarifa en seis períodos. Los períodos son franjas horarias que la compañía suministradora establece en función de la época del año, y a cada cual les fija un precio. Por ejemplo, se considera todo el mes de Agosto con las tarifas más bajas debido a la baja producción. Lo mismo ocurre con los fines de semana y las noches durante todo el año. Podemos afirmar que los meses de mayor consumo eléctrico son Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero, debido al uso mayor de calefacción.

	PERIODO 1	PERIODO 2	PERIODO 3	PERIODO 4	PERIODO 5	PERIODO 6
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SEPTIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						

- Período 1 y 2: De lunes a viernes no festivos de temporada alta.
Período 1: 16:00 — 22:00 h
Período 2: 8:00 — 16:00 h y 22:00 — 24:00 h
- Período 3 y 4: De lunes a viernes no festivos de temporada media.
Período 3: 9:00 — 15:00 h
Período 4: 8:00 — 9:00 h y 15:00 — 24:00 h
- Período 5 (8:00 — 24:00 h): De lunes a viernes no festivos de temporada baja.
- Período 6 (0:00 — 8:00): Todos los días con independencia de la temporada y todas las horas de los sábados, domingos, festivos y Agosto.

Las tarifas más baratas corresponden a período 6 = 0,035761 €/ Kwh y período 5 = 0,056891 €/ Kwh. Luego período 4 = 0,058166 €/ Kwh y período 3 = 0,065662 €/ Kwh y por último período 2 = 0,067803 €/ Kwh y período 1 = 0,076365 €/ Kwh.

4.5. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

Posteriormente se ha realizado una contabilidad de los equipos. La contabilidad energética en la empresa tiene lugar de forma desordenada, se recopilan las facturas emitidas por la compañía eléctrica.

En el siguiente punto, se ha realizado una simple recopilación de consumos en tablas correspondientes a meses y a un año, obteniéndose así una dimensión de la factoría en lo que a consumo respecta.

5. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

5.1. INTRODUCCIÓN

El diagnóstico energético es un análisis operativo funcional de cómo consume la energía una empresa para obtener su producto o servicio final que competirá en el mercado.

Un buen diagnóstico debe identificar la problemática existente en los sistemas energéticos que conduce a un mayor consumo e ineficiencia energética así como indicar las posibles causas que la produce.

5.2. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO

Algunas de las acciones propuestas conllevan un coste de instalación. Estos costes varían dependiendo de la complejidad y de si el trabajo lo puede hacer el propio personal de la empresa, o de si es necesario subcontratarlo.

Para que la planificación de estas acciones resulte más sencilla, se ha dividido la sección en tres partes; acciones sin coste, acciones de bajo coste y otras acciones. Esquemáticamente la clasificación resulta:

- ⇒ Acciones sin coste: Acciones sin inversión. Se llevan a cabo inmediatamente.
- ⇒ Acciones de bajo Coste: Acciones con inversión. Requieren de tiempo.
- ⇒ Otras acciones: Se necesita planificación. Requieren de tiempo.

5.2.1. CONSUMO ENERGÉTICO EN LA FACTORÍA

Datos energéticos generales

1. *Energía eléctrica*

La empresa suministradora es ENDESA, S.A.

La tensión de suministro es de 15.000 V, y ésta es transformada en los Centros de Transformación a 380 VCA (voltios de corriente alterna). Se trata de seis transformadores de 2.000 KVA cada uno, distribuidos en tres centros de transformación localizados en las distintas naves.

Para la red de baja tensión se dispone también de un transformador de 630 KVA en edificios auxiliares como vigilancia, edificios de usos múltiples, vestuario y alumbrado público.

La potencia contratada es de 4.600 Kw. y su coste asciende a un total de 1.182.041,8 €/año, con un consumo anual de 16.491.111Kwh.

2. Combustibles

a) Gasoleo C

La compañía suministradora es REPSOL BUTANO.

El Gasoleo C es utilizado en unas calderas de aceite térmico, concretamente tres. Se usa como fuente de calor para los baños de tratamiento superficiales de las cadenas de aluminio y titanio.

El tiempo de funcionamiento es de 4 horas diarias y con un consumo al año de 45.020 litros.

b) Propano

La compañía suministradora es REPSOL BUTANO.

El Propano es utilizado por los termoreactores de secado y polimerización de las líneas de pintura automática y manual.

El tiempo de funcionamiento es de 8 horas diarias y con un consumo al año de 82.326 litros.

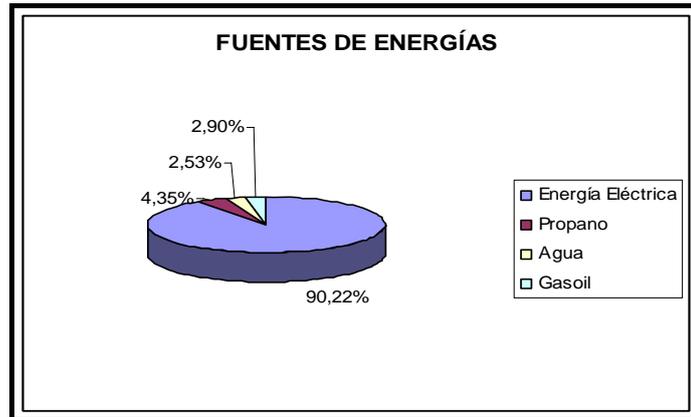
3. Otras fuentes de energía

En el edificio no existe ningún otro tipo de fuente de energía. Se hará un estudio del uso de las mismas.

El coste principal de consumo energético en la factoría se debe a la energía eléctrica.

Realizando un estudio de la importancia de las fuentes de energía que se emplean en la factoría, se obtienen los siguientes gráficos.

Los menos significativos son el gasoil, gas propano y el agua.



Claramente, mediante este gráfico, se puede ver cómo las actuaciones de ahorro y mejora han de enfocarse principalmente sobre la energía eléctrica.

Los usos de mayor consumo energético dentro de un edificio son:

- A) Alumbrado
- B) Climatización
- C) Aire Comprimido

5.2.1.1. EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE ALUMBRADO

Introducción

En la actualidad, todas las industrias se encuentran en un proceso de automatización, en todas sus áreas, con el fin de optimizar su producción y de esta manera ser más eficientes. Todo esto no podría ser posible si no contásemos con la energía eléctrica, que es la que mueve a casi todas las industrias del mundo. Además la energía eléctrica es de gran utilidad a la sociedad tanto como a la industria, ya que también nos brinda iluminación y el poder acceder a la utilización de artefactos electrodomésticos.

En la industria o la empresa, la iluminación es un factor de mucha importancia, debido a que influye en la calidad de trabajo y el desempeño de los trabajadores, por lo tanto es parte del progreso.

La iluminación representa un porcentaje importante en la factura de la electricidad.

Esta sección trata de la forma en que se ilumina el lugar de trabajo, y se muestran distintas acciones que se pueden emprender para reducir el coste de la misma. Se obtendrán ahorros al hacerse consciente de que las prácticas eficientes de iluminación contribuyen a mejorar los beneficios de la empresa.

Pocas son las empresas que invierten tiempo investigando la forma en que iluminan sus lugares de trabajo. Sin embargo, pequeños cambios pueden significar grandes mejoras en la zona de trabajo y, a la vez, ahorrar dinero.

No hay que olvidar nunca, que el personal es, por lo general, el recurso más valioso, así que hay que implicarlo completamente en los planes de ahorro.

Las acciones que se especifican en esta sección deberían formar parte de un programa global que ayude a ahorrar energía y dinero. Se pueden llevar a la práctica tantas de estas acciones como se deseen, pero hay que recordar que cuantas más se realicen, mayor será el ahorro.

Puede resultar más útil empezar con una pequeña selección de ideas con coste cero. Sin embargo, no hay que olvidar que la empresa obtendrá un mayor beneficio si estas actividades se efectúan con continuidad, y esto significa que todo el personal debe estar implicado.

Objetivos del alumbrado

Los objetivos del alumbrado en una instalación, industrial o en edificios, son entre otros los siguientes:

- Proporcionar una iluminación adecuada para que los trabajos que en él se realizan puedan efectuarse con la rapidez, seguridad y precisión deseadas.
- Contribuir a la creación de un ambiente visual agradable, cómodo y estimulante que permita conseguir unas aceptables condiciones de seguridad, higiene y bienestar en los puntos de trabajo.

- Satisfacer, además, en algunos casos, una serie de exigencias específicas que pueden presentarse en determinados espacios: potenciar la imagen empresarial, permitir la conclusión ordenada de la tarea en una emergencia, etc.

Pero si conseguir estos objetivos constituye una exigencia básica y primordial, no es menos importante asegurar que su logro se efectúe con una racional y económica utilización de la energía, que exige su implantación y requiere su uso; de ahí que, conseguir alumbrado que la utilicen con la eficacia que permite la tecnología actual sea una exigencia básica, no sólo bajo el punto de vista empresarial, sino por el propio interés nacional.

Exigencias ambientales de la iluminación

Las personas se sienten afectadas en su bienestar y en su actuación por las condiciones ambientales del local en el que se desenvuelven (los técnicos en la industria, los pacientes y médicos en los hospitales, los estudiantes en el aula, etc.) por ello resulta de primordial importancia conseguir un medio ambiente que contribuya a satisfacer las exigencias psicofísicas de la persona. Dentro de las condiciones ambientales que afectan a la persona están el nivel de ruido, la intensidad de las vibraciones y las características del alumbrado, cada día más importantes como consecuencia de que en sus actividades tienen un peso creciente los aspectos visuales.

Una iluminación adecuada a las necesidades de la actividad que se realiza, mantiene un ambiente en el cual se desarrollan las labores de manera óptima logrando una buena eficiencia por parte de los trabajadores.

El alumbrado de un local o instalación deberá evitar la aparición de cansancio, aburrimiento, monotonía, etc.

La satisfacción por el alumbrado de las exigencias ambientales conlleva, en líneas generales, un adecuado control de la luz, la iluminación de las paredes del local, una sensación agradable por el color de la luz, etc.

Tipos de lámparas para la industria

Son fuentes luminosas artificiales. A continuación se exponen los tipos de las lámparas o fuentes alimentadas con energía eléctrica, que pueden tener aplicación en los locales que se trate de iluminar o mejorar la iluminación existente.

1) *Lámparas incandescentes*

En este tipo de lámparas, la luz se produce como consecuencia de la elevación de la temperatura en un cuerpo metálico (filamento). Se pueden conectar directamente a la red, sin necesidad de ningún accesorio eléctrico.

Las lámparas incandescentes normales se caracterizan por la gran proliferación de subtipos, por su reducido tamaño, el color adecuado, su baja eficacia luminosa y elevada luminosidad. El flujo emitido puede regularse mediante equipos electrónicos adecuados, conservando una elevada eficacia (aprox. 65%).

Sus características técnicas principales iniciales son, entre otros:

- Potencias: 25, 50, 100, 150, 200, 500 y 1.000 W
- Flujos luminosos: Para las potencias enumeradas, pueden considerarse como valores mínimos para el caso de ampollas claras los siguientes: 220, 600, 1.250, 2.000, 2.900, 8.300 y 18.000 Lúmenes.
- Vida media de un lote: Aproximadamente 1.000 h.
- Reducción de flujo.

2) *Lámparas incandescentes halógenas*

En estas lámparas, llamadas frecuentemente de cuarzo-yodo, se logran mejorar la conservación del flujo emitido, la vida media y el color de las lámparas incandescentes de uso normal.

En contraposición tienen el inconveniente de la elevada temperatura (500°C) que puede alcanzarse en la superficie exterior del tubo; también resulta desfavorable su elevada luminosidad y el montaje obligado en posición horizontal, salvo que se emplee el modelo de doble envoltura. Al igual que las lámparas incandescentes normales, su flujo puede regularse mediante dispositivos atenuadores.

3) *Lámparas fluorescentes*

En las lámparas de este tipo, una variedad de las lámparas de descarga a baja presión, la luz se emite por sustancias que cubren su interior al llegarles radiación ultravioleta, que produce la descarga en vapor de mercurio a baja presión.

Son regulables mediante equipos electrónicos, conservándose un rendimiento aceptable (65%).

La forma usual de las lámparas fluorescentes es tubular y circular.

Como características básicas se enumerarán las siguientes:

- Por el tipo de encendido. El de precalentamiento (mediante el llamado cebador o arrancador de la lámpara), el de encendido rápido y las de encendido instantáneo.
- Por su color. Existen del color blanco cálido, blanco frío, luz día.
- Eficacia luminosa. Dada la variedad de tipos existentes son muy variables, entre 50 y 85 lm/W.
- Vida Media.
- Depende mucho del tipo (y de la forma de su utilización), variando entre 4.000 y 20.000 h.

En cuanto a las condiciones de utilización cabe destacar las siguientes:

- El número y tipo de encendidos influye decisivamente en la vida de los fluorescentes.
- Los consumos en los aparatos auxiliares pueden estimarse en un campo de variación de alrededor al 10% del consumo en el fluorescente.
- Las variaciones en la tensión del suministro las afectan reduciendo el flujo luminoso emitido. Si existe riesgo de estos defectos se deben elegir balastos adecuados (autoestabilizadores) que atenuarían esta disminución y al mismo tiempo mejorarían la vida y las condiciones de encendido.

4) Lámparas de alta densidad de descarga.

En este tipo de lámparas, la alta intensidad de la luz se produce al excitar un gas, un vapor o la mezcla de ambos, contenidos en un tubo a alta presión.

5) Lámparas de vapor de mercurio.

En las lámparas de vapor de mercurio la radiación emitida en un tubo por la descarga en vapor de mercurio a alta presión se corrige con un recubrimiento fluorescente en el interior de la ampolla.

Su color es aceptable aunque su economicidad no es muy buena.

Las lámparas de vapor de mercurio se caracteriza por:

- Potencias: 50, 80, 125, 250, 400, 700, 1.000 y 2.000 W.
- Eficacia luminosa: Están en función a las características del fabricante. De manera referencias se puede indicar entre 40 y 60 lm/W, según el orden creciente de las potencias.

- La vida útil de un loteo representativo de lámparas puede fijarse entre las 9.000 y 14.000 h.

Para que emita todo el flujo hace falta que transcurra unos 6 seg. a partir de la conexión, a no ser que haya sido desconectado poco antes, en cuyo caso son precisos unos 10 minutos.

6) *Lámparas de halogenuros metálicos*

Son lámparas de mercurio a las que se añaden ciertos halogenuros metálicos de tierras raras (yoduros de indio, disprosio, talio, sodio, holmio, tulio, europio).

Tanto su economicidad como su color son excelentes.

Además de tener la ampolla una forma tubular y ovoide, este tipo de lámparas se caracteriza por lo siguiente:

- Potencias: 175, 250, 360, 400 W
- Rendimiento luminoso: Entre 68 y más de 100 lm/W
- Luminancia media: 700 cd/m²
- Vida media: La duración de un lote significativo de lámparas oscila entre 15.000 y 20.000 h.

Existen lámparas para sustituir a las de incandescencia, compactas, roscadas y con equipo auxiliar electrónico incorporado cuyas potencias son de 15 W, 30 W y 45 W.

7) *Lámparas de sodio de baja presión*

En este tipo de lámparas la luz se produce en gran cantidad por descarga en vapor de sodio a baja presión. Dada su deficientísima reproducción del color, generalmente sólo se emplea cuando no sea necesaria la reproducción cromática. La regulación de su flujo es posible, aunque presenta problemas.

Se caracterizan por ciertas condiciones, como las siguientes:

- Potencias: Se dispone de lámparas de 18, 35, 55, 90, 135 y 180 W.
- Eficacia luminosa: Están en función a las características del fabricante, de manera referencial se puede indicar valores entre 125 y 185 lm/W, según el orden creciente de las potencias.
- Consumo incluyendo equipos auxiliares: se pueden considerar entre 100 y 150 lm/W.
- La vida útil de un lote representativo de lámparas es de 9.000 h.
- Permiten la regulación de la emisión luminosa conservando un alto rendimiento.

8) *Lámparas de sodio de alta presión*

La luz generada por estas lámparas se realiza por descarga eléctrica en vapor de sodio a alta presión.

Son lámparas de gran economicidad, aunque con deficiente reproducción del color.

Además de tener la ampolla una forma tubular y ovoide, este tipo de lámparas se caracteriza por lo siguiente:

- Potencias: 70, 150, 250, 400 y 1.000 W
- Rendimiento luminoso: Entre 90 y 130 lm/W
- Luminancia media: 500cd/m²
- Vida media: La duración de una emisión aceptable de flujo es de unas 10.000 h para las bajas potencias y alcanza más 20.000 h, para las de potencia elevada.

Dentro de las distintas lámparas enumeradas se puede concluir que las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las que proporcionan mejores expectativas para el alumbrado industrial.

Factor de potencia

La instalación de alumbrado es común a todas las industrias, y por tanto un elemento importante a la hora de evaluar el factor de potencia de una instalación. Dependiendo del tipo de lámparas utilizadas, el factor de potencia es distinto para cada uno de ellos.

Inconvenientes de un bajo factor de potencia

A continuación se citan algunos efectos de un bajo factor de potencia:

- Aumenta el costo de suministrar la potencia activa a la compañía de energía eléctrica, porque tiene que ser transmitida más corriente, y este es cobrado directamente al consumidor industrial por medio de las penalizaciones por bajo factor de potencia incluidas en el reglamento de tarifas.

- Causa sobrecarga en los generadores, transformadores y líneas de distribución dentro de la misma planta industrial, así como también las caídas de voltaje y pérdidas de potencia se toman mayores de las que deberían ser. Todo esto representa pérdidas y desgaste en equipo industrial.

5.2.1.2. EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO

Generalidades

La sencillez en la operación, la disponibilidad, la facilidad y la seguridad en el manejo de las herramientas y elementos neumáticos han propiciado la gran utilización de la elevada presión contenida en el aire comprimido. A pesar de esto, los sistemas de producción de aire comprimido se mantienen, muchas veces, en estado de descuido y no se les da el valor que se merecen, por lo que presentan malos rendimientos y elevado desperdicio de energía.

La conversión de energía, la generación, distribución y uso de aire comprimido están acompañados por pérdidas, lo cual se busca minimizar para lograr un rendimiento óptimo de la planta.

El rendimiento de una instalación de aire comprimido depende de algunos factores como:

- Buen funcionamiento de los equipos.
- Cantidad de aire perdido por fugas y escapes.
- Pérdidas excesivas de carga que afectan la potencia de las herramientas y equipos.
- Selección y funcionamiento óptimo de los equipos consumidores de aire comprimido.
- Transmisión de energía con un mínimo de pérdidas.

El sistema neumático presenta los siguientes problemas: problemas de diseño de red, problemas de funcionamiento de herramientas y máquinas, problemas de mantenimiento.

Estos problemas se traducen en mayores costos de operación, mantenimiento y energía, y por supuesto en menor rendimiento.

Recomendaciones para un buen funcionamiento del sistema:

- Eliminar todas las fugas de aire que se presentan en la red de distribución. Las fugas pueden alcanzar hasta un 50% de la capacidad instalada en instalaciones descuidadas. Con una inversión moderada deben limitarse a menos del 5%.
- Limpieza periódica de los filtros de aire.
- No usar aire comprimido para ventilación o limpieza.
- Controlar las mediciones de consumo para corregir anomalías.
- Determinar la presión mínima requerida para la operación satisfactoria de todos los equipos y efectuar su control.

- Apagar los compresores cuando no se requiera aire comprimido.
- La temperatura del aire de aspiración no debe ser mayor a la recomendada por el fabricante.

5.2.1.3. EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

Introducción

En todas las empresas existe un conjunto de elementos y equipos necesarios para crear unas condiciones de humedad y temperatura agradables en el interior del local. A este conjunto se le conoce como instalación de climatización.

Es conveniente prestar la debida atención a la instalación de climatización, no solo por la importancia que tiene desde el punto de vista del confort, sino por su elevado consumo de energía, que puede alcanzar hasta un 50 por 100 del total del local.

Hay que pensar que reducir el consumo de energía en climatización no significa disminuir el confort. Significa sacar mayor rendimiento a su consumo.

Frecuentemente, las temperaturas en un local son demasiado altas o bajas, a causa de una climatización excesiva, dando lugar a condiciones ambientales molestas, con un despilfarro adicional de energía.

Es conveniente fijar unas temperaturas que sean suficientes para crear un ambiente de confort, pero sin que sean exageradas.

Una temperatura de 20°C en invierno es más que suficiente. Se puede admitir valores mayores si para ello no es necesario gastar ningún tipo de energía de las llamadas convencionales (electricidad, combustibles, etc.). Hay que tener presente que las personas entrarán con las prendas de abrigo puestas y muy probablemente habrá que conectar la refrigeración cuando la afluencia de público sea grande. En esta situación, es muy aconsejable disponer del llamado sistema de enfriamiento gratuito (free cooling), que posteriormente se explicará.

En verano, como temperatura adecuada puede considerarse 25°C y no permitir temperaturas inferiores si ello supone algún gasto de energía.

La humedad relativa debe oscilar entre valores del 30 y 65 por 100.

Siempre que se encuentre en este margen no se debe gastar energía en recalentar o enfriar el aire.

También es conveniente detener el funcionamiento de la instalación de climatización, a excepción del aire para ventilación, antes de terminar la jornada y durante la misma, con tal que las temperaturas no suban o bajen más de 2°C.

En este sentido, si la instalación es de gran potencia, puede ser interesante estudiar la posibilidad de instalar un mini-ordenador que controle el funcionamiento y realice automáticamente las paradas convenientes.

Independientemente de la potencia de la instalación de climatización, deberá pararse totalmente fuera de las horas de trabajo y durante los días festivos.

5.2.1.4. EFICIENCIA EN LOS SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

➤ Elementos claves para el uso racional de energía

Existen diferentes estrategias para obtener un ahorro energético en los sistemas de acondicionamiento de aire. Se establecen cuatro elementos claves que deben verificarse, tanto en el sistema de acondicionamiento de aire propiamente dicho, como en el local que se acondiciona, los cuales son:

- Asegurar una operación adecuada.
- Reducir la demanda y controlar la carga.
- Reducir las pérdidas por control de los dispositivos de distribución y del sistema.
- Ahorrar y recuperar energía.

➤ *Recomendaciones generales para el acondicionamiento de aire*

- Mantener puertas y ventanas cerradas en los ambientes acondicionados con el fin de evitar la entrada de aire caliente del exterior.
- Apagar los equipos de acondicionamiento de aire en las áreas desocupadas.
- Contemplar la posibilidad de apagar los equipos de acondicionamiento de aire en las horas de refrigerio y una hora o media hora antes de la hora de la salida.
- Mantener en condiciones de correcto funcionamiento los acondicionadores y además, en estado de buena limpieza, los filtros, serpentines y ventiladores.
- En los espacios acondicionados disminuya en lo posible la carga de calor introducida por la excesiva iluminación, por maquinarias o equipos que permanezcan encendidos innecesariamente.
- Analizar la posibilidad de aislar térmicamente los edificios e instalaciones o, al menos, secciones de los mismos.
- Favorecer arborización alrededor de las edificaciones. Con ello se consigue disminuir la transferencia de calor hacia el interior de las mismas. El resultado será la reducción sensible de las cargas de los acondicionadores de aire.
- Otra reducción se logra rediseñando los espacios siguiendo las normas de arquitectura solar pasiva que aconseja, entre otras cosas, favorecer la circulación de aire a través de determinados espacios.
- Mantener en buen estado los sistemas de control como termostatos.

6. PROPUESTAS DE MEJORA

Para aumentar la eficiencia energética de los sistemas se va a proponer una serie de mejoras. Se van a clasificar en:

- a) Mejoras que no requieren inversión.
- b) Mejoras que requieren inversión.

Las propuestas se evaluarán energéticamente y económicamente para determinar la rentabilidad de las mismas.

a) *Mejoras que no requieren inversión*

No todas las mejoras conllevan un gasto económico ni material.

Una medida a realizar cuanto antes es la información del consumo energético de la factoría y la formación a los empleados, así como establecer metas futuras. Se podría realizar reuniones, pegar carteles informativos, solicitar el aporte de ideas...etc.

Llevar la contabilidad energética, identificar y usar los equipos de medición de energía, el estudio del consumo de los distintos servicios como alumbrado, climatización...etc., representan una mejora sin inversión.

También se deben realizar rondas de vigilancias ante posibles fugas de aire comprimido, aceite térmico...etc. y estado del aislamiento de tuberías, estableciéndolo como parte de las actividades cotidianas del personal de mantenimiento.

ILUMINACIÓN

Puede representa un porcentaje importante en la factura de la electricidad. Una de las formas más sencilla y efectiva de ahorrar dinero y energía es apagando las luces cuando no se necesitan encendidas.

Se van a mostrar distintas acciones que se pueden llevar a cabo en el lugar de trabajo para reducir el coste de la iluminación. Se pueden llevar a la práctica tantas acciones como se deseen, cuántas más se lleven a cabo, mayor es el ahorro.

Pocas son las empresas que invierten tiempo investigando la forma en que iluminan sus lugares de trabajo. Sin embargo, pequeños cambios pueden significar grandes mejoras en la zona de trabajo y, a la vez, ahorrar dinero. Para ello hay que implicar al personal en dichos planes de ahorro, es el recurso más valioso.

Se van a mostrar a continuación, acciones que no requieren de coste ninguno, acciones que requieren de un bajo coste y otras ideas.

ACCIONES SIN COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Usar lámparas fluorescentes de diámetro menor?	Consumen un 10% menos de energía que las utilizadas en la factoría (36 mm de diámetro) y cuestan lo mismo.	Instalar lámparas de 26 mm
2. ¿Los empleados apagan la luz siempre y cuando no sea necesaria estar encendida?	Dejar la luz encendida siempre es más caro que apagarla. Podría suponer un ahorro de hasta un 10%.	Proponer reuniones para concienciar al personal de la importancia sobre el ahorro de energía. Deben de conocer todos bien la localización de los interruptores.
3. Al abandonar el lugar de trabajo ¿Se apagan las luces?	Malgasto de dinero al dejar las luces encendidas.	Programar en el ordenador un aviso en el que indique que todo personal deberá de apagar el mismo antes de abandonar su puesto de trabajo. Se activará el ordenador cinco minutos antes de finalizar la jornada. Hablar con el personal de limpieza y seguridad.
4. ¿Se limpian las lámparas anualmente?	Lámparas sucias reduce enormemente la luz emitida.	El nivel de iluminación desciende mucho. Asegúrese que se limpian por lo menos una vez al año.
5. ¿Se revisa el nivel de iluminación en las horas de trabajo?	Las zonas no críticas (p.e. pasillos) con frecuencia están sobreiluminadas, podría reducirse el tiempo de iluminación.	Examinar los niveles de iluminación en todas las zonas de trabajo. Animar al personal a apagar las luces innecesarias en los periodos fuera de horas de trabajo.

ACCIONES BAJO COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Hay suficientes interruptores de luz?	Para mantener los costes de inversión de la instalación bajos, los bancos de luces son generalmente controlados desde un solo interruptor. Esto significa que la iluminación de toda la zona está hecha en base a "todo o nada".	Instalar los interruptores necesarios para mejorar el control independiente de las luces luminarias individuales o de grupos de éstas. El fraccionamiento debe realizarse de manera que pueda aprovecharse al máximo la luz natural.
2. ¿Se llegan apagar las luces en las zonas que son poco frecuente su uso?	No se tiene en cuenta demasiado las zonas donde la iluminación no se usa frecuentemente (vestuarios, servicios...)	Instalación de detectores IR pasivos que permiten el control automático de las zonas donde la iluminación no se usa frecuentemente. Por detector: 48-60 € (coste aproximado)
3. ¿Para controlar automáticamente sus luces internas se usan fotocélulas?	Éstas automáticamente regulan las luces cuando la luz natural es adecuada.	Instalar éstas cuando sea adecuada la luz natural. Por fotocélula: 60-90 € (coste aproximado).
4. ¿Se están reemplazando las bombillas incandescentes normales por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo?	Consumen un 80% menos de electricidad, duran más y reducen los costes de mantenimiento, ya que necesitan ser cambiadas con menos frecuencia.	Cambiar por lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo. Por bombilla: 12 € (coste aproximado).
5. ¿Se ha considerado la iluminación fluorescente de alta frecuencia en caso de una nueva instalación de iluminación?	Arranque más fiable y además duran más. Los costes energéticos pueden reducirse hasta el 25%. Se pueden eliminar el zumbido y el parpadeo que pueden causar dolor de cabeza.	Usar lámparas de este tipo en instalaciones nuevas, y cuando se reemplacen los accesorios viejos.

SUGERENCIAS

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Se usan lámparas dicroicas en pasillos, recepciones, etc.?	Estas lámparas se usan en zonas donde las luces están encendidas durante períodos cortos ya que no son muy adecuadas energéticamente.	Comprobar si éstas se encienden durante períodos largos.
2. ¿Se ha pensado en iniciar una campaña de concienciación para animar al personal a continuar haciendo ahorros energéticos?	Se podrían lograr ahorros de 10 € La concienciación de la necesidad de ser energéticamente eficientes, debe ser mantenida constantemente.	Usar pegatinas “apagar luces”, folletos y pósters. Implicar al personal sobre los niveles de iluminación apropiados.
3. ¿Se ha pensado en cambiar los sistemas existentes de lámparas de vapor de mercurio?	Son más caras que las lámparas de sodio. Éstas producen una mayor iluminación y costes de operación más bajos.	Hay que comprobar que las lámparas de sodio son adecuadas para su uso. Algunos sistemas necesitarán cambios de luminarias, sistemas auxiliares de encendido; otros sólo de las lámparas
4. ¿Tiene equipos de encendido convencionales el sistema de iluminación fluorescente?	Consumen mucha energía en su funcionamiento.	Sustituir por balastos electrónicos de alta frecuencia. Consultar con un profesional en caso de instalación.

Otras sugerencias son las siguientes:

- *Iluminación natural*

Para favorecer la iluminación natural es conveniente conseguir que la luz del día entre en oficinas, taller...y haga más agradable la vida en su interior, ahorren energía eléctrica, y posibiliten trabajar con la luz más adecuada para la vista (la luz solar).

Favorecer la entrada de luz natural también implica que se abran los elementos protectores, como persianas y cortinajes, y que en tiempo caluroso se pueda controlar la entrada del sol, sin evitar la entrada de luz indirecta. También debe aprovecharse la luz natural acercando los puntos de trabajo a los espacios que dispone de ésta.

- *Ventanas*

Abrir una ventana nueva o ampliar una existente es otra manera de conseguir más luz natural en el interior. El aumento de la superficie acristalada supone también una pérdida de calor durante el invierno, por lo cual es imprescindible que la nueva ventana incorpore ya un doble acristalamiento.

- *Puertas*

Tanto las puertas que dan al exterior, como otras que separan dos espacios, uno de ellos con más luz natural que el otro, es interesante que sean parcialmente transparentes o translúcidas.

CALEFACCIÓN

La calefacción puede llegar a representar una parte muy importante de la energía consumida en los edificios de oficinas y en las naves de trabajo.

Es muy fácil ahorrar energía y dinero regulando las instalaciones mediante simples controladores de tiempo y temperatura.

Se van a mostrar varias acciones para reducir la factura de calefacción y se va a tratar también la forma en cómo calentar el lugar de trabajo. Muy pocas empresas invierten tiempo examinando la forma cómo calientan su lugar de trabajo.

Pequeños ajustes pueden suponer grandes mejoras y un ahorro de dinero.

ACCIONES SIN COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Se ha verificado si el edificio se calienta a más de 21° C?	La mayoría del personal no tiene conocimiento de que el máximo valor de calefacción es de 21° C aproximadamente, en función del tipo de actividad que se realice.	Programar reuniones laborales para planear los niveles de calefacción. Colocar carteles para implicar al personal a una mejora. Comprobar periódicamente los termostatos.
2. ¿Se ha animado al personal a reducir la calefacción cuando sientan demasiado calor en lugar de abrir las ventanas y puertas?	Abrir ventanas y puertas. Cuando la calefacción está puesta supone un derroche de energía. Se debe bajar el termostato, se ahorra dinero y el personal está más cómodo. Se obtendrían ahorros del 7% por grado que se baje de temperatura.	Usar póster, pegatinas... para animar y concienciar al personal.
3. ¿Se ha considerado reducir el nivel de calefacción en zonas donde ésta necesariamente es menor?	Esas zonas podrían ser tales como pasillos, almacenes...	Reducir termostato en dicha zona así como aplicar ajustes de temperatura, por ejemplo en almacén una temperatura de 14° C.
4. ¿Colocación de termostatos y sensores de temperatura en lugares correctos?	En un lugar frío o con corriente, el resultado será el sobrecalentamiento; y, al revés, si está cerca de una fuente de calor, el resultado será bajo calentamiento.	Comprobación de colocación de termostatos. Cambio de lugar si es necesario.
5. ¿Comprobación a menudo del ajuste de termostatos y controladores de los radiadores?	Se abusa de los controladores de los termostatos usándolos como interruptores de apagado y/o encendido. Supone despilfarro de dinero e incomodidad del personal de trabajo.	Para obtener la temperatura deseada proceder al ajuste.

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
6. ¿Se comprueban periódicamente los ajustes de los termostatos contra las heladas?	Si se ajustan demasiado bajos, el sistema podría congelarse; por el contrario se perderá dinero.	Ajuste típicos; Internos: 4°C, Externos: 1°C. Debe de estar etiquetado el termostato contra heladas.
7. ¿Están programados los temporizadores de calefacción/ ventilación?	Se ahorra dinero si se ajustan los períodos de precalentamiento a las condiciones climáticas. El calor almacenado en los radiadores y en el resto del edificio es a menudo suficiente para permitir apagar la calefacción antes de que termine el horario de ocupación.	Comprobación periódica de los mismos (al abandonar el edificio, en período de vacaciones...) El tiempo de ajuste debe corresponder al ciclo de ocupación
8. ¿Se limpian periódicamente todas las superficies calefactoras y filtros de los ventiladores?	La falta de limpieza provocaría acumulación de suciedad y bloqueo de filtros. Se reducen las prestaciones de los aparatos, y aumentan el ciclo de precalentamiento. Provocaría derroche de dinero.	Comprobar periódicamente limpieza de filtros y superficie calefactoras
9. ¿Se comprueba periódicamente el correcto funcionamiento de los controles, válvulas y ventiladores de los equipos de calefacción y ventilación?	Si el funcionamiento de equipos no es correcto suponen pérdidas de dinero.	Debe comprobarse que el funcionamiento de los mismos es correcto, como por ejemplo que las válvulas de los radiadores funcionan bien o que por las válvulas cerradas el agua caliente no pasa.
10. ¿Se evita el funcionamiento simultáneo de las unidades de calefacción y aire acondicionado en caso de estar instalado en misma habitación?	El funcionamiento de ambos cuesta bastante dinero. Utilizar ambos a la vez, sólo cuando existan en el edificio grandes zonas con necesidades claramente diferenciadas.	El ajuste de termostatos debe ser: Para enfriamiento: 25 °C o superior a ésta temperatura. Para calentamiento: 20-22 °C o menor.
11. ¿Existe uso de equipos de calefacción portátiles sin autorización?	Éstas son caras de operar. Generalmente no tienen interruptores temporizados por lo que se dejan funcionando gran parte del tiempo.	Comprobar periódicamente su uso y averiguar la razón del mismo; puede ser que el sistema no funcione eficientemente.

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
12. ¿ Se ha comprobado la existencia de fuentes de calor no deseadas en zonas de aire acondicionado?	El calor de tuberías sin aislamiento y de fuentes similares, hace funcionar al equipo de aire acondicionado más tiempo gastando dinero y energía innecesariamente.	Comprobar si existen fuentes de calor no deseadas y aislarlas o eliminarlas

ACCIONES BAJO COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
<p>1. ¿Se han instalado termostatos electrónicos modernos?</p>	<p>El tipo antiguo bi-metálico tiene un margen de temperatura que varía 3°C sobre la establecida. Sin embargo, los modelos nuevos controlan más exactamente la temperatura, con variaciones de 0,5°C.</p> <p>Las variaciones amplias en la temperatura de una habitación causan incomodidad entre el personal.</p>	<p>Cambiar el tipo antiguo por modelos nuevos.</p> <p>Coste aproximado: 60-90 €</p>
<p>2. ¿En zonas que a menudo están desocupadas, se ajusta la calefacción para automáticamente acomodarse a la menor necesidad?</p>	<p>Los termostatos de dos etapas darán un control más flexible.</p> <p>Reducir la temperatura en esas zonas durante los períodos en que están vacías. Supone un ahorro de dinero.</p>	<p>Instalar termostatos electrónicos de dos etapas unidos a un sensor de ocupación.</p> <p>Coste aproximado: 150 €/unidad.</p>
<p>3. ¿Se pueden programar con exactitud los ajustes de tiempo en los sistemas de calefacción y ventilación para incluir los fines de semana, jornadas intensivas y trabajos nocturnos?</p>	<p>No admiten ajustes variados algunos cronotermostatos antiguos, además de no tener suficiente precisión como para ser ajustados a menos de diez minutos.</p>	<p>Instalar cronotermostatos electrónicos para cada día de la semana y ajustes individuales de diez minutos o menos.</p>
<p>4. ¿Se puede ajustar a horarios no habituales en ocasiones excepcionales el sistema de calefacción?</p>	<p>Si la calefacción se necesita en todo el edificio, entonces la instalación de temporizadores de extensión es una opción más eficiente que estar reprogramado constantemente los cronotermostatos. Si sólo se calienta parte del edificio, será más económico instalar calentadores locales.</p>	<p>Donde se considere apropiado instalar temporizadores de extensión.</p> <p>Proveer calentadores portátiles en los lugares que hagan falta, y asegurarse que sólo se usan en períodos apropiados.</p> <p>Coste aproximado: 48 €</p>

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
5. ¿Las tuberías de calefacción están aisladas correctamente?	Sin aislar correctamente las pérdidas de calor pueden reducirse hasta en un 75% aislándolas.	Sería conveniente aislar todas las tuberías. Por metro de tubería de 25 mm el coste aproximado es de 6,01 €.
6. ¿Se apaga automáticamente la calefacción eléctrica cuando no es necesario?	Deben de apagarse automáticamente o por lo menos bajar el nivel de consumo cuando no sea necesario.	Instalar temporizadores electrónicos de 7 días en todas las calefacciones eléctricas. Coste aproximado: 90 € Instalar termostatos electrónicos de dos niveles con temporizadores integrados que enciendan los calentadores a una hora predeterminada. Coste aproximado: 150 €
7. ¿Tienen controladores los extractores de zonas tales como los servicios y cocinas?	No es necesario el uso de extractores si no hay gente en el recinto. Supone pérdida de dinero. Al extraer aire caliente del edificio, el sistema de calefacción tiene que trabajar más.	Instalar temporizadores electrónicos de 7 días en todos los extractores que no necesitan trabajar durante la noche o fines de semana. Coste aproximado: 90 € Instalar medidores de humedad en los extractores que se usen para extraer aire húmedo. Coste aproximado: 90 €
8. ¿Están los ventiladores equipados con clapetas de cierre?	Aunque los ventiladores no estén funcionando el aire frío puede entrar, lo que producirá una pérdida de aire caliente.	Instalar clapetas de cierre, la mayoría de los modelos de extractores los tienen. Coste aproximado: 90 €

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
9. ¿Se ha comprobado si en distintas partes del edificio la temperatura es demasiado elevada con respecto a otras zonas?	El exceso de calor es muy incómodo para el personal y supone un despilfarro energético y económico.	Comprobar los niveles de calor en distintas partes del edificio. Puede ser necesario instalar termostatos o sensores adicionales en zonas concretas.

SUGERENCIAS

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
<p>1. ¿El sistema de calefacción está zonificado?</p>	<p>Si se divide por zonas el sistema de calefacción, puede asegurarse de que el calor será usado sólo donde y cuando se necesite y, por tanto, se evitarán pérdidas.</p>	<p>Dividir el sistema de distribución según las distintas zonas del edificio. Instalar válvulas de zona con controles de tiempo y temperatura allí donde sea necesario (con un margen de protección contra las heladas).</p>
<p>2. ¿Se ha pensado alguna vez usar calentadores localizados en las zonas donde se necesita calefacción general?</p>	<p>Los calentadores de foco en esas zonas son más económicos que incluirlos en la calefacción general.</p>	<p>Instalar calentadores locales de radiación controlados por un temporizador.</p>
<p>3. ¿Se ha instalado un compensador climático en el sistema de almacenamiento fuera de las horas punta?</p>	<p>Los controladores fuera de las horas punta regulan la cantidad de calor almacenado, relacionando el período de carga a la temperatura externa.</p> <p>De esta manera se ahorra energía y aumenta el confort, ya que se reduce el sobrecalentamiento, especialmente en otoño y primavera.</p>	<p>Instalar controladores de compensación climática.</p>

AIRE COMPRIMIDO

Pocos son conscientes del coste que supone el aire comprimido.

Algunas sencillas rutinas para comprobar y arreglar las fugas, consiguen grandes ahorros.

Se van a mostrar distintas acciones que se pueden tomar para reducir las pérdidas de aire comprimido.

ACCIONES SIN COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Existe implantación de algún sistema efectivo para conocer las posibles fugas?	Si existen fugas deben ser reparadas rápidamente para minimizar las pérdidas. Existirían ahorros.	Asegurarse de que las fugas son reparadas todas inmediatamente. Establecer un sistema para conocer fugas.
2. ¿El personal tiene constancia del coste del aire comprimido?	Su producción es muy cara.	Concienciar al personal del coste del aire comprimido con reuniones, pósters, folletos, etc.
3. ¿Los compresores se paran siempre que no haya demanda de aire?	El funcionamiento de los compresores durante períodos en los que no hay demanda de aire, lleva a un malgasto económico.	Comprobar que los compresores se paran a las horas que no hay demanda de aire, que no se arrancan antes de que haya necesidad de aire y ajustar los temporizadores periódicamente.
4. ¿Se limpian o cambian los filtros de aire de entrada a menudo?	Existen pérdidas de aire con filtros sucios, y esto conlleva a un despilfarro de dinero.	Limpiar los filtros de elementos reutilizables y cambiar los desechables.
5. ¿Se lleva a cabo una inspección y mantenimiento del sistema de tratamiento de aire?	Aumentan los costes del aire comprimido si no se lleva a cabo un mantenimiento correcto y periódico.	Comprobar que los intercambiadores de calor estén limpios. Comprobar que los pre y post filtros son limpiados o cambiados periódicamente. Comprobar la eficiencia y prestaciones de los controles de aire.

ACCIONES BAJO COSTE

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
<p>1. ¿Trabajan el mismo horario todas las zonas servidas por el sistema de aire comprimido?</p>	<p>La zonificación reducirá las pérdidas por fugas o mal uso. Las zonas que no lo usan todo el tiempo, pueden ser separadas del sistema principal.</p>	<p>Comprobar si hay zonas significativas que no lo usan todo el día. Si las hay, instalar válvulas de zonas. Estas pueden ser manuales o automáticas controladas por un interruptor temporizador.</p>
<p>2. ¿Todas las zonas que usan aire comprimido necesitan la misma presión?</p>	<p>Reduciendo la presión en las zonas donde es posible, se reducirá el consumo de aire y las fugas.</p>	<p>Suministrar aire a alta presión sólo en zonas donde haga falta. Instalar válvulas de reducción de presión para suministrar baja presión en las zonas que sean posibles.</p>

SUGERENCIAS

CUESTIONES	AMENAZAS	ACCIÓN CORRECTORA
1. ¿Es correcto el diámetro de las tuberías?	Si los diámetros son demasiados pequeños, las tuberías tienen grandes pérdidas de presión. Debe ser generado el aire a una presión superior para compensar estas pérdidas. Malgasto de dinero.	Buscar asesoramiento profesional sobre el tamaño de las tuberías para operar eficientemente.
2. ¿Se ha comprobado últimamente la calidad del sistema de tratamiento de aire?	Niveles excesivos, aumentan los costes de funcionamiento del compresor.	Determinar el nivel mínimo aceptable de calidad del aire.
3. ¿Se tiene en cuenta la eficacia de un nuevo compresor por encima del resto de factores de funcionamiento?	Elegir el tipo de compresor más adecuado tendrá influencia sobre los futuros costes de funcionamiento.	Buscar asesoramiento profesional para sistemas nuevos y sustituciones.
4. ¿Se modifica el nivel de tratamiento de aire de acuerdo con los requerimientos del equipo?	Cada equipo necesita un nivel de tratamiento de aire y no tiene porque ser el mismo. Se pueden reducir costes utilizando en equipos específicos un nivel alto y una calidad de aire normal para el sistema en general.	Comprobar los requisitos relativos a la calidad del aire de todos los equipos. Instalar, si fuera necesario, un sistema de tratamiento de aire de alta calidad para equipos específicos y considerar la utilización de aire de calidad normal para el sistema en general.

EDIFICIOS

Los edificios que están correctamente sellados y aislados son más cómodos para el personal y ahorran energía y dinero.

Un aislamiento efectivo puede reducir las pérdidas de calor hasta en un 90%.

- *Mejoras sin inversión*

Los costes de calefacción disminuyen reduciendo la cantidad de aire que entra en el edificio.

Las puertas y ventanas deben mantenerse cerradas cuando esté en funcionamiento la calefacción. Es un deber concienciar y animar al personal con folletos, pósters,... para que no dejen las puertas y ventanas abiertas con la calefacción encendida.

Deben de estar permanentemente todas las puertas y ventanas selladas adecuadamente.

La estructura del edificio en muchas ocasiones se ve dañada por la humedad reduciendo, la capacidad aislante de los materiales de construcción.

Es necesario establecer un sistema de inspecciones regulares.

- *Mejoras baja inversión*

La eliminación de corrientes de aire de las ventanas y puertas es una manera eficaz y económica de reducir los costes de calefacción. Instalar burletes en todas las puertas externas y en aquellas internas que separen las zonas frías de las calientes. Poner burletes también en ventanas.

- *Sugerencias*

Los techos deben de estar aislados correctamente ya que éstos tienen altos coeficientes de pérdida de calor. Investigar la posibilidad de aislar techos.

Buscar asesoramiento profesional.

EQUIPOS

A continuación se mostrará una serie de máquinas productivas por zonas diferenciadas de la factoría excluyendo los equipos relativos a climatización, aire comprimido y alumbrado, que serán mencionados en otro apartado. Estas zonas diferenciadas son Chapistería, Procesos finales, Superplástico, Fan Cowl y servicios auxiliares.

El régimen de funcionamiento de los equipos se entiende como las máximas horas de funcionamiento teóricas en función de los turnos de trabajo diario de los empleados de las distintas zonas de producción.

Se ha incluido las potencias nominales instaladas de los equipos para obtener, conjunto a las horas teóricas de funcionamiento, una idea de la importancia del consumo de los diversos equipos.

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA KW	REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO
CHAPISTERÍA	Horno de sol.y temple SANG-200 + Baño	270	16 H / DIA
	Horno de sol.y temple SANG-100	100	8 H / DIA
	Horno de recocido	200	16 H / DIA
	Prensa de Hidroconformado piezas grandes	170	8 H / DIA
	Recanteadora	50	16 H / DIA
	Estufa de maduración GUINEA	35	16 H / DIA
	Estufa de maduración ISAM	40	16 H / DIA

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA KW	REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO
PROCESOS FINALES	Baños línea primaria	420	16 H / DIA
	Baños línea secundaria	450	16 H / DIA
	Pintura manual	210	16 H / DIA
	Pintura automática	175	16 H / DIA

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA KW	RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO
SUPERPLÁSTICO	Prensa INNSE	552	24 H / DIA
	Prensa ACB	376	24 H / DIA
	Prensa LOIRE	138,5	24 H / DIA
	Horno precalentamiento útiles	250	24 H / DIA
	Horno alivio tensiones	200	24 H / DIA

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA KW	REGIMEN DE FUNCIONAMIENTO
FAN COWL	Autoclave	2510	24 H / DIA
	Máquina encintado CIN CIN NATI	177	16 H / DIA

FICHAS DE LAS MÁQUINAS PRODUCTIVAS

Se mostrará una ficha de las máquinas productivas comentadas anteriormente.

Se resumen las características del equipo como potencia, consumo, descripción de su actividad...etc.

AUTOCLAVE

- SECCIÓN..... Fan-Cowl
- DESCRIPCIÓN: equipo de tratamiento térmico de curado de la fibra de carbono a una presión determinada y atmósfera controlada. El curado se realiza en torno a 180 °C y las reparaciones a 140 °C. El grupo resistivo se encuentra limitado al 60 % con un gradiente de calentamiento de 2,2 °C / min.
- POTENCIA NOMINAL..... 2510 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....20,78 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2001
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 140 °C y 180 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 530475 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 3,22 %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

MÁQUINA ENCINTADO CINCINNATI

- SECCIÓN..... Fan-Cowl
- DESCRIPCIÓN : equipo en el que se fabrica la piel de fibra de carbono en base al enrollamiento de “mechas” de fibra de carbono impregnadas de un adhesivo y una malla de bronce sobre un “útil ” o molde. Su cabezal flexible permite dar formas curvas y tejer con distintos ángulos de dirección.
- POTENCIA NOMINAL..... 177 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 1,46 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2001
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 320276 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 1,94 %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

HORNO DE SOLUBILIZACIÓN Y TEMPLE SANG-200

- SECCIÓN..... Chapistería-Piezas grandes
- DESCRIPCIÓN: horno eléctrico de tratamiento térmico de solubilización de piezas de chapistería a 495 °C y posterior temple en un tanque de glicol a 25 ° C. El tiempo de operación es de aproximadamente 1 hora.
- POTENCIA NOMINAL.....200 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 1,65 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 490 y 500 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 423.148 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 2,57 %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

HORNO DE SOLUBILIZACIÓN Y TEMPLE SANG-100

- SECCIÓN..... Chapistería-Piezas pequeñas
- DESCRIPCIÓN: horno eléctrico de tratamiento térmico de solubilización de piezas de chapistería a 495 °C y posterior temple en un tanque de glicol a 25 ° C. El tiempo de operación es de aproximadamente 1 hora.
- POTENCIA NOMINAL.....100 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....0,83 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 490 y 500 °C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 151.998 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....0,92%
- OTROS CONSUMOS.....Aire comprimido

HORNO DE RECOCIDO

- SECCIÓN..... Chapistería
- DESCRIPCIÓN: horno eléctrico de tratamiento térmico de solubilización de piezas de chapistería en general en el que se realizan procesos de distinta duración (desde 2 horas hasta 18 horas). El gradiente de calentamiento ronda los 13 y 15 ° C / min.
- POTENCIA NOMINAL..... 180 Kw. grupo resistivo
22 Kw. Ventiladores
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 1,65 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN.....entre 410 °C y 430 °C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 113.938 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....0,69 %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

RECANTeadora CRENEAU

- SECCIÓN.....Chapistería
- DESCRIPCIÓN: recanteadora y taladradora de chapas de aluminio y titanio que producen piezas determinadas.
- POTENCIA NOMINAL..... 50 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....0,41 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2002
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 174.240 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 1,06 %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

ESTUFA DE MADURACIÓN GUINEA

- SECCIÓN..... Chapistería
- DESCRIPCIÓN: Estufa en la que se realizan procesos de maduración de piezas en ciclos de 20 - 24 horas de duración. El tiempo de calentamiento de T ambiente a T de proceso oscila entre 10 – 15 minutos.
- POTENCIA NOMINAL.....35 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....0,29 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....EN CÁDIZ.....1992
EN PTO. SANTA MARÍA..... 2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 120° C y 160° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 36.608 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....0,22 %
- OTROS CONSUMOS.....NO

ESTUFA DE MADURACIÓN ISAM

- SECCIÓN.....Chapistería
- DESCRIPCIÓN: Estufa en la que se realizan procesos de maduración de piezas en ciclos de 20 - 24 horas de duración. El tiempo de calentamiento de T ambiente a T de proceso oscila entre 10 – 15 minutos.
- POTENCIA NOMINAL..... 40 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 0,33 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....EN CÁDIZ..... 1992
EN PTO. SANTA MARÍA.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 120° C y 160° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 41.346 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 0,25 %
- OTROS CONSUMOS..... NO

PRENSA DE HIDROCONFORMADO QFL

- SECCIÓN..... Chapistería-Piezas grandes
- DESCRIPCIÓN: prensa hidráulica de conformado de piezas mediante la utilización de útiles (moldes). El proceso se realiza a 700 bar de presión de un aceite sobre un colchón y tiene una duración de 3 minutos.
- POTENCIA NOMINAL.....170 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 1,4 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... aceite entre 32 y 34 °C y 700 bar de presión.
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... 230.384 Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... 1,40 %
- OTROS CONSUMOS.....Aire comprimido

HORNO ALIVIO DE TENSIONES

- SECCIÓN.....Superplástico
- DESCRIPCIÓN: horno de tratamiento térmico de alivio de tensiones de piezas de titanio. El proceso se da a temperaturas muy elevadas en torno a 650 ° C y una duración por norma entre 30 y 60 minutos, aunque el ciclo total calentamiento-estabilización-enfriamiento tiene una duración de 3 horas y media.
- POTENCIA NOMINAL..... 250 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....2,07 %
- AÑO DE INSTALACIÓN..... 2003
- CONDICIONES DE OPERACIÓN..... entre 600 ° C y 700 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL..... no disponible Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA..... no disponible %
- OTROS CONSUMOS.....NO

PRENSA INNSE

- SECCIÓN.....Superplástico
- DESCRIPCIÓN: Los paquetes de chapas de titanio se sellan exteriormente mediante soldadura, se le adjunta un útil apropiado y se llevan en esta prensa hasta 927 °C en el que alcanzan el estado plástico. Una vez en estado plástico se le aplica en su exterior nitruro de boro y se les insufla en su interior un gas inerte para darle al paquete forma tridimensional.
- POTENCIA NOMINAL..... 552 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 4,57 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....EN CÁDIZ..... 1988
EN PTO. SANTA MARÍA..... 2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN.....927 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL.....no disponible Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....no disponible %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

PRENSA ACB

- SECCIÓN.....Superplástico
- DESCRIPCIÓN: Los paquetes de chapas de titanio se sellan exteriormente mediante soldadura, se le adjunta un útil apropiado y se llevan en esta prensa hasta 927 °C en el que alcanzan el estado plástico. Una vez en estado plástico se le aplica en su exterior nitruro de boro y se les insufla en su interior un gas inerte para darle al paquete forma tridimensional.
- POTENCIA NOMINAL..... 376 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA..... 3,11 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN.....927 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL.....no disponible Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....no disponible %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

PRENSA LOIRE

- SECCIÓN.....Superplástico
- DESCRIPCIÓN: Los paquetes de chapas de titanio se sellan exteriormente mediante soldadura, se le adjunta un útil apropiado y se llevan en esta prensa hasta 927 °C en el que alcanzan el estado plástico. Una vez en estado plástico se le aplica en su exterior nitruro de boro y se les insufla en su interior un gas inerte para darle al paquete forma tridimensional.
- POTENCIA NOMINAL.....138,5 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....1,15 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....EN CÁDIZ.....1996
.....EN PTO. SANTA MARIA.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN.....927 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL.....no disponible Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....no disponible %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

HORNO PRECALENTAMIENTO DE ÚTILES

- SECCIÓN.....Superplástico
- DESCRIPCIÓN: El útil en el que se va a realizar una próxima operación en algunas de las 3 prensas se lleva en este horno hasta 927 °C para ganar tiempo.
- POTENCIA NOMINAL..... 200 Kw.
- % POTENCIA NOMINAL TOTAL FACTORIA.....1,65 %
- AÑO DE INSTALACIÓN.....2002
- CONDICIONES DE OPERACIÓN.....927 ° C
- CONSUMO ELÉCTRICO ANUAL.....no disponible Kwh. / año
- % CONSUMO ELÉCTRICO TOTAL FACTORÍA.....no disponible %
- OTROS CONSUMOS..... Aire comprimido

CONTABILIDAD ENERGÉTICA

CONSUMO TOTAL MENSUAL Y ANUAL

El consumo total mensual y anual de la fábrica que se mostrarán a continuación se ha obtenido de las facturas emitidas por la compañía distribuidora. Se adjunta además un resumen del consumo de energía reactiva de cada mes a lo largo del año.

CONSUMO DE EQUIPOS

Seguidamente se muestran el consumo mensual y anual de los distintos equipos con su correspondiente coste.

Los precios del Kwh. Para el diurno es de 0,0675€ y para el nocturno 0,037€. El coste final incluye impuestos sobre la electricidad e IVA.

HORNO SANG -100

- Consumo mensual: 13.818 Kwh / mes con un coste de 1.134 €/ mes
- Consumo anual: 151.998 Kwh / año con un coste de 12.474 €/ año

HORNO SANG -200

- Consumo mensual: 38.468 Kwh / mes con un coste de 3.158 €/ mes
- Consumo anual: 423.148 Kwh / año con un coste de 34.738 €/ año

HORNO DE RECOCIDO

- Consumo mensual: 10.358 Kwh / mes con un coste de 850 €/ mes
- Consumo anual: 113.938 Kwh / año con un coste de 9.355 €/ año

AUTOCLAVE

- Consumo de energía total durante un ciclo completo de curado: 1.929 Kwh.

Los ciclos están formados por una rampa de calentamiento hasta 185° C, una zona de estabilización y otra de enfriamiento.

El autoclave es el equipo del que se espera obtener mayor consumo energético de la factoría en cuanto a que tiene, con diferencia, la mayor potencia nominal instalada (87% del total).

A continuación se evaluará el coste de un ciclo completo en horas diurnas comprendida entre las 8.00 y las 0.00 de Lunes a Viernes; y en horas nocturnas que comprenden desde las 0.00 y las 8.00. El día completo los sábados y domingos son considerados por la compañía distribuidora como horas nocturnas.

- Ciclo completo en horas diurnas: 158 €/ ciclo.
- Ciclo completo en horas nocturnas: 87 €/ ciclo.

Como referencia tomamos el mes de Mayo, donde se realizaron 23 ciclos de curado. Para dicho mes el consumo es de 48.225 Kwh y como ciclos diurnos fueron 13 y nocturnos fueron 10 el coste fue de 2.924 € / mes. Si tomamos esta cantidad de ciclos al mes como una medida representativa, el consumo anual (11 meses) es de 530.475 Kwh y el coste 32.164 €/ año.

PRENSA DE HIDROCONFORMADO DE PIEZAS GRANDES

- Consumo mensual: 20.944 Kwh / mes con un coste de 1.719 €/ mes
- Consumo anual: 230.384 Kwh / año con un coste de 18.916 €/ año

RECANTEADORA

- Consumo mensual: 15.840 Kwh / mes con un coste de 1.300 €/ mes
- Consumo anual: 174.240 Kwh / año con un coste de 14.306 €/ año

ESTUFA DE MADURACIÓN ISAM

- Consumo mensual: 3.756 Kwh / mes con un coste de 259 €/ mes
- Consumo anual: 41.346 Kwh / año con un coste de 2.849 €/ año

ESTUFA DE MADURACIÓN GUINEA

- Consumo mensual: 3.328 Kwh / mes con un coste de 226 €/ mes
- Consumo anual: 36.608 Kwh / año con un coste de 2.486 €/ año

MAQUINA DE ENCINTADO CINCINNATI

- Consumo mensual: 29.116 Kwh / mes con un coste de 2.390 €/ mes
- Consumo anual: 320.276 Kwh / año con un coste de 26.297 €/ año

PRENSAS DE SUPERPLÁSTICO Y HORNO DE PRECALENTAMIENTO DE ÚTILES

Para realizar un estudio real de consumo y coste de estos equipos se necesita un equipo de medición de los parámetros eléctricos, de los cuales la empresa no dispone. No se incluirá por tanto estos equipos en este informe.

CONSUMO EN ALUMBRADO

Las siguientes tablas contienen un resumen del consumo en alumbrado para las distintas zonas incluidas las de producción. Estas zonas son: exterior, chapistería, procesos finales, expediciones, superplástico y fan cowl.

SECCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
	Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
EXTERIOR	105	2x22=44	8X22+24X8= 368	4620	24360	1475

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
		Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
CHAPISTERÍA	Techo	86	15,5x22= 341	1,5x22= 33	29326	2838	2535
	Otros	10	15x22= 330	1x22= 22	3300	220	281

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
		Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
PROCESOS FINALES	Techo	64	15,5x22= 341	1,5x22= 33	21824	2112	1887
	Otros	10	15x22= 330	1x22= 22	3300	220	281

SECCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
	Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
EXPEDICIONES	12	15,5x22=341	1,5x22= 33	4092	396	353

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
		Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
SUPERPLÁSTICO	Techo calidad	12	16x22= 352	8X22+24X8=368	4224	4416	545
	Techo baños	10	16x22= 352	8X22+24X8=368	3520	3680	454
	Serigrafía	10	16x22= 352	8X22+24X8=368	3520	3680	454
	Resto techado	46	16x22= 352	8X22+24X8=368	16192	16928	2091

SECCIÓN	DESCRIPCIÓN	POTENCIA	HORAS MES		CONSUMO (Kwh)		COSTE
		Kw	Diurno	Nocturno	Diurno	Nocturno	€/MES
FAN COWL	Techo nave	45	16x22= 352	8X22+24X2=224	15840	10080	1754
	Techo s.limpia	21	16x22= 352	8X22+24X2=224	7392	4704	818

El consumo total diurna equivale a 117.150 Kwh y la nocturna a 73.634 Kwh.

En cuanto al coste total por zonas viene reflejado en la siguiente tabla.

SECCIÓN	COSTE TOTAL ALUMBRADO €/MES
EXTERIOR	1.475
CHAPISTERÍA	2.816
PROCESOS FINALES	2.168
EXPEDICIONES	353
SUPERPLÁSTICO	3.544
FAN COWL	2.572

El coste total es de **12.928 €/ mes.**

Se ha realizado el estudio considerando lo siguiente:

- A. Como referencia se ha tomado un mes de 30 días donde 22 días son lectivos y 8 no lectivos.
- B. En las secciones de procesos finales, chapistería y expediciones las lámparas son apagadas durante las noches y fines de semana. Sin embargo, en superplástico no se apagarán las lámparas en ningún momento y por último en fan cowl se apagarán todos los domingos y dos sábados al mes.
- C. Durante los dos turnos de trabajo se consideran que 16 horas son diurnas y 8 horas nocturnas de lunes a viernes. Se considera nocturno para los días sábados, domingos y fiestas nacionales.
- D. Para el cálculo del coste total hay que tener en cuenta que el precio medio del Kwh. diurno es de 0,0675 €/ Kwh; sin embargo, el precio medio nocturno es de 0,037 €/ Kwh.

Hay que tener en cuenta que en el coste total lleva incrementado un 4,864% de impuesto y un 16% de IVA.

- E. Multiplicando la columna de potencia y la columna de horas mes de funcionamiento se obtiene el consumo mensual en Kwh.

CONSUMO EN CLIMATIZACIÓN

El estudio de climatización se ha realizado para las cuatro naves: Chapistería, Procesos finales, Superplástico y Fan Cowl (autoclave y sala limpia). El estudio en las oficinas de las distintas naves no se ha llevado a cabo por no disponer de los equipos necesarios para ello. De cualquier modo, teniendo en cuenta el elevado volumen de aire que los equipos de climatización de las naves necesitan mover, podemos despreciar sin cometer mucho error el consumo de los equipos de climatización de las oficinas.

Para realizar el estudio se ha tomado que el precio medio es 0,052 €/kwh. Este valor es una media del coste diurno 0,0675 y del nocturno 0,037.

○ **Nave 1:**

SECCIÓN	EQUIPOS	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
CHAPISTERÍA	8	23,5	188

En esta nave existen ocho equipos cuya potencia nominal instalada es de 27,5 KW. Sabiendo el tiempo de funcionamiento, se obtendrá el consumo de climatización. Se tiene para la nave de chapistería lo siguiente:

$$23,5 kW * 8 \text{ equipos} * 510 \frac{h}{mes} = 95.880 kWh$$

Y multiplicando por el precio medio del kWh:

$$95.880 kWh * 0,052 \frac{€}{kWh} = 4.985,76 €$$

A este resultado hay que aplicarle el 4,864% de impuestos más el 16% de IVA, luego el resultado final será: **6025,99 €**

Hay que tener en cuenta para el cálculo lo siguiente:

1. Se han tomado 510 horas de funcionamiento para cada mes.
2. Para realizar el estudio se ha tomado que el precio medio es 0,052 €/kwh.
3. Al coste total se le ha aplicado el 4,864% de impuestos más el 16% de IVA.
4. Para el consumo y coste hay que multiplicar los KWH / mes y los €/mes.

En la siguiente tabla viene reflejado el consumo y coste anual:

SECCIÓN	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO (KW/AÑO)	COSTE (€/AÑO)
CHAPISTERÍA	188	1.150.560	59.829,12

- **Nave 2:**

SECCIÓN	EQUIPOS	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
PROCESOS FINALES	2	7,5	15
	3	29,75	89,25
	3	3	9

La potencia total existente en la nave 2 es de **113,25 KW**.

Luego:

$$113,25 \text{ kW} * 510 \frac{h}{mes} = 57.757,5 \text{ kWh}$$

Y multiplicando por el precio medio del kWh:

$$57.757,5 \text{ kWh} * 0,052 \frac{€}{kWh} = 3.003,39 €$$

A este resultado hay que aplicarle el 4,864% de impuestos más el 16% de IVA, luego el resultado final será: **3.630,02 €**

Por tanto, el consumo y coste anual es:

SECCIÓN	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO (KW/AÑO)	COSTE (€/AÑO)
PROCESOS FINALES	113,25	693.090	43.560,24

- **Nave 3:**

SECCIÓN	EQUIPOS	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
SUPERPLÁSTICO	2	2,1	4,2
	2	12,55	25,1
	4	10,1	40,4

La potencia total existente en la nave 3 es de **69,7 KW**.

Se obtiene operando de la misma manera lo siguiente:

$$69,7 \text{ kW} * 510 \frac{h}{mes} = 35.547 \text{ kWh}$$

El coste mensual resulta ser:

$$35.547 \text{ kWh} * 0,052 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 1.848,44 \text{ €}$$

El resultado final teniendo en cuenta impuestos e IVA es de **2234,10 €**

Por tanto, el consumo y coste anual es:

SECCIÓN	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO (KW/AÑO)	COSTE (€/AÑO)
SUPERPLÁSTICO	69,7	426.564	26.809,2

○ **Nave 4 :**

SECCIÓN	EQUIPOS	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
FAN COWL	3	24,3	72,9
(Autoclave)	5	5,2	26

La potencia total existente en la nave 3 es de **98,9 KW**.

Operando resulta:

$$98,9 \text{ kW} * 510 \frac{h}{mes} = 50.439 \text{ kWh}$$

El coste mensual resulta ser:

$$50.439 \text{ kWh} * 0,052 \frac{€}{kWh} = 2.622,83 €$$

El resultado final teniendo en cuenta impuestos e IVA es de **3170,06 €**

Por tanto, el consumo y coste anual es:

SECCIÓN	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO (KW/AÑO)	COSTE (€/AÑO)
FAN COWL (Autoclave)	98,9	605.268	38.040,72

Otra zona perteneciente a la nave es la sala limpia, la cual se estudiará a continuación.

SECCIÓN	EQUIPOS	POTENCIA (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
FAN COWL (Sala limpia)	2	39,5	79
	3	5	15
	4	4,2	16,8
	1	2	2

La potencia total resulta ser **112,8 KW**.

Operando resulta:

$$112,8 \text{ kW} * 510 \frac{h}{mes} = 57.528 \text{ kWh}$$

El coste mensual resulta ser:

$$57.528 \text{ kWh} * 0,052 \frac{€}{kWh} = 2.991,456 €$$

El resultado final teniendo en cuenta impuestos e IVA es de **3.615,59 €**

Por tanto, el consumo y coste anual es:

SECCIÓN	POTENCIA TOTAL (KW)	CONSUMO (KW/AÑO)	COSTE (€/AÑO)
FAN COWL (Sala limpia)	112,8	690.336	43.387,08

Sumando el consumo y coste anual de cada nave obtenemos el consumo y coste total de la factoría, obteniendo lo siguiente:

NAVES	CONSUMO ANUAL (KW/AÑO)	COSTE ANUAL (€/AÑO)
CHAPISTERÍA	1.150.560	59.829,12
PROCESOS FINALES	693.090	43.560,24
SUPERPLÁSTICO	426.564	26.809,20

NAVES	CONSUMO ANUAL (KW/AÑO)	COSTE ANUAL (€/AÑO)
FAN COWL (Autoclave)	605.268	38.040,72
FAN COWL (Sala limpia)	690.336	43.387,08
	3.565.818	211.626,36

CONSUMO EN AIRE COMPRIMIDO

En la factoría existen cinco compresores. Tres de estos compresores hacen frente a la demanda de la nave 1, y los otros dos restantes funcionan para la nave 3. Todos los compresores tienen una potencia nominal instalada de 80 kW.

Después de analizar durante una semana las horas de carga de los compresores, resultó que entre los tres que abastecen a la nave 1 realizan un trabajo diario de unas 14 horas, y entre los dos de la nave 3, trabajan una media de 5 horas diarias.

Con lo que, se puede estimar que el consumo diario es:

$$80 \text{ Kw} * 19h = 1.520 \text{ kWh}$$

Considerando los 12 meses de trabajo al año y 25 días laborables de cada mes, se obtiene que:

$$1.520 \frac{\text{kWh}}{\text{día}} * 25 \frac{\text{días}}{\text{mes}} * 12 \text{ meses} = 456.000 \text{ kWh}$$

Tomando como precio medio del kWh 0,052 €, se tiene un consumo de 23.712 €/ año, luego un consumo mensual de 1.976 €.

7. ENERGÍAS RENOVABLES

7.1. INTRODUCCIÓN

La utilización de las energías renovables en sus diversas formas, empieza a considerarse como una opción atractiva para la producción de energía eléctrica tanto para los productores como para los consumidores.

Especialmente atractiva resulta a pequeña y a mediana escala, en zonas donde coinciden la disponibilidad tecnológica, el recurso renovable, la demanda y la estructura eléctrica. Este importante paso se está realizando debido a que se ha demostrado que, en muchos casos, los sistemas de utilización de energías renovables resultan viables técnicamente, razonables económicamente e inevitables desde un punto de vista medioambiental.

Para aprovechar la energía solar, tan abundante en estas latitudes, se van a instalar paneles para la generación de energía solar fotovoltaica. Además de la utilización de la energía solar fotovoltaica para suministro de energía eléctrica a sistemas aislados de la red empleando un acumulador, actualmente la mejora de la tecnología y la legislación vigente permiten la aplicación de la energía solar fotovoltaica en sistemas de conexión a red eléctrica.

7.2. DISTINTAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LA FACTORÍA

Las posibles energías renovables que tienen lugar en la factoría son las siguientes:

⇒ **ENERGÍA SOLAR**

- *Energía Solar Térmica*

Consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse principalmente para la producción de agua caliente destinada al consumo de agua doméstico. Los empleados podrían emplearla para asearse una vez finalizado el turno de trabajo.

En la actualidad no existe ninguna instalación de A.C.S. en la empresa.

Teniendo en cuenta que la radiación solar está asegurada en esta zona, esta energía renovable sería factible y, por tanto, se realizará un estudio de la misma.

- *Energía Solar Fotovoltaica*

Consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse para la producción de energía mecánica y a partir de ella, de electricidad. La obtención de energía eléctrica tiene lugar a través de paneles fotovoltaicos.

Esta electricidad puede emplearse como uso propio o venderla directamente a red, operación que es muy rentable económicamente. Por esta razón sería interesante la implantación de la misma.

Como ya se ha comentado un aspecto a tener en cuenta es la intensidad de radiación solar de la zona. En este caso no presenta ningún inconveniente ya que es la adecuada.

⇒ **ENERGÍA EÓLICA**

Se obtiene por medio del viento, es decir mediante la utilización de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire. Hablamos de otra alternativa para la producción de electricidad en este caso proporcionada por el viento. La electricidad se obtiene a partir de un dispositivo denominado aerogenerador.

El uso de la electricidad generada sería también el de conexión a la red o aplicaciones autónoma, como en el caso de generación fotovoltaica.

Es evidente la necesidad de existencia de viento en la zona.

Por esta razón es posible una instalación de este tipo.

7.3. ESTUDIO TEÓRICO DE LAS DISTINTAS ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN LA FACTORÍA

7.3.1. ENERGÍA SOLAR

7.3.1.1. Generalidades

La energía solar proviene del Sol donde se producen reacciones de fusión de los átomos de hidrógeno dando lugar a un átomo de helio y liberando gran cantidad de energía, de la que sólo llega a la Tierra una pequeña parte, pues el resto se refleja hacia el espacio exterior por la presencia de la atmósfera terrestre.

La energía solar que se disipa en el espacio es de $3,87 \cdot 10^{26}$ vatios ($3,87 \cdot 10^{14}$ Tw) y la que llega a la capa exterior de la Tierra es muy inferior, por el hecho de encontrarse a gran distancia y ser de un tamaño muy inferior al del Sol. Esta energía es del orden de 173.000 Tw, lo que equivale a 4.500 veces la energía que el hombre consume. Se trata de una energía renovable, fiable, limpia, pero diluida, no concentrada, que precisa de una captación con superficies de muchos metros cuadrados y durante muchas horas de exposición.

La radiación neta que recibe la Tierra es la suma de las radiaciones en onda corta que inciden (SW_i) y se reflejan (SW_o), y de las de onda larga infrarrojas incidente (LW_i) y salientes (LW_o), de tal modo que se verifica:

$$\text{Radiación neta} = (SW_i) - (SW_o) + (LW_i) - (LW_o)$$

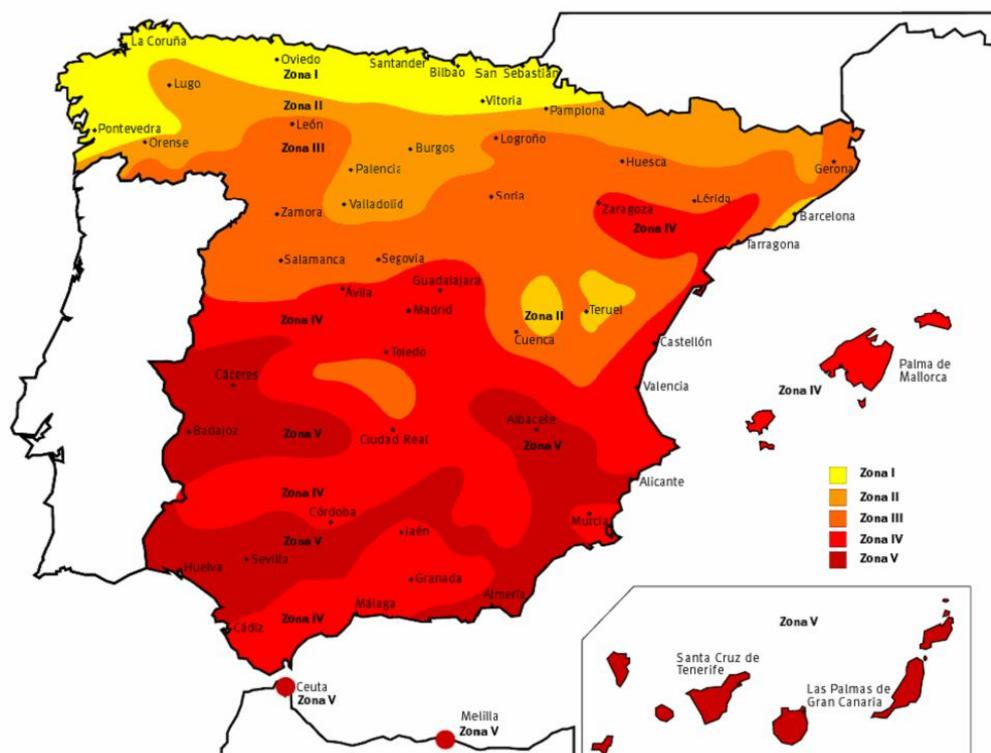
Siendo la distancia entre el Sol y la Tierra de $1,5 \cdot 10^{11}$ metros, el flujo solar que alcanza la Tierra es de:

$$\frac{3,87 \cdot 10^{26}}{4 \cdot \pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2} = 1.370 \text{ w/m}^2$$

Como la radiación interceptada por el área del disco se distribuye sobre toda la superficie de la Tierra (área = $4 \cdot \pi \cdot R^2$), el flujo solar sobre la Tierra en todos los puntos es:

$$\frac{1.370 \cdot \pi \cdot R^2}{4 \cdot \pi \cdot R^2} = 342,5 \text{ w/m}^2$$

A continuación se muestra en el gráfico siguiente, la media de irradiación anual en nuestro país:



Fuente: INM (Instituto Nacional de Meteorología). Generado a partir de isólinas de radiación global anual sobre superficie horizontal.

Dependiendo de una zona u otra, el coeficiente de radiación media diaria es el siguiente:

Zona I : $H < 3,8$

Zona II : $3,8 \leq H < 4,2$

Zona III : $4,2 \leq H < 4,6$

Zona IV : $4,6 \leq H < 5,0$

Zona V : $H \geq 5,0$

H (Radiación Media Diaria) se mide en kWh / m²

La energía solar puede ser directa o indirecta y debe convertirse en otra forma de energía para que sea realmente útil.

La energía solar indirecta se encuentra en el carbón, el petróleo y el gas natural. Se origina desde hace millones de años de material biológico, vía la fotosíntesis, y también existe en la madera, en el viento (que da lugar a las olas en el mar) y en la evaporación del agua que da lugar a nubes, de las que baja la lluvia que llena ríos, lagos y centrales hidráulicas.

La energía solar directa o activa es el término de referencia utilizado para la luz solar que calienta directamente el agua contenida en paneles solares de gran superficie, que circula por intercambiadores de calor, que a su vez calientan agua de un depósito destinado, bien a usos domésticos, bien a calefacción por radiadores, o bien al calentamiento de piscinas.

La energía fotovoltaica convierte directamente la energía del Sol en la electricidad utilizando la capacidad que tienen algunos minerales (cristales de silicio y arseniuro de galio) para realizar esta transformación. Las células fotovoltaicas convierten la luz en una corriente eléctrica.

Se han utilizado en relojes, calculadora, neveras de energía solar, en botes, en dispositivos de ayuda a la navegación, en postes de socorro de las autopistas, en casas rurales...etc.

Cuando se trata de grandes capacidades, se utilizan centrales formadas por colectores solares que enfocan los rayos solares recogidos en grandes áreas sobre un tanque central con agua, que pasa a vapor, éste mueve una turbina que genera electricidad y puede enviarse a la red eléctrica convencional.

7.3.1.2. Ventajas y desventajas

El desarrollo y la implantación de sistemas de extracción de la energía solar, presenta una serie de *ventajas*:

- La energía solar es un recurso renovable y por lo tanto puede, junto con los demás recursos renovables, reducir el consumo de las reservas de combustibles fósiles.
- No produce ruidos, ni humos, ni residuos difíciles de tratar o de eliminar, no exige medidas de seguridad sofisticadas, no genera emisiones contaminantes de CO₂, SO₂ y NO_x como en las centrales de energía convencionales y por lo tanto contribuye a cumplir con los objetivos de la Cumbre de Kyoto sobre la reducción de emisiones contaminantes.
- Los centros de energía pueden estar próximos a los de consumo, por lo que se eliminan las infraestructuras de transmisión de la energía eléctrica.

Entre las *desventajas* figuran:

- Las instalaciones solares, si forman parte de un edificio, tienen un impacto visual que es necesario reducir o eliminar, incorporando los componentes solares a la estructura del propio edificio.
- Las instalaciones solares fotovoltaicas autónomas que disponen de baterías de acumuladores, precisan de un buen servicio de mantenimiento para gestionar, recoger y tratar dichas baterías al final de su vida útil, debido a los componentes que pueden ser perjudiciales para el medio ambiente.

7.3.1.3. Su aprovechamiento

La energía solar como tipo de energía renovable, se fundamenta en el aprovechamiento de la radiación solar para la obtención de energía, bien en forma de calor o electricidad.

La recogida directa de energía solar requiere de dispositivos artificiales, llamados colectores solares, diseñados para absorber energía, después de concentrar los rayos del sol. Esta energía, se emplea en dos procesos:

- Térmicos o fotoeléctricos.
- Fotovoltaicos.

En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye. Produce por tanto calor, que se puede utilizar como método para calentar una vivienda, como sustituto de la calefacción convencional o para obtener agua caliente.

En los procesos fotovoltaicos, la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio. Su uso es pues, en la generación de la electricidad.

A) ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

A.1. INTRODUCCIÓN

Como ya se ha descrito anteriormente uno de los sistemas de aprovechamiento de la energía solar muy extendido es el térmico. El medio para conseguir este aporte de temperatura se hace por medio de colectores.

El colector es una superficie, que expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido. Existen tres técnicas diferentes entre sí en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora. De esta manera, los podemos clasificar como:

- *Baja temperatura*, captación directa, la temperatura del fluido es por debajo del punto de ebullición.
- *Media temperatura*, captación de bajo índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 100°C.
- *Alta temperatura*, captación de alto índice de concentración, la temperatura del fluido es más elevada de 300°C.

A.2. APLICACIONES DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La energía solar puede aplicarse a una gran variedad de usos térmicos, desde el agua caliente sanitaria (ACS) hasta la desalinización, pasando por la calefacción de interiores o el secado.

A.2.1. Agua caliente sanitaria doméstica (ACS)

Es la aplicación más extendida de la energía solar. Los sistemas están diseñados para cubrir el 100% de la demanda de agua caliente durante el verano, y el 50-80% del total a lo largo del año.

Para esta aplicación se utilizan sistemas de circulación forzada o termosifones, que generalmente cuentan con un calentador convencional de apoyo para cubrir las necesidades cuando el sistema solar no puede hacerlo. También existen instalaciones grandes que dan servicio a bloques de viviendas, hoteles...

A.2.2. Sistemas combinados de ACS y calefacción

Existen instalaciones de sistemas solares térmicos para cubrir las necesidades de calefacción además de las de agua caliente sanitaria. Estos sistemas son más complejos que los que se utilizan sólo para el agua caliente sanitaria.

A.2.3. Refrigeración solar

La energía solar térmica utilizada como fuente de energía para refrigeración es una aplicación de consumo energético que además de no congestionar la red de distribución eléctrica, es una de las aplicaciones con energía solar en la que mejor se adapta la oferta con la demanda.

Se utilizan sistemas que acoplan el colector solar-depósito de almacenamiento de calor a un ciclo de absorción que extrae calor de un “depósito frío”. El ciclo de absorción se consigue utilizando mezclas absorbentes-refrigerantes (agua-amoniaco, bromuro de litio-agua...).

A.3. IDONEIDAD DEL SISTEMA SOLAR TÉRMICO PARA LA FACTORÍA

- Se encuentra situado en una zona en la que predominan los días soleados y existe una amplia banda de horas solares.
- La Junta de Andalucía promueve la instalación de equipos solares térmicos mediante el aporte de subvenciones incluidas dentro del programa Prosol. Este es el “ Programa Andaluz de Promoción de Instalaciones de Energías Renovables” gestionado por la Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN S.A.) desde su inicio, en 1993. El programa fomenta las instalaciones solares térmicas, solares fotovoltaicas (tanto aisladas como conectadas a la red eléctrica), eólicas para el suministro eléctrico, instalaciones mixtas de dos o más de los sistemas anteriores e instalaciones de biomasa para usos térmicos. No debe olvidarse que el apoyo económico es fundamental para lograr la difusión de este tipo de proyectos.

A.4. CONFIGURACIÓN BÁSICA DE UNA INSTALACIÓN SOLAR

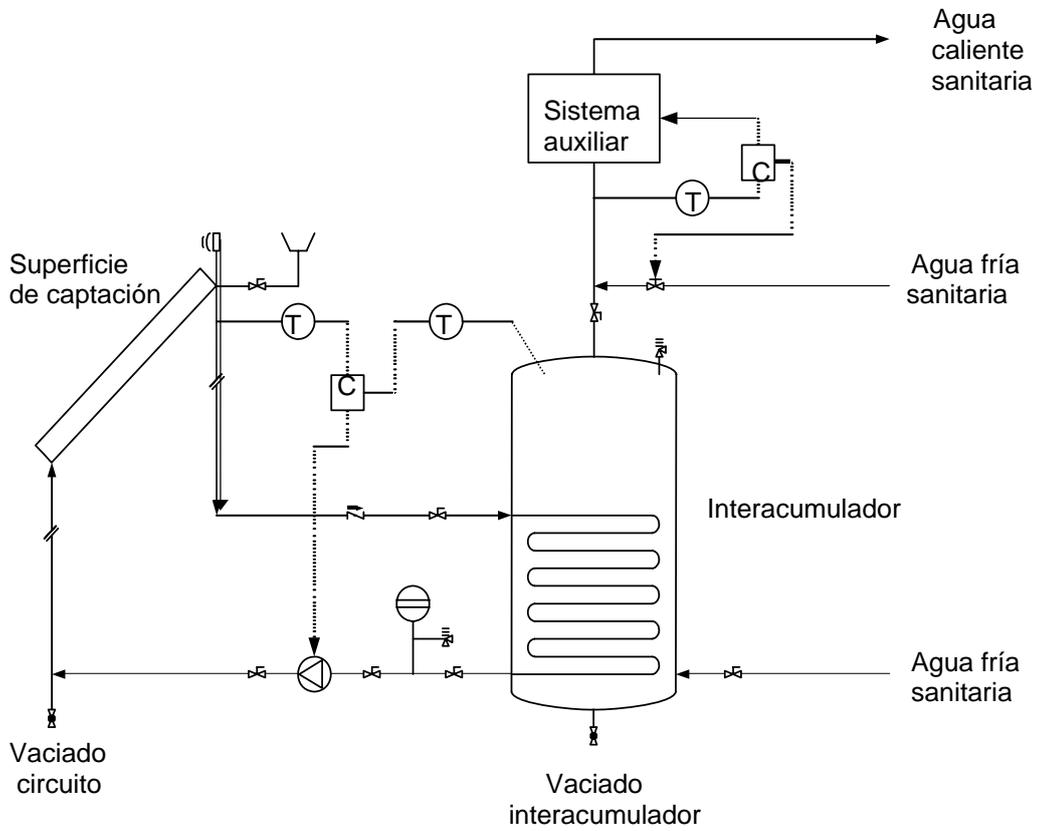
De forma general, una instalación solar convencional puede estar constituida por:

- Un sistema de captación formado por el conjunto de colectores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que éstos contienen. Este fluido se conoce como fluido caloportador y es el encargado de recoger y transmitir la energía captada por el absorbedor a los acumuladores.

En la mayoría de los casos van a ser mezclas de agua con anticongelantes para poder adaptarse a los climas fríos.

- Un sistema de acumulación constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que precise su uso. Es necesario puesto que la demanda de utilización casi nunca se produce en aquellos momentos en los que se dispone de suficiente insolación como para cubrirlas.
- Por esto, si se quiere aprovechar correctamente las horas de insolación, es necesario almacenar la energía en aquellos momentos del día en los que esto sea posible y utilizarla cuando se produzca la demanda.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de colectores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de conducir al fluido caliente desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación y desde éste a la red de consumo.

- Un sistema de regulación y control que fundamentalmente se encarga de asegurar el correcto funcionamiento del equipo, para proporcionar un adecuado servicio de agua caliente y aprovechar la máxima energía posible.
- Un sistema de energía auxiliar que se utiliza para complementar el aporte solar, suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los casos de escasa radiación solar o consumo superior al previsto.
- Para la circulación del fluido caloportador, la instalación constará de una bomba de funcionamiento automático y de todos los elementos auxiliares que requieren este tipo de instalaciones, como tuberías, aislamientos, vaso de expansión, válvulas y elementos de seguridad.



Esquema de instalación solar térmica.

A.5. ESTUDIO DE LAS NECESIDADES A CUBRIR Y DE LA SUPERFICIE ÓPTIMA DE COLECTORES

Como paso previo antes de proceder al inicio de un proyecto, se debe conocer con la máxima precisión posible las necesidades energéticas, función de los consumos previstos de los futuros usuarios de la instalación. La temperatura y consumo de agua caliente por persona y día son parámetros que también hay que conocer.

Otro aspecto a tener en cuenta es el índice o porcentaje de ocupación, ya que la ocupación en la factoría varía dependiendo el mes. En nuestro caso, a excepción del mes de Agosto, el resto se ha tomado un porcentaje del 100%.

Así, una vez establecidos los consumos en litros o metros cúbicos de agua caliente en cada uno de los doce meses del año, se procede a elaborar la hoja de carga. La carga es la demanda térmica que la instalación debe soportar o satisfacer, esto es, el consumo energético que, en el caso del agua caliente sanitaria que nos ocupa, será directamente proporcional al consumo volumétrico.

De esta forma para una temperatura del agua preparada para el consumo, en torno a los 50°C, y considerando que la temperatura inicial de ésta (procedente de la red de distribución general) es mucho menor, un sencillo cálculo permitirá averiguar la cantidad de energía necesaria para conseguir la cantidad de agua caliente previamente calculada y a la temperatura requerida.

A.6. UBICACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

Es muy importante que en la instalación del campo de captadores solares primen, sobre todo, los siguientes factores: *máxima insolación*, para conseguir el mayor rendimiento posible, *seguridad de montaje y sujeción*, para asegurar la fijación de los captadores en la instalación y evitar su desprendimiento ante acciones externas, y *cercanía al depósito de acumulación*, para evitar pérdidas innecesarias.

Para que los paneles solares puedan abarcar la máxima radiación posible de energía solar es necesario que sean colocados en el lugar de máxima exposición al sol, en nuestro caso, en la cubierta del módulo de vestuarios, ya que en dicho módulo los trabajadores harán uso del ACS en las duchas de los servicios de dicho módulo. Al ser un módulo con techos paralelos a la horizontal, se facilita el anclaje de los paneles, así como la posibilidad de orientar los paneles hacia el sur, que es la orientación donde la exposición al sol se produce el máximo números de horas posibles.

La colocación del campo de colectores debe asegurar que el recorrido hidráulico sea el mismo para todos los colectores, de no ser así, los saltos térmicos de los colectores serían diferentes de unos a otros, reduciendo así el rendimiento global de la instalación. A fin de garantizar el equilibrio hidráulico es necesario disponer las conexiones de los colectores entre sí de forma que se realice el llamado retorno invertido, siempre que sea técnica y económicamente viable. Mediante esta técnica lo que se hace es partir de una situación tipo en la que se comienza con un circuito de ida donde la conducción del fluido frío se dirige hasta el colector más lejano para, a partir de ese punto, distribuir el fluido a todos los colectores o baterías de colectores, por su parte baja. El retorno, que conduce el fluido tras ser calentado en los paneles se realizará por la parte superior opuesta a la conexión de entrada, manteniendo siempre un orden contrario al del circuito de ida, es decir, el colector que primero recibe la alimentación de fluido caloportador es hora del que recogemos en último lugar el fluido caliente y viceversa.

La longitud del circuito debe ser la más reducida posible para paliar las posibles pérdidas hidráulicas y de calor en el mismo, además de intentar disminuir las pérdidas de calor e hidráulicas en todos los accesorios añadidos al circuito. Y no hay que olvidar que el diseño debe permitir montar y desmontar los colectores.

A la hora de determinar en qué módulo, se colocan los paneles, es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

- ✓ Lugar de anclaje
- ✓ Distancia recorrida hasta el punto de consumo
- ✓ Estudio de sombras

- *LUGAR DE ANCLAJE*

Como hemos dicho con anterioridad, los techos de los módulos o naves que componen la factoría son paralelos a la horizontal.

Siendo la superficie sobre la que se anclan los paneles, plana, concede todas las posibilidades a la hora de orientar los paneles respecto al sur y respecto a la horizontal.

- *DISTANCIA RECORRIDA AL PUNTO DE CONSUMO*

Al ser tres los edificios que componen la factoría (nave A, nave B y vestuarios) se presentan varias posibilidades de colocar los paneles solares.

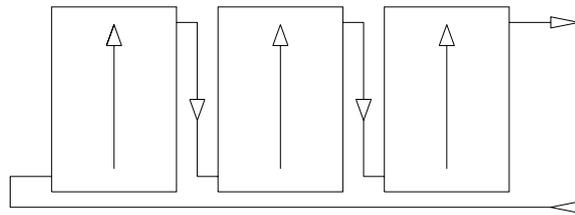
Es preferible situar todos los paneles en un mismo edificio, pues esto supondría un alejamiento considerable entre unos paneles y otros con las consecuentes pérdidas de calor a través de las tuberías que unen dichos paneles.

El conexionado de paneles está formado por conjuntos de paneles que deben interconectarse entre si con el resto del sistema. Debemos tener unas consideraciones que resultan de suma importancia para el buen funcionamiento del sistema. Entre las consideraciones más importantes a tener en cuenta son las siguientes:

- Todos los captadores solares de un mismo sistema han de ser iguales.
- La entrada del fluido será siempre por la toma inferior.
- La salida del fluido siempre se efectuará por la parte superior opuesta a la de la entrada.
- El caudal de los captadores solares térmicos para el dimensionado orientativo está comprendido entre 50 y 70 l/h por m².
- La longitud de las conducciones será lo más corta posible, de este modo reduciremos las pérdidas de carga.
- Aislar correctamente para evitar pérdidas de calor y puentes térmicos.
- En el diseño de la distribución de los captadores solares, se evitará la formación de bolsas de aire o vapor.
- Por último, se permitirá montar y desmontar los captadores con facilidad y comodidad.

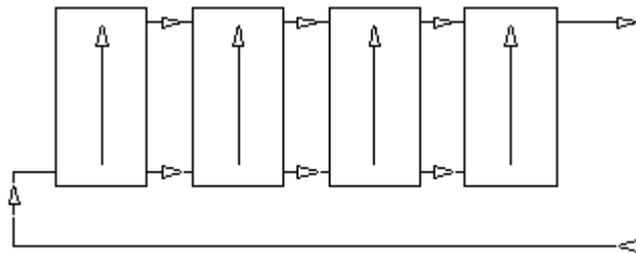
El sistema de captación de las instalaciones solares se puede conectar básicamente en serie o paralelo, o la combinación de los dos (mixto).

El acoplamiento en *serie* de los colectores tiene como consecuencia un aumento de la temperatura del agua, a costa de disminuir el rendimiento de la instalación, debido que al ir pasando el fluido de un colector a otro la temperatura de entrada en cada uno va aumentando y por lo tanto disminuyendo la eficacia global de sistema como se puede apreciar en la fórmula de rendimiento.



Conexión en serie

Lo más habitual es disponer los colectores acoplados en *paralelo*, o en caso de disponerse en varias filas colocarse éstas también en paralelo, de cualquier forma éstas deberán tener el mismo número de unidades y estar colocadas paralelas, horizontales y bien alineados entre sí.



Conexión en paralelo

En el conexionado de captadores en *mixto* utilizamos los dos sistemas, serie y paralelo; todos los conjuntos en serie deben tener el mismo número de colectores que en paralelo, de este modo, el caudal será el mismo para cada conjunto. Aunque su empleo no es nada común, puede tener sentido en instalaciones con grandes superficie de captación, en las que sean necesarios unos requerimientos de temperatura muy alta en la salida.

- *ESTUDIO DE SOMBRAS*

La sombra proyectada por los árboles y construcciones sobre las placas solares hace que el rendimiento de las mismas sea menor ya que la radiación solar que reciben no es la máxima.

La instalación del campo de colectores se realizará de forma que se asegure que no haya más de un 5% de la superficie útil de captación en sombra.

Cuando, por razones justificadas, no se cumpla el requisito anterior se podrá evaluar la reducción producida por las sombras, teniendo en cuenta siempre que el rendimiento sería menor.

A.10. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

Para conseguir que se aproveche al máximo la energía solar disponible en la instalación es recomendable cumplir los siguientes requisitos establecidos en el Pliego de Especificaciones Técnicas de IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía):

Sabemos que:

- Es práctica habitual que para viviendas ocupadas durante todo el año los captadores de los equipos se instalen orientados al sur e inclinados 30° .
- Si se utiliza una inclinación superior se mejoran algo las prestaciones durante el invierno.
- Sería conveniente establecer inclinaciones menores cuando el consumo es superior en verano que el resto del año.

Con esto se tiene un gran abanico de posibilidades de orientación e inclinación. No obstante se debe procurar acercarse lo más posible a las condiciones óptimas de instalación: orientación Sur e inclinación entre 5° y 10° menos que la latitud.

En nuestro caso, la orientación debe ser al sur, como se establece en las especificaciones técnicas de diseño y montaje de instalaciones solares para la producción de agua caliente. Y como nuestra instalación es anual y la ocupación de la planta es prácticamente la misma en invierno y verano, por lo que la inclinación óptima de los paneles estará entre los $26,42^{\circ}$ y los $31,42^{\circ}$ (entre 5° y 10° menos que la latitud).

Se concluye entonces que la orientación e inclinación de los captadores solares planos será:

- ORIENTACIÓN paneles solares: SUR.
- INCLINACIÓN paneles solares: $26,42^{\circ}$ - $31,42^{\circ}$.

A.11. ASPECTOS ECONÓMICOS

El coste final de una instalación va a depender de múltiples factores, como pueden ser el tipo de aplicaciones (agua caliente sanitaria, piscinas, climatización), el tamaño de la instalación (pequeña, mediana o grande), la tecnología utilizada (captadores planos convencionales o de alto rendimiento), las condiciones del mercado, etc.

La bajada de precio podría venir de las mejoras en los procesos de fabricación de los captadores y del ahorro de los costes comerciales como consecuencia de la expansión del mercado.

A.12. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

El generar energía térmica, directamente del sol, sin que exista un proceso de combustión supone, desde el punto de vista medioambiental un procedimiento muy favorable por ser limpio, exento de contaminación, etc....

En primer término toda la energía aprovechada procedente del sol, evita la utilización de un combustible fósil y por tanto la emisión de partículas sólidas en suspensión, CO₂, SO₂, NO_x, etc... Su utilización es posible y suele tener lugar en zonas densamente pobladas, en las que el problema de la calidad del aire es más preocupante.

Además, su utilización en la medida en que se evita el uso de otros combustibles, suprime los impactos originados por ellos en su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que incide beneficiosamente en el agua, suelo, la atmósfera, la fauna, etc... Su utilización beneficia directamente al usuario ya que es un procedimiento limpio y no produce ruidos insignificativos.

En conclusión se puede decir que en una sociedad en que cada día se aprecia con mayor intensidad la calidad de vida (respecto al medioambiente, formas de urbanismo más racionales, etc...) la energía solar, por los motivos expuestos, es un aspecto a tener en cuenta.

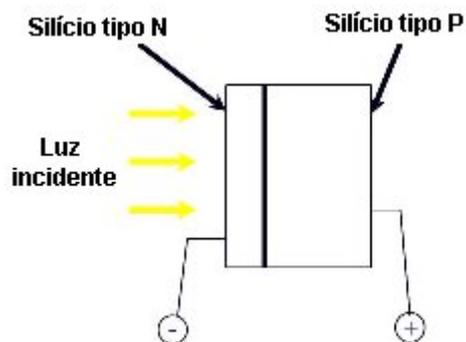
B. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

B.1. GENERALIDADES

Los sistemas de aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica utilizan la célula fotovoltaica y transforman directamente la radiación solar en energía eléctrica de corriente continua. La célula se designa fotovoltaica como PV, término que deriva de las palabras photo= luz, voltaics= voltaje eléctrico.

No consume combustibles fósiles y no poluciona.

El efecto fotovoltaico se produce cuando la radiación solar incide sobre un material semiconductor en el cual se han creado artificialmente dos regiones, la tipo P (P = positivo) dopada en cantidades pequeñísimas de boro que contiene “orificios” cargados positivamente y la tipo N (N = negativo) que contiene electrones adicionales. La unión de estos materiales P y N al ser expuesta a la luz genera un campo electrostático constante, lo que produce un movimiento de electrones (corriente continua) que fluyen al cerrar el circuito con una carga externa.



Una célula individual típica con un área de unos 75 cm^2 es capaz de producir con la luz una diferencia de potencial de unos 0,5 voltios, con una intensidad próxima a los dos imperios y una potencia nominal de pico de un watio (Wp), es decir, la potencia que suministra ante una radiación solar de 1.000 W/m^2 a 25°C .

La unión de varias células constituye el módulo fotovoltaico y el voltaje obtenido depende del diseño y materiales de la célula, mientras que la corriente eléctrica es función de la luz incidente y del área de la célula. Lógicamente, esta corriente es nula cuando es de noche, crece desde la salida del sol, llega a su máximo a mediodía y se anula en la puesta del sol. El montaje en serie o paralelo o mixto de las células, permite alcanzar la tensión y corriente deseadas.

Existen muchos materiales que pueden convertir la luz solar en electricidad pero sólo se usan unos pocos como células solares. El más comercial es el cristal de silicio (Si), pero otros como el silicio amorfo (a-Si), el telurio de cadmio (CdTe), diseleniuro índico de cobre (CuInSe₂) y el arseniuro de galio (GaAs) están disponibles en el mercado.

El rendimiento de la célula es la relación entre la energía eléctrica producida por la célula y la radiación solar incidente. El rendimiento típico varía del 5% en la primera generación de células de película delgada, hasta más del 24% en células de silicio cristalino en condiciones de laboratorio.

Las células:

- *Monocristalinos* (300-350 micras de grueso de 10x10cm) tiene un rendimiento aproximadamente del 18%, lo mantienen durante varias décadas, pero son de fabricación más cara. Se obtienen de silicio puro fundido y dopado con boro.
- *Policristalinos* disponen de muchos cristales de silicio, tienen un menor rendimiento del 13% al 15%, una vida útil de 20 años y son más baratas de fabricación.
- *Silicio amorfo* se fabrican evaporando varias capas de silicio sobre un material base. Su rendimiento es sólo del 11% al 13% y disminuye claramente al cabo de 10 años.

Investigaciones realizadas han desarrollado nuevos sistemas fotovoltaicos que parten de materiales orgánicos consistentes en moléculas de pequeño tamaño conteniendo carbono, y que forman materiales ultrafinos y flexibles que pueden instalarse en grandes superficies. Estos sistemas tienen un menor rendimiento que las células solares convencionales inorgánicas de silicio, pero son más versátiles y menos caros.

El proceso de fabricación se basa en la impresión o en la dispersión de materiales sobre un rollo de plástico, que puede ser coloreado o transparente para las ventanas, pudiendo utilizarse como un entintado que permita el paso de la luz en la primera mitad de la ventana y la generación de energía en la segunda mitad.

La primera célula solar orgánica apareció en el año 1986 pero tenía un rendimiento del 1%. Cambiando los componentes orgánicos por otro y gracias a nuevos métodos de fabricación de formación de la película orgánica, se ha llegado al 5%. Combinando los nuevos materiales y las nuevas técnicas de fabricación se prevé alcanzar un rendimiento del 10%, lo que facilitará sin duda las aplicaciones comerciales.

Aunque las células solares de silicio tienen un rendimiento del 24%, las nuevas células de base orgánica tendrán un precio final muy competitivo, ya que son más baratas de fabricar.

B.2. TIPOS DE CIRCUITOS

B.2.1. SISTEMAS AISLADOS O AUTÓNOMOS

Los sistemas fotovoltaicos autónomos están basados en un sistema propio de almacenaje de energía, baterías eléctricas. Gracias a esta acumulación, se puede disponer del servicio correspondiente cuando se necesita. Para cargar las baterías correctamente y para impedir su descarga total se emplean unos equipos electrónicos denominados reguladores. Se encargan de regular el flujo de energía entre las placas fotovoltaicas y las baterías, y de éstas al consumo, de forma que se eviten sobrecargas y descargas excesivas, que reducirían su vida útil. Otro equipo necesario para estos sistemas es el ondulator o inversor, aparato electrónico cuya misión es dar el servicio eléctrico a corriente alterna y a la tensión habitual de 230V.

Los sistemas autónomos están formados por módulos PV, regulador de carga, inversor y los acumuladores. Este conjunto de equipo está construido e integrado especialmente para realizar cuatro funciones fundamentales:

- Transformar directa y eficientemente la energía solar en energía eléctrica.
- Almacenar adecuadamente la energía eléctrica generada.
- Proveer adecuadamente la energía producida (el consumo) y almacenada.
- Utilizar eficientemente la energía producida y almacenada.

B.2.2. SISTEMAS CONECTADOS A LA RED

Los sistemas fotovoltaicos de conexión a red, aprovechan la energía del sol para transformarla en energía eléctrica, la cual cede a la red convencional para que pueda ser consumida por cualquier usuario conectada a ella.

El funcionamiento básico de estos sistemas consiste en inyectar a la red toda la energía generada por el campo fotovoltaico mediante un inversor que realiza las funciones de transformar la corriente continua en alterna, conseguir el mayor rendimiento del campo fotovoltaico, realizar el acoplamiento a la red y proteger la instalación. Esta energía producida es vendida a las compañías eléctricas a un precio de 0,42 € por kWh según el Real Decreto 436/2004 (0,22 € para las instalaciones de más de 100 kWp). Podemos vender nuestra electricidad fotovoltaica a un precio que es al menos cuatro veces mayor que el que pagamos nosotros por la electricidad que consumimos. Otra alternativa es vender a la red la energía sobrante tras abastecer las necesidades del centro.

En los últimos años, los sistemas de conexión a red eléctrica, constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado.

La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones, ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y, por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Estos sistemas se basan en un concepto parecido al descrito anteriormente para los sistemas autónomos, pero con la diferencia sustancial de que utilizan como medio de “almacenaje” de energía a la misma red eléctrica. El interés de conectar una instalación fotovoltaica a la red es que ésta absorba la electricidad, y que la “ceda” cuando no hay generación suficiente. La idea genial de este sistema es que no desperdicia nada de la energía potencialmente generable por el sistema fotovoltaico: si no la aprovecha el propietario del equipo solar, a través de la red eléctrica la consumirá el abonado más próximo, pero nunca se perderá.

De esta manera no hace falta utilizar baterías: la red eléctrica actúa como una batería de capacidad infinita, y con una eficiencia casi perfecta. Los sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica son más eficientes y económicos que los autónomos.

B.2.3. DIFERENCIAS ENTRE SISTEMAS AUTÓNOMOS Y SISTEMAS CONECTADOS A RED

Ésta es la gran diferencia con los sistemas fotovoltaicos autónomos, donde siempre hay que sobredimensionar la potencia fotovoltaica, con el fin de garantizar el servicio en los períodos menos soleados. En consecuencia, durante la mayor parte del año, existe energía sobrante que el sistema no puede almacenar y que, inevitablemente, se pierde. Por otra parte, el almacenaje de energía en las baterías no es muy eficiente, ya que una parte sustancial de la que se deposita en ellas se pierde y no es posible volverla a recuperar. Por todo ello, la instalación fotovoltaica autónoma es energéticamente menos eficiente y, por consiguiente, la energía que genera también es más cara que la de una instalación fotovoltaica de la misma potencia pero conectada a la red.

En definitiva, un sistema fotovoltaico autónomo, por sus limitaciones de diseño, siempre generará menos energía efectiva o útil que un sistema fotovoltaico conectado a la red, aun teniendo la misma potencia de placas fotovoltaicas. En la siguiente tabla se muestra una comparación de ambas instalaciones (algunos valores pueden variar según la localización geográfica).

Parámetro	Sistema FV autónomo	Sistema FV conectado a la red
Potencia (kWp)	2	2
Potencia ondulador (kW)	4	2
Inclinación óptima (°)	55	30
Radiación anual (kWh/m ²)	1650	1750
Pérdidas de acumulación (%)	10	0

Parámetro	Sistema FV autónomo	Sistema FV conectado a la red
Pérdidas de transformación AC (%)	15	10
Pérdidas de captación media anual (%)	15	10
Producción relativa (%)	100	140

Comparación de algunos parámetros entre las instalaciones fotovoltaicas autónomas y conectadas a la red (I).

En este ejemplo, la producción eléctrica anual del sistema interconectado es en torno a un 40% más que en el caso del sistema autónomo. Las diferencias se deben a:

- *Radiación anual.* El diseño del campo fotovoltaico interconectado busca la inclinación óptima para el máximo de energía anual, mientras que la instalación autónoma persigue, normalmente, el máximo de producción en invierno.
- *Pérdidas de acumulación.* En el sistema interconectado, no hay pérdidas de acumulación.
- *Pérdidas de transformación.* El sistema interconectado tiene menos pérdidas, ya que trabaja una parte muy considerable del tiempo a una potencia óptima, mientras que el autónomo la mayor parte del tiempo trabaja proporcionalmente a muy baja potencia, con un rendimiento menor.
- *Pérdidas de captación anual.* Un sistema autónomo tiene que sobredimensionarse, por lo que una parte del tiempo produce excedentes que no es posible almacenar y, por tanto, se pierden. Un sistema interconectado siempre puede exportar energía (si la red no se desconecta).

También son de gran importancia las siguientes diferencias que se citan a continuación:

Parámetro	Sistema FV autónomo	Sistema FV conectado a la red
Acumulación	Baterías	La misma red
Capacidad de acumulación	Limitada a una autonomía de algunos días	Ilimitada
Acumulación	Las baterías tienen una vida de 1 a 15 años	Vida ilimitada
Regulador	Sí	No
Dependencia de la red	Ninguna	Completa
Energía anual (kWh) por kWp FV ⁽¹⁾	≈ 800	≈ 1100
Coste por kWp FV instalado (euros/kWp) ⁽²⁾	15000 a 18000	9000 a 10000
Inclinación óptima	Latitud +15°	Latitud -8°

Comparación de algunos parámetros entre las instalaciones fotovoltaicas autónomas y conectadas a la red (II).

- (1) Proporción de energía eléctrica generada de forma útil, en relación a su potencia FV, entre ambos sistemas.
- (2) Incluye todos los costes (IVA, proyecto, tramitación, etc.).

B.3. APLICACIONES

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica son variadas, separándose en dos grandes grupos:

- Aisladas de la red.
- Conectadas a la red.

B.3.1. INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED

B.3.1.1. ELECTRIFICACIÓN DOMÉSTICA

La electrificación doméstica es actualmente una de las aplicaciones más importantes de la energía solar fotovoltaica. Hay que tener en cuenta una serie de aspectos:

- La energía que se puede consumir es limitada y por tanto no debe de utilizarse innecesariamente.
- En la medida de lo posible debe consumirse coincidiendo con los momentos de mayor insolación. Con ello se aprovechará mejor la energía producida por los paneles y se alargará la vida de las baterías.
- Existen ciertas utilidades que pueden ponerse en funcionamiento en cualquier hora del día (bombeo de agua, algunos electrodomésticos...).
- Aunque la instalación estará dimensionada para disponer de energía en cualquier época del año, se debe ser especialmente cuidadoso en las épocas de menor insolación.

Es importante consignar que el uso de la energía de origen fotovoltaico en esta aplicación se ha de entender como de cubrimiento de necesidades básicas, habiéndose de completar con medidas de ahorro energético en la instalación.

B.3.1.2. SISTEMAS DE BOMBEO

La posibilidad de bombear agua de pozos o sondeos mediante energía solar fotovoltaica es especialmente atractiva, ya que la necesidad de acudir a estos recursos hídricos suele ir asociada a climas particularmente soleados.

Las posibilidades de bombeo mediante energía fotovoltaica abarcan las aplicaciones de baja necesidad energética, que son, por ejemplo, las que se presentan para sistemas de regadío o para abastecimiento de agua en núcleos rurales.

Son aspectos importantes a la hora de plantearse un sistema de este tipo la profundidad a la que se encuentra el agua, las necesidades de agua, así como la distribución en el tiempo de la demanda de agua.

En las aplicaciones de bombeo no suelen ser necesarias baterías, ya que puede bombearse el agua en mayor cantidad de la necesaria en las horas de máxima insolación, siendo almacenado el exceso en un tanque para satisfacer las necesidades que pudieran plantearse en las horas sin sol.

B.3.1.3. OTRAS UTILIZACIONES

La energía solar fotovoltaica ha sido empleada en multitud de aplicaciones.

Se destacan las siguientes:

- Luminarias.
- Electrificación de balizas: Es una de las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica más extendida, en la que se demuestra la alta fiabilidad de los equipos.

Las balizas pueden ser señalizaciones marítimas (faros, boyas...), aéreas (señales de altura, señalización de pistas...) o de carretera (indicaciones de peligro, señales luminosas...)

- Remisores y repetidores de Radio y TV.
- Sistemas de depuración de aguas.
- Postes SOS, Telefonía móvil, Telefonía rural: Los sistemas fotovoltaicos sirven para alimentar a los equipos de telefonía en situaciones en las que se suma el problema de la acometida de la energía eléctrica al coste de enlace por cable con la red telefónica.

B.3.2. INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED

Dentro de las instalaciones conectadas a la red pueden encontrarse dos casos:

- Centrales fotoeléctricas.
- Sistemas fotovoltaicos en viviendas conectadas a la red.

El modo de funcionamiento de ambos tipos de instalaciones es el mismo, ya que las únicas diferencias que pueden darse son el tamaño de la instalación y el soporte del campo colector.

B.3.2.1. COMPONENTES FOTOVOLTAICOS

Los componentes fotovoltaicos son los siguientes:

Los *módulos fotovoltaicos* están formados por células encapsuladas en resina y colocadas entre dos láminas, siendo la exterior de vidrio y la interior opaca (o de vidrio si el módulo debe ser semitransparente) y producen una corriente continua.

El *regulador de carga*, de características definidas por la tensión nominal y la intensidad máxima que es capaz de disipar, regula la entrada y salida de corriente de las baterías en función de su estado de carga, protegiendo los acumuladores contra la sobrecarga y la descarga excesiva. En el primer caso, cortocircuitan las placas y corta el paso de corriente hacia los acumuladores, y en el segundo, corta el suministro y avisa mediante una alarma que la tensión está próxima a los niveles mínimos de seguridad.

El *inversor* (ondulador o convertidor) convierte la corriente continua (12V,24V,48V) que generan las placas a corriente alterna para adaptarse a la corriente alterna de la red de 220V50Hz. Es de mayor potencia y dispone de controles de fase.

Los *acumuladores eléctricos o baterías* son necesarios para adecuarse a la demanda de energía, que puede variar por la noche o en momentos de poca insolación, y a la producción solar de energía, que puede cambiar a lo largo del año y que depende de las condiciones climáticas.

La transformación directa de la energía solar en energía eléctrica se realiza en un equipo llamado módulo o panel fotovoltaico. Los módulos o paneles solares son placas rectangulares formadas por un conjunto de celdas fotovoltaicas protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado.

Los *módulos fotovoltaicos* están formados por células (PV) encapsuladas en resina y colocadas entre dos láminas, siendo la exterior de vidrio y la interior opaca (o de vidrio si el módulo debe ser semitransparentes) y producen una corriente continua.

La tensión que nos proporciona cada panel es de 12V.

El *rendimiento de los módulos fotovoltaicos* se expresa con la unidad watt-pic (Wp) que representa la potencia que puede suministrar una célula o un módulo fotovoltaico cuando les incide una radiación solar de $1.000\text{W}/\text{m}^2$ a la temperatura de 25°C . Es decir, un panel fotovoltaico de 120Wp en un día caracterizado por una radiación de $5\text{Kwh}/\text{m}^2$ que equivale a 5 Horas Solar Pico (HSP) (o sea $1.000\text{W}/\text{m}^2$ durante 5 horas) recibe una energía de 5horas x 120Wp = 600Wh.

Obsérvese que procediendo de este modo no se requiere conocer el área del panel, ni su rendimiento, sólo su potencia (en Wp) y la irradiación solar (en Kwh/m^2 o HSP).

En el ejemplo anterior las 5 horas se refieren a un sol hipotético de 1.000 W/m^2 que logra, en sólo 5 horas, producir la misma irradiación que logra el sol verdadero en 12 horas. Así:

$$\text{Horas teóricas insolación} = \frac{W / m^2 \text{ insolación}}{1000W / m^2} = \text{Horas solar pico}$$

B.3.2.2. CELDAS SOLARES

Una celda fotovoltaica es el componente que capta la energía contenida en la radiación solar y la transforma en una corriente eléctrica, basado en el efecto fotovoltaico que produce una corriente eléctrica cuando la luz incide sobre algunos materiales.

Las celdas fotovoltaicas son hechas principalmente de un grupo de minerales semiconductores, de los cuales el silicio, es el más usado. El silicio se encuentra en abundancia y además tiene que ser de alta pureza para lograr el efecto fotovoltaico, lo cual encarece el proceso de la producción de las celdas fotovoltaicas.

Una celda fotovoltaica tiene un tamaño de 10 por 10 centímetros y produce alrededor de un vatio a plena luz del día. Normalmente las celdas fotovoltaicas son de color azul oscuro. La mayoría de los paneles consta de 36 células, teniendo diferentes medidas.

Las celdas fotovoltaicas están protegidas por un marco de vidrio y aluminio anodizado cuya función principal es soportar mecánicamente a las celdas fotovoltaicas y de protegerlas de los efectos degradantes de la intemperie, por ejemplo: humedad y polvo.

Hay que tener en cuenta los siguientes parámetros:

- *Potencia nominal*

Se mide en vatios pico (Wp), y describe la potencia eléctrica que producirá una placa cuando recibe una radiación solar equivalente a 1000 W/m². Esta intensidad luminosa sólo se produce durante el mediodía de un día de atmósfera muy limpia.

- *Tensión*

La tensión nominal de las placas fotovoltaicas es, generalmente, de 12V, aunque varía algo a lo largo del día en función de la intensidad luminosa que recibe.

- *Dimensiones*

Existen numerosos modelos y tamaños de placas fotovoltaicas en función de la potencia nominal y de la tecnología de fabricación de las células.

- *Rendimiento*

Las placas monocristalinas tienen el mejor rendimiento energético. En cuanto a la densidad energética (potencia/superficie, Wp/m²), que depende del rendimiento energético y del grado de compacidad o factor de relleno de las células dentro de la placa (ausencia de espacios vacíos), es otro indicador del rendimiento global.

Los mayores rendimientos se obtienen con las placas de células de silicio monocristalino y los menores con las de silicio amorfo (en torno a la mitad).

- *Precio*

En las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de las placas del campo fotovoltaico suponen en torno al 70% del coste total de la instalación, por ello es importante conocer la relación euros/Wp de cada modelo.

El precio de las placas puede oscilar considerablemente en función del distribuidor o instalador consultado, así como de las características de la instalación completa que se solicite.

Características	Atersa	BP
Potencia (Wp)	120	160
Rendimiento (%)	12,3	12,7
Tipo de célula	Monocristalina	Monocristalina
V_{MP}	16,90	35,40
A_{MP}	7,10	4,52
Altura (mm)	1477	1596
Anchura (mm)	660	790
Grosor (mm)	35	50
Superficie (m ²)	0,975	1,261
Wp/m ²	123,1	126,9
Peso (kg)	11,9	15,4
Garantía (años)	20	25

Ejemplo características del modelo de placa.

B.3.2.3. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

- **Inclinación**

Las placas están inclinadas para recibir durante el día la máxima radiación promedio del sol.

El ángulo de incidencia del rayo solar sobre la superficie captadora determina la densidad de rayos solares que entrarán dentro de una superficie determinada.

Los rayos solares inciden sobre la Tierra con diferentes ángulos de inclinación, variables no sólo por la posición del observador, sino también por la época del año. De cualquier forma, como los paneles producen la máxima energía cuando los rayos solares inciden perpendicularmente a la superficie del panel, deberemos buscar el ángulo de inclinación tal que nos produzca la máxima corriente eléctrica una vez orientado en su posición.

En algunos casos la estructura puede ser dotada de mecanismos para un movimiento de seguimiento del sol y así obtener el máximo rendimiento. Estos mecanismos constan normalmente de un motor asociado a un ordenador, con un programa que ajusta la orientación de los paneles de acuerdo con la fecha y hora del día.

En estos casos lo que se deja de generar por estar tanto encima como por debajo de la inclinación óptima representa sólo un 0,2 % por cada grado de desviación respecto de dicha inclinación (en un entorno de $\pm 15^\circ$ respecto a ésta).

La inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos a su vez depende de la latitud del lugar donde se va a instalar. Se emplea una inclinación comprendida entre 5° y 10° menos que dicha latitud.

En cualquier caso, es recomendable una inclinación superior a los 15° , para permitir que el agua de la lluvia se escurra; y donde nieva con cierta frecuencia, es recomendable una inclinación superior a 45° , para favorecer el deslizamiento de la nieve.

▪ **Orientación**

Para instalaciones situadas en el hemisferio norte (caso de España), la orientación del módulo solar será *sur*, mientras que si ésta se encuentra en el hemisferio sur, la orientación será *norte*.

La desviación del plano de captación solar respecto al sur supone una reducción en la energía que incidirá diariamente sobre éste, mayor cuanto más grande sea dicha desviación. En la siguiente tabla se puede observar la radiación solar media anual para distintas desviaciones respecto al sur y distintas inclinaciones.

Cuanto menor sea el ángulo de inclinación, menor será el efecto reductor ocasionado por la desviación.

Como puede verse en la tabla siguiente, la inclinación óptima está en torno a 30° y la orientación *sur*.

FACTORES DE CORRECIÓN SEGÚN UNA INCLINACIÓN Y UNA ORIENTACIÓN DADAS				
INCLINACIÓN				
ORIENTACIÓN	0°	30°	60°	90°
Este	0,93	0,90	0,78	0,55
Sur-Este	0,93	0,96	0,88	0,66
Sur	0,93	1,00	0,91	0,68
Sur-Oeste	0,93	0,96	0,88	0,66
Oeste	0,93	0,90	0,78	0,55

Relación de pérdidas (sobre el valor máximo teórico) según la orientación e inclinación del campo solar. Como puede verse, la inclinación óptima está en torno a 30° y la orientación sur.
(Fuente Bibliografía).

En definitiva, incluso asumiendo "pérdidas" (lo que se deja de generar) de hasta un 5 – 10 % se tiene un gran abanico de posibilidades de orientación e inclinación, y se facilita la instalación de generadores fotovoltaicos en diferentes circunstancias. No obstante se debe procurar acercarse lo más posible a las condiciones óptimas de instalación: orientación Sur e inclinación entre 5° y 10° menos que la latitud.

Se concluye entonces que la orientación e inclinación de los captadores solares planos será:

- ORIENTACIÓN paneles solares fotovoltaicos: SUR.
- INCLINACIÓN paneles solares fotovoltaicos: 30°.

- **Sombras**

La sombra proyectada por los árboles y construcciones sobre un campo fotovoltaico impide la generación de electricidad y puede bloquear el paso de electricidad generada por las placas que reciben la radiación solar, con el peligro de provocar un defecto permanente.

La instalación del campo de colectores se realizará de forma que se asegure que no haya más de un 5% de la superficie útil de captación en sombra.

Cuando, por razones justificadas, no se cumpla el requisito anterior se podrá evaluar la reducción producida por las sombras en las prestaciones energéticas de la instalación, teniendo en cuenta que el rendimiento de los módulos fotovoltaicos será menor.

B.3.2.4 SUPERFICIE NECESARIA

La superficie va a depender del número de módulos que se quiera emplear así como de la potencia que se quiera instalar. En general se considera que cada kWp de módulos ocupa una superficie comprendida entre 7 y 11 m². Por tanto, es difícil no disponer de suficiente espacio para llevar a cabo la instalación (poste, techo, jardines...).

B.3.2.5. MANTENIMIENTO

- Las instalaciones fotovoltaicas requieren un mantenimiento mínimo y sencillo, que se reduce a las siguientes operaciones:

- **Paneles.** Requieren un mantenimiento nulo o muy escaso, debido a su propia configuración: no tienen partes móviles y las células y sus conexiones internas están encapsuladas en varias capas de

material protector. Es conveniente hacer una inspección general 1 ó 2 veces al año: asegurarse de que las conexiones entre paneles y al regulador están bien ajustadas y libres de corrosión. En la mayoría de los casos, la acción de la lluvia elimina la necesidad de limpieza de los paneles; en caso de ser necesario, simplemente utilizar agua.

- **Regulador.** La simplicidad del equipo de regulación reduce sustancialmente el mantenimiento y hace que las averías sean muy escasas. Las operaciones que se pueden realizar son las siguientes: observación visual del estado y funcionamiento del regulador; comprobación del conexionado y cableado del equipo; observación de los valores instantáneos del voltímetro y amperímetro: dan un índice del comportamiento de la instalación.
- **Acumulador.** Es el elemento de la instalación que requiere una mayor atención; de su uso correcto y buen mantenimiento dependerá en gran medida su duración. Las operaciones usuales que deben realizarse son las siguientes:
 - Comprobación del nivel del electrolito (cada 6 meses aproximadamente): debe mantenerse dentro del margen comprendido entre las marcas de 'Máximo' y 'Mínimo'. Si no existen estas marcas, el nivel correcto del electrolito es de 20 mm por encima del protector de separadores. Si se observa un nivel inferior en alguno de los elementos, se deben rellenar con agua destilada o desmineralizada. No debe rellenarse nunca con ácido sulfúrico.

Al realizar la operación anterior debe comprobarse también el estado de los terminales de la batería; debe limpiarse de posibles depósitos de sulfato y cubrir con vaselina neutra todas las conexiones.

- **Medida de la densidad del electrolito** (si se dispone de un densímetro). Con el acumulador totalmente cargado, debe ser de 1,240 +/- 0,01 a 20 grados Celsius. Las densidades deben ser similares en todos los vasos. Diferencias importantes en un elemento es señal de posible avería.

B.3.2.6. VIDA ÚTIL DE LAS INSTALACIONES

La vida útil de una planta fotovoltaica, la define la vida útil de sus componentes principalmente el generador o módulo fotovoltaico, que constituye más del 80% del valor de la instalación. El mantenimiento escaso, pero necesario para una vida más larga de la instalación, constituye el segundo factor de importancia.

Por lo general se considera que la vida de los módulos fotovoltaicos es de unos 25-30 años; de hecho, a menudo se encuentran en el mercado módulos con garantías de 10, 15 y 20 años. Sin embargo, la experiencia demuestra que en realidad estos componentes nunca (hasta ahora) dejan de generar electricidad, aunque con la edad las células fotovoltaicas reducen algo (muy poco) su rendimiento energético. Recuérdese que en general se trata de equipos fabricados para resistir todas las inclemencias del tiempo.

Igualmente, los fabricantes de generadores garantizan una vida útil de 25 años para estos productos. La vida útil de los restantes elementos que componen la planta FV, inversores y medidores, así como los elementos auxiliares, cableado, canalizaciones, cajas de conexión etc...., es la vida útil típica de todo equipo electrónico y material eléctrico, la cual es compatible con la larga vida útil del generador FV, con el adecuado mantenimiento.

B.3.2.7. VENTAJAS DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

- Al contrario de lo que sucede con los grupos electrógenos, los sistemas fotovoltaicos no requieren abastecimiento de combustible, son totalmente silenciosos, apenas requieren mantenimiento y tienen una vida útil mucho más larga.
- Prácticamente el único mantenimiento que se requiere es controlar el nivel del electrolito en la batería y añadirle agua destilada cada cierto tiempo.
- La duración de una batería de tipo estacionario oscila entre 15 y 20 años. Los paneles solares tienen una duración muy superior (los fabricantes ofrecen garantías de hasta 30 años).

- La electricidad se produce en el mismo lugar donde se consume, eliminando la necesidad de instalar tendidos eléctricos, que suponen no sólo un importante coste económico sino también un impacto sobre el paisaje y las aves. Además los paneles fotovoltaicos, por su aspecto y constitución, resultan fáciles de integrar y adaptar en las edificaciones rurales. Los sistemas solares fotovoltaicos son la solución ideal para aquellos casos en los que se intenta respetar al máximo el entorno natural, como ocurre con los Espacios Naturales Protegidos.
- Utilizan una fuente de energía renovable (la radiación solar), lo que quiere decir que a la escala temporal humana es inagotable, al contrario de lo que sucede con las fuentes de energía convencionales que dependen de un recurso que es limitado (petróleo, carbón, gas natural, etc).
- Producen electricidad sin necesidad de ningún tipo de reacción o combustión, evitando la emisión a la atmósfera de CO₂ u otros contaminantes responsables entre otros fenómenos, del calentamiento de la atmósfera (efecto invernadero).

B.3.2.8. IMPACTO AMBIENTAL

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc).

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

- a) **Clima.** La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero.

- b) Geología. Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la Naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.
- c) Suelo. Al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo o su erosionabilidad es nula.
- d) Aguas superficiales y subterráneas. No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.
- e) Vegetación y fauna. La repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.
- f) Paisaje. Los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual.
- g) Ruidos. El sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.
- h) Medio social. El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los techos de las viviendas.

B.3.2.9. ASPECTOS ECONÓMICOS

El análisis de los costes de este tipo de instalaciones depende de multitud de factores, desde técnicos (tipo de instalación, coste de inversión, mantenimiento y conservación), hasta de política energética (precio de la energía y ayudas públicas), pasando por factores de política económica (tipos de interés e inflación), medioambientales (costes ecológicos) y sociales (gustos y preferencias, modas, etc.).

La inversión dependerá del tamaño de la instalación y de su conexión, o no, a la red eléctrica: para instalaciones entre 3 y 300 kWp, el coste por vatio instalado y conectado a la red eléctrica puede estar entre 7,1 y 5,6 €/Wp respectivamente, según datos de ASIF (Asociación de la Industria Fotovoltaica). El precio de los paneles suele ser entre el 45 – 50% del coste total de la inversión, que unido al resto de equipo necesario supone entre el 70 – 75% del coste total, siendo el 25 % -30 % restante destinado a la ingeniería, administración, y gastos generales.

Por último, hay que evaluar el retorno económico y en ese apartado, además del precio de la electricidad, influye la cantidad que se pueda producir. Existen una serie de factores importantes a la hora de saber cuánta electricidad vamos a producir, dado que el panel fotovoltaico genera electricidad en función de la radiación solar, el lugar donde esté instalado, la inclinación, la polución o el mantenimiento que se le aplique. La misma inversión puesta de una forma o de otra puede generar mucha más (o mucha menos) electricidad.

C. ENERGÍA EÓLICA

C.1. GENERALIDADES

La energía eólica es la energía producida por el viento. El sol radia a la Tierra una energía de $1,37 \text{ Kw/m}^2$ y como el área circular que presenta la Tierra hacia el Sol es de $1,27 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$, resulta una potencia transmitida a la Tierra de $1,7399 \cdot 10^{14}$ vatios, es decir, una energía de 173.990.000.000 Mwh/hora. Un porcentaje que varía entre 1% a 2%, se puede convertir en energía del viento.

La primera utilización por parte del hombre de la capacidad energética del viento, la constituye la navegación a vela. Barcos con velas aparecían ya en los grabados egipcios más antiguos (3.000 a.C.). Los egipcios, los fenicios y más tarde los romanos tenían que utilizar además los remos para contrarrestar una característica esencial de la energía eólica, su discontinuidad. Efectivamente, el viento cambia de intensidad y de dirección de manera impredecible, por lo que había que utilizar los remos en los periodos de calma o cuando no soplaba en la dirección deseada.

Hoy en los parques eólicos, se utilizan los acumuladores para producir electricidad durante el tiempo en que el viento no sopla. Otra característica de la energía producida por el viento es su infinita disponibilidad en función lineal de la superficie expuesta a su incidencia. En los parques eólicos, cuantos más molinos haya, más potencia se genera en la central. Las únicas limitaciones al aumento del número de molinos son las urbanísticas y el posible impacto ambiental.

Un parque eólico es una instalación que dispone de varios generadores que sirven conjuntamente energía eléctrica a la red.

Una gran instalación consta de varias decenas de aerogeneradores, de la misma potencia o no, distribuidos según las condiciones locales del viento, que se han proyectado para trabajar a barlovento (de cara al viento) y requieren un sistema de control de orientación del bastidor y de las palas (si son variables), o a sotavento (de espaldas al viento), sin necesidad de tal control.

El parque utiliza dispositivos eléctricos para controlar cada aerogenerador, estos están situados a pie de torre (armario con interruptores, contactores, etc.), dispone de una infraestructura eléctrica centralizada en un transformador único con las líneas procedentes de cada unidad, o bien actuando de escalón intermedio de transformación para varios grupos de aerogeneradores, utiliza anemómetros o torres meteorológicas para medir la dirección y velocidad del viento, la presión y la temperatura y un sistema de telecontrol parcial o total.

A partir de los mapas eólicos, se considera que una zona donde la velocidad del viento es de 5m/s durante más de 3.500 horas/año, es adecuada para instalar un parque eólico. Dentro de la zona, dos factores decisivos son la rugosidad del terreno (que frena el viento) y las pendientes superiores a los 30° que provocan turbulencias).

C.2. ANTECEDENTES

La energía eólica supone actualmente un logro innegable en el abastecimiento eléctrico a millones de habitantes, crea decenas de miles de puestos de trabajo y genera miles de millones de ingresos. El ritmo del cambio y del progreso ha sido rápido para una industria tan joven.

Las ventajas de la energía eólica son irresistibles: protección al medio ambiente, crecimiento económico, diversidad en el suministro de energía, rápido despliegue, innovación y transferencia de tecnología. El combustible es, además, gratis, abundante e inagotable.

La energía eólica es, en resumen, una de las mejores alternativas actuales; es una fuente energética mundial, accesible, común y viable, que es capaz de sustituir a los combustibles fósiles.

Entre las energías renovables, la energía eólica es la más avanzada y la más asequible, comercialmente hablando. Su coste continúa en descenso a medida que mejora la tecnología y se optimiza la utilización de los emplazamientos. Es una fuente totalmente natural que suministra energía limpia y en los últimos años ha sido la fuente de energía de mayor crecimiento mundial.

C.3. EL VIENTO

C.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL VIENTO

Como la mayoría de las energías renovables, la eólica tiene su origen en la radiación solar, puesto que es ella la responsable de que se produzca el viento. Y ¿cómo se genera? La atmósfera de la Tierra absorbe la radiación solar de forma irregular debido a diversos factores (diferencias entre la superficie marina y la continental, elevación del suelo, nubosidad, alternancia del día y la noche, etc.) y esa irregularidad hace que haya masas de aire con diferentes temperaturas y, en consecuencia, presiones. A su vez, las diferentes presiones provocan que el aire tienda a desplazarse desde las zonas de alta presión hacia las de baja presión, generando el movimiento del aire; es decir, el viento.

El viento se genera por el calentamiento desigual que sufre la tierra. El calentamiento es más intenso cerca del ecuador y durante el día, esto provoca que las zonas más calientes se muevan sobre la superficie de la tierra en su movimiento de rotación. Generalmente el aire caliente sube, para después circular por la parte superior de la atmósfera y caer en las zonas más frías. A nivel del suelo la circulación es en sentido inverso. El efecto combinado del desigual calentamiento de la tierra y de las fuerzas centrífugas y de Coriolis debidas a la rotación, da lugar a vientos a escala terráquea, con unas tendencias más o menos permanentes. Los vientos alisios, polares y vientos del Oeste son ejemplos significativos de vientos con estas características.

C.3.2. VARIACIÓN DEL VIENTO CON LA ALTURA

Aun en terreno llano el viento varía con la altura sobre el suelo.

El estudio de dicha variación es de gran importancia por las siguientes razones:

- A mayor altura hay mayor velocidad del viento, y por tanto la potencia producida por las aeroturbinas también es mayor, aunque

por otra parte, al ser más alta la torre mayor es su coste. Es por tanto necesario a la hora de optimizar el sistema tener en cuenta estos dos efectos. Ésta es una de las razones por las que modernamente se tiende a hacer máquinas más grandes y de más potencia, y consecuentemente más altas.

- Cada pala al girar se encuentra con viento variable, por lo que se generan cargas alternativas.
- Por la misma razón tendrá lugar fluctuaciones de la energía eléctrica generada.

C.3.3. COMPONENTES DEL VIENTO

Hay tres componentes del viento que determinan la potencia disponible de un sistema de conversión de energía eólica:

1. Velocidad del viento: es un parámetro crítico porque la potencia varía según el cubo de la velocidad del viento, o sea, una o dos veces más alta significa ocho veces más de potencia. Además, la velocidad varía directamente con la altitud sobre el suelo, por la fricción causada por montañas, árboles, edificios y otros objetos. Las turbinas eólicas requieren una velocidad de viento mínima para empezar a generar energía: para pequeñas turbinas, este es, aproximadamente, de 3,5 metros por segundo (m/s); para turbinas grandes, 6 m/s, como mínimo.

La velocidad del viento es muy importante para la cantidad de energía que un aerogenerador puede transformar en electricidad: la cantidad de energía que posee el viento varía con el cubo (la tercera potencia) de la velocidad media del viento; p.ej., si la velocidad del viento se duplica la cantidad de energía que contenga será $2^3 = 2 \times 2 \times 2 =$ ocho veces mayor.

2. Características del viento (turbulencia): mientras que los modelos de viento globales ponen el aire en movimiento y determinan, a grandes rasgos, el recurso de viento en una región, rasgos topográficos locales, que

incluyen formaciones geográficas, flora y estructuras artificiales, pueden mostrar la diferencia entre un recurso eólico utilizable y uno que no lo es.

Hay variaciones estacionales o mensuales del viento; es bien conocido que hay meses más ventosos que otros. También es conocido que hay años de más viento, o hasta décadas, aunque estas variaciones a tan largo plazo sean menos predecibles, lo que en algunos casos puede dar lugar a problemas a la hora de calcular la rentabilidad de un parque eólico.

3. Densidad del aire: temperaturas bajas producen una densidad del aire más alta. Mayor densidad significa más fluidez de las moléculas en un volumen de aire dado y más fluidez de las moléculas encima de una pala de la turbina produce un rendimiento más alto de la potencia, para una velocidad del viento dada.

C.3.4. OBSTÁCULOS DEL VIENTO

Los obstáculos disminuirán la velocidad del viento corriente abajo del obstáculo. Esta disminución depende de la porosidad del obstáculo, es decir, de cómo de "abierto" sea el obstáculo (la porosidad se define como el área libre dividida por el área total del objeto de cara al viento).

El efecto de frenado del viento que un obstáculo produce aumenta con la altura y la longitud del mismo. Obviamente, el efecto será más pronunciado cerca del obstáculo y cerca del suelo.

C.3.5. ENERGÍA PRODUCIDA POR EL VIENTO

- Curva de potencia

La curva de potencia de un aerogenerador es un gráfico que indica cuál será la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades del viento.

Las curvas de potencia se obtienen a partir de medidas realizadas en campo, dónde un anemómetro es situado sobre un mástil relativamente cerca del aerogenerador (no sobre el mismo aerogenerador ni demasiado cerca de él, pues el rotor del aerogenerador puede crear turbulencia, y hacer que la medida de la velocidad del viento sea poco fiable).

Si la velocidad del viento no está variando demasiado rápido, pueden usarse las medidas de la velocidad del viento realizadas con el anemómetro y leer la potencia eléctrica disponible directamente del aerogenerador, y dibujar los dos tipos de valores conjuntamente en un gráfico.

Esta curva muestra el valor mínimo de velocidad de viento necesario para que un aerogenerador determinado empiece a funcionar (V_a), normalmente comprendido entre los 5 y 7 m/s. A partir de este valor y a medida que aumenta la velocidad del viento, aumenta la potencia proporcionada por el aerogenerador, hasta llegar a un punto dónde el aerogenerador proporciona un valor de potencia máxima ($P_{m\grave{a}x}$ a $V_{p_{m\grave{a}x}}$). Para velocidades de viento superiores a $V_{p_{m\grave{a}x}}$ (25-28 m/s), el aerogenerador debe frenarse por razones de seguridad.

– *Coefficiente de potencia*

El coeficiente de potencia indica con qué eficiencia el aerogenerador convierte la energía del viento en electricidad.

Para medir técnicamente como es de eficiente un aerogenerador simplemente dividimos la potencia eléctrica disponible por la potencia eólica de entrada.

La potencia de un aerogenerador es proporcional al cuadrado del diámetro del rotor y al cubo de la velocidad.

C.3.6. AEROGENERADORES

En la actualidad existe toda una enorme variedad de modelos de aerogeneradores, diferentes entre sí tanto por la potencia proporcionada, como por el número de palas o incluso por la manera de producir energía eléctrica (aisladamente o en conexión directa con la red de distribución convencional). Pueden clasificarse según su posición en eje vertical o eje horizontal:

- Eje vertical: Su característica principal es que el eje de rotación se encuentra en posición perpendicular al suelo.
- Eje horizontal: Son los más habituales y en ellos se ha centrado el mayor esfuerzo de diseño en los últimos años.

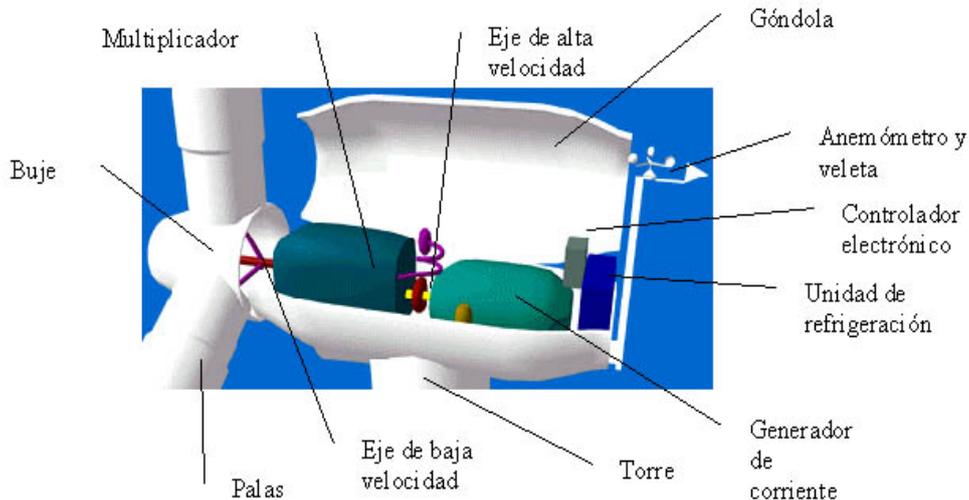
C.3.7. TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGÍA

El dispositivo que se utiliza para aprovechar la energía contenida en el viento y transformarla en eléctrica es la turbina eólica. Una turbina obtiene su potencia de entrada convirtiendo la energía cinética del viento en un par (fuerza de giro), el cual actúa sobre la palas o hélices de su rotor. Para la producción de electricidad la energía rotacional es convertida en eléctrica por el generador que posee una turbina; en este caso, llamado *aerogenerador*.

Cuando la velocidad del viento que incide sobre un aerogenerador aumenta, lo hacen también las fuerzas que se producen sobre las palas. Estas fuerzas desarrollan par mecánico y esfuerzos sobre los elementos mecánicos del aerogenerador. El par mecánico desarrollado por la turbina, cuando está girando a una determinada velocidad, produce una potencia mecánica que se transmite al generador y se convierte finalmente en energía eléctrica. En este proceso de conversión de energía intervienen fundamentalmente: el *rotor eólico* que es el elemento que convierte la energía cinética del viento en energía mecánica, el *tren de potencia* que transmite la potencia mecánica desarrollada por la turbina al generador eléctrico mediante una caja de multiplicación de velocidad, y por último el *generador eléctrico* que es el dispositivo encargado de transformar la energía mecánica en eléctrica.

C.3.8. COMPONENTES

Un aerogenerador se compone de los siguientes elementos:



Góndola: Contiene los componentes clave del aerogenerador, incluyendo el multiplicador y el generador eléctrico. A la izquierda de la góndola tenemos el rotor del aerogenerador, es decir las palas y el buje.

Buje del rotor: Pieza central para sujetar las piezas destinadas a girar alrededor de un eje. Es la componente de la aeroturbina que conecta las palas al eje principal, conectado a su vez a la caja de cambios.

Caja de cambios: Su finalidad es aumentar la velocidad de giro para poderse conectar la aeroturbina a la red eléctrica.

Rotor: Una primera clasificación de las turbinas eólicas se puede realizar atendiendo al tipo de rotor eólico y la disposición de su eje de giro.

El rotor es el elemento principal de una máquina eólica, siendo su función la transformación de la energía cinética del viento en mecánica utilizable. Se entiende por rotor eólico el conjunto de componentes del aerogenerador que giran fuera de la góndola. Estos componentes son las palas, el buje y el mecanismo de cambio de paso de la pala. Desde un punto de vista de diseño y fabricación se pueden considerar como elementos independientes.

Sin embargo, cuando se estudia su funcionamiento, es muy adecuado incluirlos, como parte del rotor eólico o bien como componentes del tren de potencia.

El tipo de rotor más adecuado en turbinas adecuadas diseñadas para producir energía eléctrica es el rotor tipo hélice.

Existe gran variedad de rotores y su clasificación más usual se realiza en función de la disposición del eje: horizontal o vertical, de los cuales el primero es el más común.

Los rotores de eje horizontal tienen aspas que giran en un plano vertical como las hélices de un avión. Para sistemas de generación eléctrica, el rotor consiste generalmente en dos o tres aspas y está hecho de fibra de vidrio con poliéster o epoxy. Los rotores de sistemas para aplicaciones mecánicas suelen tener más aspas (10 a 20), y giran a velocidades más bajas.

El rotor de una turbina eólica puede variar en tamaño, lo cual afecta la cantidad de energía correspondiente que se puede generar.

Torre: Las máquinas eólicas deben estar situadas sobre una estructura de soporte capaz de aguantar el empuje del viento que transmiten el sistema de captación y las eventuales vibraciones. Su altura debe ser suficiente para evitar que las turbulencias, debidas al suelo, afecten a la máquina y para superar los obstáculos cercanos. Por ejemplo, una turbina de 750 kW tiene una altura típica de 63 metros. El uso de torres más altas significa un costo mayor al inicio, pero éste disminuye el período de la recuperación de la inversión, debido a que la velocidad del viento aumenta con la altura y logra generar más energía.

Palas: Son el elemento más importante de la aeroturbina a través del cual se capta la energía. Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje.

Multiplicador: Multiplica por un factor las vueltas de las palas por minuto para producir.

Eje de baja velocidad: Conecta el buje del rotor al multiplicador. En un aerogenerador moderno de 600 kW el rotor gira muy lento, a unas 19 a 30 revoluciones por minuto (r.p.m.) El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.

Eje de alta velocidad: Gira aproximadamente a 1.500 r.p.m. lo que permite el funcionamiento del generador eléctrico. Está equipado con un freno de disco

mecánico de emergencia. El freno mecánico se utiliza en caso de fallo del freno aerodinámico, o durante las labores de mantenimiento de la turbina.

Generador eléctrico: Suele ser un generador asíncrono o de inducción. En los aerogeneradores modernos la potencia máxima suele estar entre 500 y 1.500 kW.

Controlador electrónico: Es un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación.

Unidad de refrigeración: Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contiene una unidad refrigerante por aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores refrigerados por agua.

Anemómetro: Aparato que mide la velocidad del viento.

Veleta: Aparato que mide la dirección del viento.

C.3.9. FUNCIONAMIENTO DE UN AEROGENERADOR

- Sustentación

Como sabemos la cara superior de un aeroplano está curvada mientras que la cara inferior es casi recta.

Cuando el ala se desliza por el aire, el aire se mueve rápidamente a lo largo de la superficie curvada. Esto crea una baja presión en la parte superior, lo que crea la *sustentación*, que empuja el ala del aeroplano hacia arriba. Se produce una fuerza de empuje lo que hace que el aeroplano pueda volar.

- Mecanismo de orientación

El mecanismo de orientación de un aerogenerador es utilizado para girar el rotor de la turbina en contra del viento.

Error de orientación

Se dice que la turbina eólica tiene un error de orientación si el rotor no está perpendicular al viento. Un error de orientación implica que una menor proporción de la energía del viento pasará a través del área del rotor.

Si esto fuera lo único que ocurre, el mecanismo de orientación sería una excelente forma de controlar la potencia de entrada al rotor del aerogenerador. Sin embargo, la parte del rotor más próxima a la dirección de la fuente de viento estará sometida a un mayor esfuerzo que el resto del rotor. De una parte, esto implica que el rotor tendrá una tendencia natural a orientarse en contra del viento, independientemente de si se trata de una turbina corriente abajo o corriente arriba. Por otro lado, esto significa que las palas serán torsionadas hacia ambos lados en la dirección de "flap" (dirección perpendicular al plano del rotor) a cada vuelta del rotor. Por tanto, las turbinas eólicas que estén funcionando con un error de orientación estarán sujetas a mayores cargas de fatiga que las orientadas en una dirección perpendicular al viento.

- Arranque del aerogenerador

Cuando la turbina detecta viento en cualquier dirección, por los sensores de velocidad de viento (anemómetros de turbina), el controlador realiza las siguientes órdenes al aerogenerador, a través de los motores correspondientes:

- **Entre 2 - 3 m/s.** Envía la orden de posicionarse frente al viento. Esta orden se denomina orientación de la turbina.
- **A partir de 3 m/s.** La orden de desaplicar frenos para permitir el giro de la turbina y comenzar a girar por el efecto únicamente del empuje del viento.
- **Paso variable,** además envía la consigna de posición de las palas progresivamente 90° - 0° .

- **Rpm=>1500.** Al llegar a la velocidad de sincronismo del generador solicitado (dependiendo del viento, se selecciona un generador u otro con velocidades diferentes), se conecta el generador a red de forma suave, contando para ello con electrónica de potencia mediante tiristores (un tipo de interruptor continuo de semiconductor, que puede ser controlado electrónicamente). Al realizar la conexión (dura entre 3 y 4 segundos), se conecta directamente el generador a red, mediante un interruptor.
- **Conexión directa red.** A partir de este momento, el generador queda conectado directamente a la red eléctrica general, enviando la energía al sistema nacional. La velocidad es constante y limitada únicamente por la frecuencia de la red. Cuando el viento es fuerte, existe una limitación de potencia en las palas al incrementar las turbulencias del flujo de aire.
- **Paso Variable.** El control del aerogenerador se realiza mediante la actuación en el ángulo de paso, capturando o limitando la potencia extraída del viento. La velocidad de generación puede ser variable.
- **Las turbinas de doble devanado.** Cuya finalidad es aprovechar la intensidad del viento en sus diferentes rangos de velocidad.

- *Parada del aerogenerador*

Puede ocurrir por los siguientes motivos:

- **Vientos altos.** Cuando el viento supera un margen (>25 m/s ó 90 km/h), o bien cuando un error es detectado en base a la lectura de los sensores de viento al controlador.
- **Error de funcionamiento.** Se detecta un error de funcionamiento mediante la información de sensores.
- **Parada por poco viento.** Se inicia la secuencia si se detecta poca generación o vientos muy bajos.
- **Parada Manual.** Se realiza bajo la supervisión del personal de operación y mantenimiento.

La parada de turbina entra en los siguientes procedimientos:

- **Parada Suave.**
- **Paso fijo.** El controlador envía una orden al sistema de captación para desplegar los aerofrenos, simultáneamente desconecta generador, revisa la disminución de rpm y aplica frenos de forma suave. Al cabo de varios segundos, aplica una presión de frenada cada vez mayor hasta conseguir la detención total.
- **Paso Variable.** La orden la envía a los actuadores del calaje palas (pitch) aumentando los grados hasta los 90°. Simultáneamente desconecta el generador y realiza de igual forma un incremento paulatino de presión en el circuito secundario de frenada.
- **Parada de Emergencia.** Se produce ante errores importantes, peligro para personas o integridad de la turbina. Se aplican frenos con la máxima presión desde el primer momento.
- **Cambio devanado generador.** No se llega a realizar una parada, sólo una disminución de velocidad de giro en el caso de pasar del generador grande al pequeño. En el caso contrario, la turbina se desacopla y permite el embalamiento con el viento hasta alcanzar la nueva velocidad de sincronismo.

8. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES

8.1. DATOS DE INTERÉS

Antes de plantear las posibles instalaciones en la factoría es necesario conocer previamente la distribución de la misma y las condiciones bioclimáticas de la zona. Se va a identificar cual es exactamente la situación geográfica de la empresa.

8.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA

La empresa está situada en la provincia de Cádiz, concretamente en el Tecnoparque Bahía de Cádiz, Ctra. El puerto de Santa María- Sanlúcar Km 5,5.

Las coordenadas geográficas son:

- Latitud: 36° 42'15 N
- Longitud: 6° 18' 63 O

8.1.2. SUPERFICIE DE LAS INSTALACIONES EN LA FACTORÍA

La factoría dispone de las siguientes instalaciones claramente diferenciadas:

- Centro de producción: Las zonas que la componen se describen a continuación:
 - Nave 1 – *Chapistería*: superficie de 1.925 m² (55m de largo y 35m de ancho).
 - Nave 2 – *Procesos finales*: cuenta con una superficie de 1.914 m² (58 m de largo y 33 m de ancho).

- Nave 3 – *Superplástico*: superficie de 1.920 m² (60 m de largo y 32 m de ancho).
- Nave 4 – *Fan Cowl*: cuenta con 2840 m² (71 m de largo y 40 m de ancho).
- Edificios multiusos: superficie de 500 m² (25 m de largo y 20 m de ancho).
- Vestuarios: 500 m² de superficie (25 m de largo y 20 m de ancho).
- Centro de control: 500 m² de superficie (25 m de largo y 20 m de ancho).
- Zona de aparcamientos: 500 m² de superficie (25 m de largo y 20 m de ancho).
- Zona de jardines: 2.835 m² de superficie (63 m de largo y 45 m de ancho).

Las líneas de chapistería, superplásticos y procesos finales por necesidades de la producción están relacionadas entre sí, y se sitúan en naves conectadas. La línea de Fan Cowl se sitúa en una nave independiente, que a su vez está dividida en dos zonas perfectamente diferenciada.

En la siguiente tabla se resume la superficie útil de dichas instalaciones:

	SUPERFICIE(m ²)
Nave1	1.925
Nave2	1.914
Nave3	1.920
Nave4	2.840
Edificios multiusos	500
Vestuarios	500
Centro de Control	500
Aparcamientos	500
Jardines	2.835

8.1.3. BIOCLIMATOLOGÍA

En el caso concreto de Andalucía, todo el territorio se incluye en el macrobioclima mediterráneo, determinado por un intervalo latitudinal 23° a 52° N/S.

La temperatura media anual es de 17,5°C y se goza de una insolación media de aproximadamente 3.000 horas anuales.

La magnitud energética recibida mediante irradiación solar, en El Puerto de Santa María es de más de 5 kWh/m²/día.

8.1.4. VELOCIDAD DEL VIENTO (ROSA DE LOS VIENTOS)

La rosa de los vientos que se posee ha sido elaborada con datos correspondientes a las estaciones costeras de medición de Huelva, Sevilla (San Pablo) y Tarifa, cuyos registros costeros son:

Estación	Longitud	Latitud	Altitud	Periodo de medida
Huelva	6° - 57`W	37° - 16`N	26 m	1.975 – 1.979
Sevilla	5° - 53`W	37° - 25`N	20 m	1.961 – 1.970
Tarifa	5° - 36`W	36° - 00`N	37 m	1.974 – 1.978

La elaboración de la rosa de los vientos que se muestra ha sido realizada a partir de la escala Beaufort, que aun siendo anticuada continúa siendo muy útil en la actualidad. La interpretación de la misma se hace a partir de las equivalencias mostradas en la siguiente tabla:

Velocidades de viento a 10 m de altura		Escala Beaufort (antiguada)	Viento
m/s	nudos		
0,0-0,4	0,0-0,9	0	Calma
0,4-1,8	0,9-3,5	1	Ligero
1,8-3,6	3,5-7,0	2	
3,6-5,8	7-11	3	
5,8-8,5	11-17	4	Moderado
8,5-11	17-22	5	Fresco
11-14	22-28	6	Fuerte
14-17	28-34	7	
17-21	34-41	8	Temporal
21-25	41-48	9	
25-29	48-56	10	Fuerte temporal
29-34	56-65	11	
>34	>65	12	Huracán

En la siguiente figura se observan las equivalencias de la escala Beaufort en la rosa a interpretar:

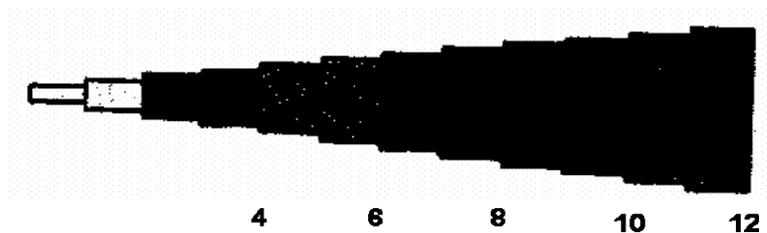


Ilustración 29: Escala Beaufort

Cada escalón representa un número de la escala Beaufort y, por tanto una velocidad determinada de acuerdo con las equivalencias anteriores. Además, se puede conocer la frecuencia a la que se da cada velocidad, ya que 9 mm equivalen a 5% de frecuencia. De acuerdo con esta escala se ha procedido a la determinación de las frecuencias para cada velocidad del viento y en cada dirección, resultando el siguiente gráfico:

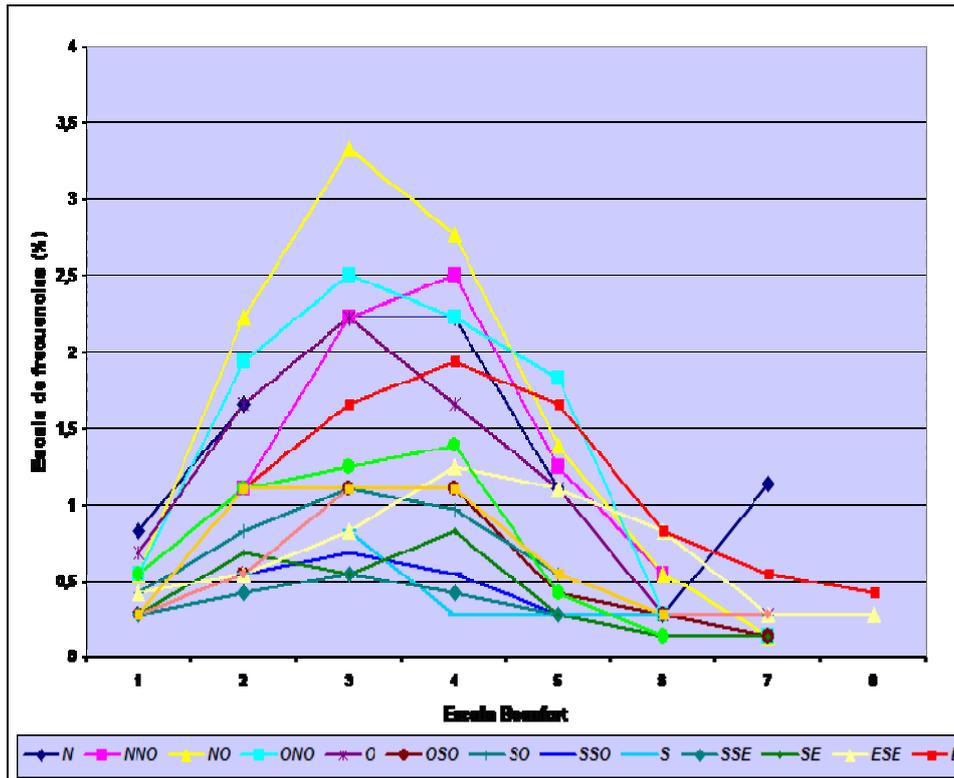


Ilustración 30: Porcentajes de frecuencia en Cádiz

Se observa en el gráfico que las direcciones y velocidades más frecuentes en Cádiz son (en orden de frecuencia):

Dirección	Frecuencia (%)	Unidad Beaufort	Velocidad (m/s)
NO	3,33	3	3,6-5,8
NNO	2,5	4	5,8-8,5
N	2,5	4	5,8-8,5
ONO	2,5	3	3,6-5,8
N	2,5	3	3,6-5,8
O	2,22	3	3,6-5,8
E	1,94	4	5,8-8,5

El viento puede llegar a alcanzar velocidades de hasta 17-21 m/s en las direcciones E y ESE, consideradas como viento de temporal.

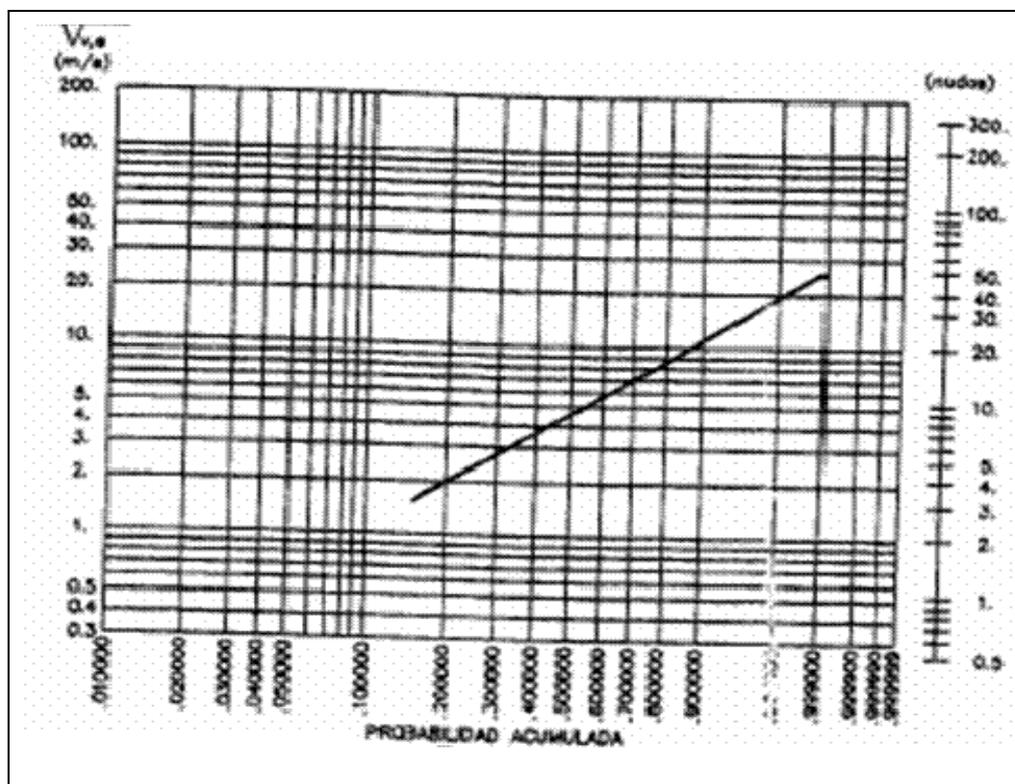
De los regímenes medios direccionales se tienen las probabilidades de que el viento sople en cada una de las direcciones, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Dirección	Probabilidad	Dirección	Probabilidad
N	0,0896	S	0,0234
NNE	0,0452	SSO	0,0260
NE	0,0503	SO	0,0442
ENE	0,0421	OSO	0,0424
E	0,0888	O	0,0833

Dirección	Probabilidad	Dirección	Probabilidad
ESE	0,0568	ONO	0,0915
SE	0,0340	NO	0,1130
SSE	0,0157	NNO	0,0875

Por tanto, las direcciones con las que sopla el viento con mayor probabilidad en la zona de Cádiz, son: *NO*, *ONO*, *NNO*, *N*, *E* y *O*. Es decir, aquellas direcciones comprendidas entre norte (Tramontana) y oeste (poniente) y este (levante).

De la grafica de régimen medio escalar que se muestra a continuación, se deduce que existe una probabilidad acumulada del 50% de que durante el año la velocidad sea igual o menor a 4,5 m/s y del 100% de la velocidad sea menor o igual a 27 m/s.



8.2. ESTUDIO PREVIO

Se va a realizar un estudio previo de las posibles energías renovables en la factoría.

8.2.1. ENERGÍA SOLAR

8.2.1.1. Térmica de baja temperatura

Para aprovechar la energía solar, tan abundante en estas latitudes, se van a instalar paneles de captación solar en la cubierta del módulo de vestuarios, para el uso directo del agua caliente sanitaria en los servicios de dicho módulo.

Se dispone de superficie suficiente y adecuada para una instalación inmediata, además de situarse dicho módulo en un lugar de máxima exposición al sol para que los paneles solares puedan abarcar la máxima radiación posible de energía solar.

Se trata de un lugar adecuado para garantizar la perfecta orientación ya que la exposición al sol se produce el máximo número de horas posibles.

8.2.1.2. Fotovoltaica

Para aprovechar la energía solar, se van a instalar paneles de captación solar aprovechando la energía del sol para transformarla en energía eléctrica.

Se trata de un sistema de generación de electricidad fotovoltaico conectado a red. Este sistema es más ventajoso que el sistema aislado a red por las siguientes razones:

- Se puede prescindir de una de las partes más costosas de la instalación, ya que no necesitan baterías. Por tanto, es la opción más económica, sencilla y ecológica.
- Estas instalaciones funcionan de forma tal que, la electricidad que se produce es vendida directamente a la red y el consumo eléctrico necesario para el funcionamiento de la factoría se haría directamente de la red convencional.
- La idea genial de este sistema es que no desperdicia nada de la energía potencialmente generable por el sistema fotovoltaico.
- Existe un inversor que pasa la energía obtenida a las mismas condiciones de la red convencional, es decir, 220V y 50 Hz.
- La energía eléctrica es vendida a razón de 44,6 c€/kWh mientras que la empresa suministradora cobra una media de 7,7644 c€/kWh. Con lo cual se podría consumir gratuitamente casi 6 veces la cantidad de kWh consumidos de la red convencional, por ejemplo, si se producen 100 kWh solares se podrían consumir 600 kWh de la red gratuitamente.
- Permite adaptarse a las necesidades de cada usuario, ya sea en función de sus necesidades o recursos económicos.
- Destacar la gran fiabilidad y larga duración de los sistemas fotovoltaicos, que los hace amortizables en un corto período de tiempo.
- No requieren apenas de mantenimiento y presentan una gran simplicidad y facilidad de instalación.
- Vida útil alrededor de unos 25 años, aunque se puede prolongar solo que el rendimiento de la instalación es menor.

Al igual, se dispone de una amplia superficie adecuada para una instalación inmediata. La superficie necesaria es aproximadamente de entre 7 – 11 m² por cada KWp.

Se dispone de un gran número de horas de sol para abarcar la máxima radiación posible con una orientación sur.

En cuanto a la inclinación óptima ($5-10^{\circ}$ menos que la latitud) estaría entre los $26,39^{\circ}$ y los $31,39^{\circ}$ ya que la latitud es de $36,39^{\circ}$.

8.2.2. ENERGÍA EÓLICA

Para aprovechar la energía del viento, se van a implantar aerogeneradores para la obtención de energía eléctrica que será evacuada a la red eléctrica.

Predominan los vientos de poniente (indica al viento proveniente del oeste y está en contraposición al de Levante) y de levante (indica al viento proveniente del oeste). Datos teóricos indican que durante la mitad del año soplan vientos de velocidades medias en la zona de 4-5 m/s.

Otro aspecto a estudiar de gran importancia es la superficie disponible en el emplazamiento y acceso al mismo, así como las posibilidades de espacio en las cubiertas ya que a mayor altura, es mayor la velocidad del viento. Habrá que estudiar si existe algún tipo de limitaciones.

En cuanto a los aspectos medioambientales, hay que tener en cuenta el impacto sobre las aves que se produce por colisión y por electrocución con el aerogenerador. Aunque es verdad que las aves se acostumbran rápidamente a ellos y a su movimiento, incluso desviando su trayectoria cuando el parque eólico se encuentra en dirección de su vuelo.

Otro punto importante es la elección de un aerogenerador donde habría que tener en cuenta la curva de potencia ya que es un concepto clave para comprender la eficiencia de los aerogeneradores.

La curva de potencia es un gráfico que indica cuál será la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades del viento.

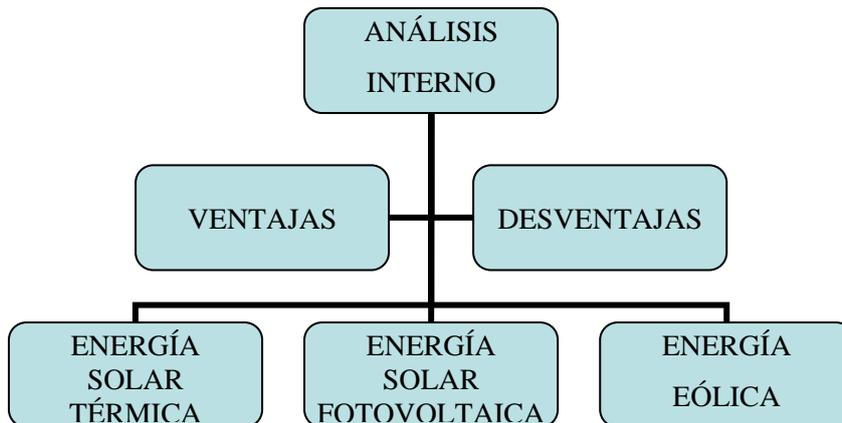
Además sería necesario un aerogenerador con mecanismo de orientación ya que los vientos de la zona cambian de poniente a levante y el aprovechamiento de la energía eólica es mayor con el aerogenerador orientado cara al viento.

8.3. SITUACIÓN ACTUAL

El propósito de un análisis de situación es investigar las ventajas e inconvenientes de las distintas energías renovables realizando un análisis interno (empresa) y un análisis externo (ambiente).

En el análisis interno, las ventajas y desventajas, se generan desde dentro de la organización y por lo tanto son en gran medida controlables. En cambio, en el análisis externo en gran medida quedan fuera del control directo de la organización.

8.3.1. ANÁLISIS INTERNO



➤ **Energía solar**

— **Térmica de baja temperatura**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m².</p> <p>b. Espacio disponible para implantación tanto en superficie como en cubierta. Instalación inmediata.</p> <p>c. La instalación no requiere apenas de mantenimiento.</p> <p>d. La empresa es respetuoso con el medio ambiente.</p> <p>e. No hay existencia de obstáculos cercanos, luego no hay posibilidad ninguna de sombras. La energía de captación es máxima.</p>	<p>a. El coste de la instalación.</p> <p>b. La superficie o cubierta podría no soportar el peso de los paneles solares. En este caso se tendría que reforzar la cubierta lo que supone costes adicionales.</p>

➤ **Energía solar**

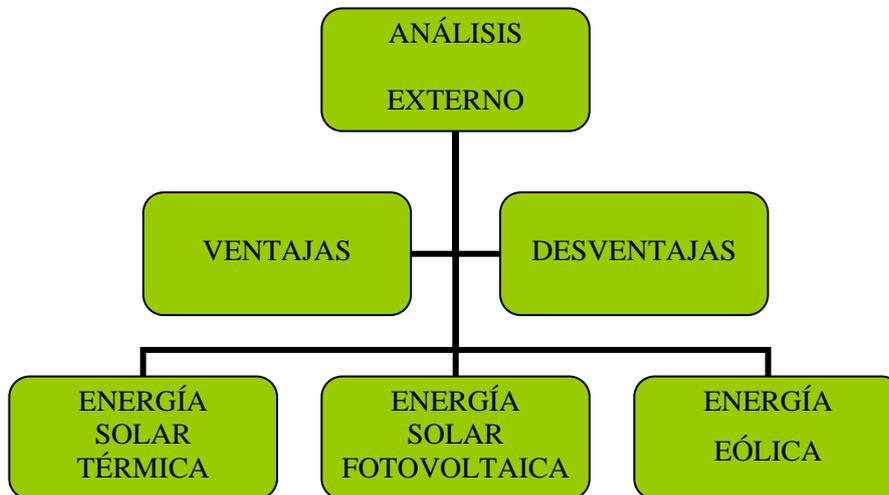
— **Fotovoltaica**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m².</p> <p>b. Espacio disponible para implantación tanto en superficie como en cubierta. Instalación inmediata.</p> <p>c. La instalación no requiere apenas de mantenimiento.</p> <p>d. La empresa es respetuoso con el medio ambiente.</p> <p>e. No hay existencia de obstáculos cercanos, luego no hay posibilidad ninguna de sombras. La energía de captación es máxima.</p>	<p>a. La implantación supone un coste inicial elevado.</p> <p>b. La superficie o cubierta podría no soportar el peso de los paneles solares. En este caso se tendría que reforzar la cubierta lo que supone costes adicionales.</p>

➤ **Energía eólica**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. Situación geográfica.</p> <p>b. Espacio disponible para la colocación de aerogeneradores y rotores de gran tamaño.</p> <p>c. La empresa es respetuoso con el medio ambiente.</p>	<p>a. La implantación supone un coste inicial elevado.</p> <p>b. La superficie o cubierta podría no soportar el peso de los paneles solares. En este caso se tendría que reforzar la cubierta lo que supone costes adicionales.</p>

8.3.2. ANÁLISIS EXTERNO



➤ **Energía solar**

— **Térmica de baja temperatura**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. El gran número de horas de Sol del que se dispone</p> <p>b. Se reducen las emisiones contaminantes de CO₂</p> <p>c. Existencia de subvenciones a fondo perdido y bonificación a los tipos de interés para la implantación de esta energía renovable</p>	<p>a. El coste de la instalación.</p>

➤ **Energía solar**

— **Fotovoltaica**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. Buena situación geográfica.</p> <p>b. Se puede prescindir de una de las partes más costosas de la instalación, ya que los sistemas de generación de electricidad fotovoltaico conectado a red no necesitan baterías. Por tanto, es la opción más económica, sencilla y ecológica.</p> <p>c. Elevado número de horas de sol para abarcar la máxima radiación.</p> <p>d. La energía eléctrica es vendida a razón de 44,6 c€/kWh, mientras que la empresa suministradora cobra una media de 7,7644 c€/kWh. Ésta tiene obligación de comprarla (según R.D. 436/2004 y R.D 809/2006).</p> <p>e. Reducción de emisiones contaminantes.</p> <p>f. La electricidad que se produce es vendida directamente a la red y el consumo eléctrico necesario para el funcionamiento de la factoría se haría directamente de la red convencional.</p> <p>g. El funcionamiento es tal que la electricidad que se produce es vendida directamente a la red y el consumo eléctrico necesario para el funcionamiento de la factoría se haría directamente de la red convencional.</p> <p>h. Vida útil de la instalación 25 años.</p> <p>i. Se pueden cambiar las condiciones iniciales de la instalación en cualquier momento.</p> <p>j. Existencia de subvenciones.</p>	<p>a. Coste de la instalación es elevado.</p> <p>b. Celdas de silicio de bajo rendimiento (no superan el 25%).</p>

➤ **Energía eólica**

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p>a. Buena situación geográfica, predominan los vientos de levante y poniente a una velocidad media de 4,5 m/s.</p> <p>b. Máximo aprovechamiento de energía eólica con implantación de aerogenerador con mecanismo de orientación.</p> <p>c. Los aerogeneradores pequeños tienen la ventaja de que pueden trabajar durante más horas en el año ya que no necesitan vientos fuertes.</p> <p>d. Posibilidad de construir torres delgadas de mástil sostenidas por cables tensores, que suponen un ahorro de peso del aerogenerador.</p> <p>f. La empresa suministradora de energía está obligada a comprar la energía producida a razón de 6,98796 c€/KWh (según R.D. 436/2004 y R.D 809/2006).</p>	<p>a. La implantación supone un coste inicial elevado.</p> <p>b. Impacto sobre las aves: colisión y electrocución.</p>

9. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS

9.1. INTRODUCCIÓN

De todas las energías renovables posibles en la factoría se va a realizar un estudio técnico-económico donde se va a plantear distintas alternativas.

Se va a comenzar con el análisis técnico.

9.2. ANÁLISIS TÉCNICO

Según el consumo de cada energía renovable se tiene que:

- Energía solar térmica a baja temperatura: Su uso es directo.
- Energía solar fotovoltaica y energía eólica: Captación y acumulación; Captación e incorporación a la red.

9.2.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA A BAJA TEMPERATURA: *USO DIRECTO*

La única posibilidad de uso directo es mediante energía solar térmica a baja temperatura para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria de la empresa.

El parámetro básico para seleccionar el tamaño de un equipo de consumo, y por tanto el área de captación necesaria, es el consumo medio diario de agua caliente. Se va a considerar un consumo medio por persona de 30 litros y que van a ser consumidos por 30 trabajadores dedicados a la actividad productiva.

Luego, se va a consumir al día 900 L/día. Aproximamos a 1.000 L/día para cubrir con seguridad la demanda.

Aproximadamente son necesarios 2 kWh para elevar entre 45 y 60° la temperatura de unos 40 litros de agua a temperatura ambiente, para almacenar 3.000 litros son necesarios entonces 150 kWh.

La factoría se encuentra situado en una zona en la que predominan los días soleados y existe una amplia banda de horas solares aproximadamente 10 horas diarias, luego son 3.600 horas al año de sol. Se estima una radiación media de 5 kWh/m²/día, son necesarios 30 m² de superficie colectora para abastecer dicha demanda. Como cada colector alberga unos 2 - 2,5 m² de superficie son necesarios 12 colectores (ver características de los colectores en el punto 1 del ANEXO II).

La instalación completa se compone de un circuito *primario* formado por:

- Un sistema de captación formado por el conjunto de colectores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que éstos contienen. Este fluido se conoce como fluido caloportador y es el encargado de recoger y transmitir la energía captada por el absorbedor a los acumuladores.
- Un sistema de intercambio que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de colectores al agua caliente que se consume.

A su vez se compone de un circuito *secundario* formado por:

- Un sistema de acumulación constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que precise su uso. Es necesario puesto que la demanda de utilización casi nunca se produce en aquellos momentos en los que se dispone de suficiente insolación como para cubrirlas. Por esto, si se quiere aprovechar correctamente las horas de insolación, es necesario almacenar la energía en aquellos momentos del día en los que esto sea posible y utilizarla cuando se produzca la demanda.

- Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de conducir al fluido caliente desde el sistema de captación hasta el sistema de acumulación y desde éste a la red de consumo.

El lugar adecuado para esta instalación es la cubierta de vestuario ya que es en dicho módulo donde desempeñarán sus funciones los 74 trabajadores que harán uso del ACS en las duchas de los servicios de este módulo.

La cubierta sobre la que se anclan los paneles es plana y paralela con respecto a la horizontal luego, concede todas las posibilidades a la hora de orientar los paneles respecto al sur. Además, tiene resistencia suficiente para soportar el peso de los paneles solares y el depósito de 500 litros (0,75 m de diámetro y 1,66 m de largo aproximadamente) iría sobre unos soportes anclados a las bigas del techo, para que estas aguanten su peso.

La instalación estaría formada por 12 colectores de 2-2,5 m² y 6 depósitos de 500 litros, agrupados en grupo de dos con su respectivo depósito de almacenamiento. Se colocaran en hileras. Serán necesarios unos 60 m² de la cubierta de vestuarios, dejando espacio libre alrededor de cada grupo para no hacer sombra una hilera con otra.

Se van a situar los paneles solares en un lugar donde llega la radiación solar sin problemas, es un lugar libre de obstáculos por lo que no se van a producir sombras sobre los paneles.

9.2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ENERGÍA EÓLICA: CAPTACIÓN Y ACUMULACIÓN; CAPTACIÓN E INCORPORACIÓN A LA RED.

⇒ CAPTACIÓN Y ACUMULACIÓN

9.2.2.1. SISTEMAS AISLADOS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Los sistemas fotovoltaicos aislados están basados en un sistema propio de almacenaje de energía, baterías eléctricas. Gracias a esta acumulación, se puede disponer del servicio correspondiente cuando se necesita. Se acumula la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en periodos de poca iluminación.

El *inversor* convierte la corriente continua que generan las placas a corriente alterna para adaptarse a la corriente alterna de la red de 220V/50Hz.

⇒ CAPTACIÓN E INCORPORACIÓN A LA RED

9.2.2.2. SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADOS A RED

Como se comentó anteriormente las baterías almacenan la energía en corriente continua y el inversor la convierte en corriente alterna.

La demanda eléctrica de la planta en el año 2.006 ha sido de 16.491.111 kWh.

Se va a estudiar la cobertura eléctrica de alguna de las alternativas que se van a plantear. Se obtendrá en forma de porcentaje y nos ayudará a decidir cual de las alternativas presenta más ventaja.

No se va a tener en cuenta todas las alternativas debido al gran número de posibilidades.

Además, con las alternativas elegidas nos podemos hacer claramente una idea de los m² de superficie del que dispone la fábrica ya que entre las opciones seleccionadas se encuentran las alternativas de menor y mayor superficie.

La colocación de paneles solares fotovoltaicos tendrá lugar en la cubierta de dichos módulos, en el caso de jardines irían colocados evidentemente en el suelo. Las superficies disponibles son:

		SUPERFICIE(m ²)
A	Nave1	1.925
B	Nave2	1.914
C	Nave3	1.920
D	Nave4	2.840
E	Edificios multiusos	500
F	Vestuarios	500
G	Centro de Control	500
H	Aparcamientos	500
I	Jardines	2.835

Las alternativas que se plantean se presentan en la siguiente tabla. Para ello se ha tenido en cuenta que la nave 1, nave 2 y nave 3 tienen la misma superficie ya que dichos valores son muy próximos, por lo que se tomará como una misma alternativa. Lo mismo ocurre con la nave 4 y la superficie de jardines. Como superficie se tomará una media.

ALTERNATIVAS		SUPERFICIE (m ²)
1	E o F o G o H	500
2	A o B o C	1.920
3	A o B o C + E o F o G o H	2.419
4	D o I	2.837
5	D o I + E o F o G o H	3.337
6	A o B o C + D o I	4.756
7	A o B o C + D o I + E o F o G o H	5.256
8	A + B + C + D + E + F + G + H + I	13.434

Según la base de datos del Centro de estudios de la Energía Solar (Censolar) se sabe que 1 kWp produce 1.500 kWh/año para el número de horas solares anuales que se producen en esta zona geográfica.

Dependiendo del modelo comercial y del fabricante de las placas solares fotovoltaicas tendremos unas características u otras pero se puede decir que aproximadamente los módulos fotovoltaicos más comunes miden 1,6 x 0,82 m que son 1,312 m² y son de 165Wp. Su peso es de 16kg/m², el cual es soportado por cualquiera de las cubiertas. Hay que tener en cuenta que 1kWp ocupa una media de 8 m², además de ser la superficie necesaria de 7-11 m² por kWp instalado.

Se resume entonces las siguientes instalaciones para las alternativas planteadas. Los cálculos se explican detalladamente en el anexo III como referencia la alternativa 1.

Alternativa	Módulos	Potencia nominal planta (kWp)	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica
1	305	50,3	75.457	0,46
2	1.372	226,38	339.570	2
3	2.058	339,57	509.355	3,1
4	2.134	352,11	528.165	3,2
5	2.439	402,44	603.660	3,67
6	3.430	565,95	848.925	5,15
7	3.887	641,36	962.040	5,83
8	9.908	1.634,82	2.452.230	14,87

Como ya se ha indicado con anterioridad la efectividad de los módulos fotovoltaicos dependen tanto de su orientación hacia el sol como de su inclinación con respecto a la horizontal. Se tiende a las instalaciones fijas, por ahorros en mantenimiento y con una inclinación al sur fija que depende de la latitud. Si la latitud a la que se encuentra la factoría es de $36,42^\circ$, la inclinación óptima estaría entre $26,42^\circ$ y los $31,42^\circ$.

Las pérdidas por estar tanto encima como por debajo de la inclinación óptima representa sólo un 0,2 % por cada grado de desviación respecto de dicha inclinación (en un entorno de $\pm 15^\circ$ respecto a ésta). Sin embargo, las pérdidas producidas en orientación son del 0,08% por grado desviación respecto a la orientación óptima (en un entorno de $\pm 25^\circ$ respecto a ésta).

La instalación del campo de colectores se realizará de forma que se asegure que no haya más de un 5% de la superficie útil de captación en sombra.

En nuestro caso, todas las cubiertas están ausentes de sombra. Sin embargo, no sería posible llevar a cabo la instalación de módulos fotovoltaicos en las distintas fachadas que componen la factoría ya que, la nave 1, 2 y 3 están ocupadas por un gran número de ventanas. En cuanto a la nave 4, edificios multiusos, vestuarios y centro de control están rodeados de árboles y otras instalaciones que producen sombras.

Las instalaciones fotovoltaicas se completarían con inversores y con estructuras de soporte para los paneles. Se colocarían inversores por grupos de aproximadamente 30-40 módulos para así prevenir que se produzcan pérdidas económicas no afrontables ante cualquier avería.

En el anexo I, puede verse una serie de modelo tanto de módulos fotovoltaicos y de inversores.

9.2.2.3. ENERGÍA EÓLICA

Se va estudiar la posibilidad de implantar una instalación eólica en la factoría y la energía producida conectarla a red para ser vendida a la empresa suministradora.

La potencia eléctrica disponible en un aerogenerador es función de varios aspectos como la tecnología disponible y la obtención de energía que posee el viento. Según la ley de Betz dice que sólo puede convertirse menos de $16/27$ (el 59 %) de la energía cinética en energía mecánica usando un aerogenerador. Se va a describir varios modelos de aerogeneradores (anexo II) y se va a estimar la producción anual para una velocidad de 4,5 m/s ya que, según los datos obtenidos de la rosa de los vientos, es la velocidad del viento que sopla durante la mitad del año en la zona de Cádiz. Esta potencia se deduce de la curva de potencia en función de la velocidad, proporcionada por el fabricante.

A continuación se plantean las características técnicas de los aerogeneradores propuestos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	AIRX MARINE	BAZAN-BONUS	BORNAY
Potencia nominal	400	900	1.500
Peso (Kg)	6,5	19	40
Nº Hélices	2	2	2
Diámetro del rotor (m)	1,18	2,15	2,90
Velocidad de arranque (m/s)	3	3	3
Voltaje (V)	12 y 24	24	12, 24, 48, 220
Producción (MWh/año)	1,3	3,3	4,5

Las superficies disponibles para la instalación de aerogeneradores son las mismas que para las instalaciones fotovoltaicas. Eran las siguientes:

		SUPERFICIE(m ²)
A	Nave 1	1.925
B	Nave 2	1.914
C	Nave 3	1.920
D	Nave 4	2.840
E	Edificios multiusos	500
F	Vestuarios	500
G	Centro de Control	500
H	Aparcamientos	500
I	Jardines	2.835

En caso de que las cubiertas donde irían colocados los aerogeneradores no soportaran el peso de los mismos se reforzarán. En principio, no existe ningún tipo de problema.

De igual manera planteamos las alternativas en función de la superficie. En este caso también lo haremos en función del tipo de aerogenerador.

ALTERNATIVAS		SUPERFICIE (m ²)	AEROGENERADORES
1	E o F o G o H	500	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
2	A o B o C	1.920	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
3	A o B o C + E o F o G o H	2.419	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
4	D o I	2.837	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
5	D o I + E o F o G o H	3.337	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
6	A o B o C + D o I	4.756	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
7	A o B o C + D o I + E o F o G o H	5.256	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY
8	A + B + C + D + E + F + G + H + I	13.434	AIRX MARINE
			BAZAN-BONUS
			BORNAY

De cada alternativa se tendrá distintas disposiciones de aerogeneradores debido a que presentan distintas dimensiones.

➤ Alternativa 1:

- AIRX MARINE: 52 aerogeneradores colocados en 8 filas, 4 con 7 aerogeneradores y otras 4 con 6.
- BAZAN-BONUS: 10 aerogeneradores colocados en 4 filas, 2 con 3 aerogeneradores y otras 2 con 2.
- BORNAY: 5 aerogeneradores colocados en 3 filas, dos con 2 aerogeneradores y otra con 1.

➤ Alternativa 2 (Nave 3):

- AIRX MARINE: 202 aerogeneradores colocados en 13 filas, 7 filas con 16 y otras 6 con 15.
- BAZAN-BONUS: 60 colocados en 7 filas, cuatro con 9 aerogeneradores y otras tres con 8.
- BORNAY: 28 aerogeneradores colocados en 5 filas, 3 filas con 6 aerogeneradores y 2 filas con 5 .

➤ Alternativa 4 (Nave 4):

- AIRX MARINE: 312 colocados en 16 filas, 8 filas con 20 y otras 8 con 19.
- BAZAN-BONUS: 95 aerogeneradores colocados en 9 filas, 5 filas con 11 y otras 4 filas con 10.
- BORNAY: 45 colocados en 6 filas, 3 filas con 8 y otras 3 con 7.

Para el cálculo hay que tener en cuenta que la distancia entre aerogeneradores será de tres veces su diámetro partiendo desde el eje del aerogenerador y la distancia entre filas será de dos veces su diámetro.

Exceptuando estas tres alternativas, el resto son combinaciones de unas con otras, así que el cálculo del número de aerogeneradores sería la suma de dichas combinaciones.

Una vez conocido el nº aerogeneradores se obtendrá de igual forma la producción y % de cobertura eléctrica. Se muestran en la siguiente tabla.

Alternativas		Aerogeneradores	Nº Aerogeneradores	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica
1	E o F o G o H	AIRX MARINE	52	71.510	0,43
		BAZAN-BONUS	10	36.672	0,2
		BORNAY	5	27.504	0,17
2	A o B o C	AIRX MARINE	202	277.790	1,68
		BAZAN-BONUS	60	220.032	1,3
		BORNAY	28	141.187,2	0,9
3	A o B o C + E o F o G o H	AIRX MARINE	254	349.300,8	2,1
		BAZAN-BONUS	70	256.704	1,6
		BORNAY	33	166.399,2	1
4	D o I	AIRX MARINE	312	429.062	2,6
		BAZAN-BONUS	95	348.384	2,1
		BORNAY	45	226.908	1,4

Alternativas		Aerogeneradores	Nº Aerogeneradores	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica
5	D o I + E o F o G o H	AIRX MARINE	364	500.572,8	3
		BAZAN-BONUS	105	385.056	2,3
		BORNAY	50	252.120	1,5
6	A o B o C + D o I	AIRX MARINE	514	706.852,8	4,3
		BAZAN-BONUS	155	568.416	3,4
		BORNAY	73	368.095,2	2,2
7	A o B o C + D o I + E o F o G o H	AIRX MARINE	566	778.363,2	4,7
		BAZAN-BONUS	165	605.088	3,7
		BORNAY	78	393.307,2	2,4
8	A + B + C + D + E + F + G + H+I	AIRX MARINE	1.438	1.977.537,6	12
		BAZAN-BONUS	410	1.503.552	9,1
		BORNAY	194	978.225,6	5,9

10. ANÁLISIS ECONÓMICO

10.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a estudiar el presupuesto de dicha instalación, los beneficios que se van a obtener en cuanto la venta a la red y sobre el coste eléctrico que conlleva la factoría. Se estimará el porcentaje de beneficios sobre el consumo total eléctrico de la factoría. Mediante este porcentaje se podrá ver cual de las alternativas es más ventajosa.

Como dato necesario saber que el coste eléctrico de la empresa anual es de 1.182.041,8 €/año, como ya se indicó en su momento.

De nuevo analizamos las distintas energías renovables.

❖ *Energía solar térmica a baja temperatura*

Para el consumo de agua caliente se estimó un valor de 150 kWh/día para cubrir la demanda de la planta.

La empresa se encuentra situada en una zona donde se estima una radiación media de 5 kWh/m²/día, luego son necesarios 30 m² de superficie colectora para abastecer dicha demanda. Como cada colector alberga unos 2-2,5 m² de superficie son necesarios 12 colectores.

El precio medio de un colector es de 925 €, luego:

Coste estimado de colectores: $12 * 925 = 11.100$ €

Este valor es solo el coste de los colectores necesarios para la instalación. Mediante datos bibliográficos sabemos que el precio de los colectores supone un 50% aproximadamente del coste total de la instalación.

Luego:

Coste estimado total: **22.200 €**

Para estudiar la rentabilidad de la inversión de dicha instalación tomamos como referencia el combustible propano.

Datos de interés:

- 1kg de gas propano \longrightarrow 14 kWh \longrightarrow 1,3 L de gas oil
(Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).
- Precio del kg de gas propano: 0,8628 €/kg.
(Fuente: Boletín oficial del estado 073 de 27/03/06).

Se estimó que la demanda de la planta para el consumo de agua caliente es de 150 kWh/día, lo que supone unos 54.750 kWh/año. Por lo que los kg de gas propano necesarios serían de 3.911 kg. Por tanto, el coste sería de **3.374,4 €/año.**

Amortización= Coste estimado total instalación / Coste gas propano

Amortización= 16.650 / 3.374,4 \cong **5 años.**

Este dato es aproximado, ya que no se ha tenido en cuenta las subvenciones económicas, y además el precio del gas propano no permanecerá igual, sino que aumentará.

❖ Energía solar fotovoltaica

Como ya se sabe, la empresa suministradora de energía está obligada además por ley a la compra de la energía producida mediante energías renovables. En el R.D.436/2.004, se detalla que:

1) Instalaciones fotovoltaicas (<100 Kw instalados):

Tarifa de venta de energía = 575% (primeros 25 años)

Tarifa de venta de energía = 460% (después de 25 años)

2) Instalaciones de este tipo (>100 Kw instalados):

Tarifa de venta de energía = 300% (primeros 25 años)

Tarifa de venta de energía = 240% (después de 25 años)

Según el R.D. 1556/2005, el precio de la TMR a partir del 1 de enero del 2006 era un 4,48% más que en el 2005. De acuerdo con el R.D. 809/2006, dicho precio se ve aumentado un 1,38% a partir del 1 de julio, pasando a ser de 7,7644 c€/kWh. Con esto se afirma que la energía producida mediante energía solar fotovoltaica es comprada por 44,6 c€/kWh. Si dicho real decreto fuese revisado y se obtuviesen tarifas menores, las instalaciones existentes no se verían afectadas por el cambio.

Actualmente no se tiene conocimiento cierto del precio de la nueva tarifa en el 2007 pero se prevé un aumento del 4,5% por lo que, si esto se confirma, el precio al que nos comprarían la electricidad sería de 46,6 c€/kWh.

Un aspecto ventajoso a la hora de pensar en montar instalaciones fotovoltaicas en la empresa es el hecho de que el IPC energético está experimentando un 1,5% de aumento anual y el precio de venta del kWh renovable va a aumentar a medida que aumente este IPC.

A continuación se muestran los aspectos económicos de las alternativas planteadas.

Alternativa	Módulos	Potencia nominal planta (kWp)	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica	Presupuesto Estimado (€)	Beneficios (€/año)	%Beneficios	Amortización (años)
1	305	50,3	75.457	0,46	301.800	33.688,12	3	9
2	1.171	193,2	289.756	1,76	1.159.024	129.362	11	9
3	1.475	243,4	365.063	2,21	1.460.250	162.983	14	9
4	1.730	285,4	428.145	2,60	1.712.579	191.147	16	9
5	2.035	335,7	503.602	3,05	2.014.409	224.835	19	9
6	2.900	478,5	717.750	4,35	2.871.000	320.442	27	9
7	3.205	528,8	793.207	4,81	3.172.829	354.130	30	9
8	8.191,46	1.351,6	2.027.387	12,29	8.109.549	905.133	77	9

Cálculos en anexo III, alternativa 1.

Se saca como conclusión de los datos obtenidos que a partir de 9 años las instalaciones producirían beneficios. Como puede verse en cualquiera de las alternativas expuestas los beneficios van a suponer un ahorro para la empresa, en la alternativa 1 un 3%, y sin embargo en la alternativa 8 un 93%.

La alternativa 1 va a ser en principio más rentable ya que al ser una instalación menor de 100 kWp existen unas subvenciones económicas mayores que el resto de alternativas (mayores de 100kWp).

❖ Energía eólica

Según el RD 436/2.004 se establece la tarifa de venta del kWh eólico:

1) Instalaciones fotovoltaicas (< 5 MW instalados):

Tarifa de venta de energía = 90% (primeros 15 años)

Tarifa de venta de energía = 80% (después de 25 años).

2) Instalaciones de este tipo (> 5 MW instalados):

Tarifa de venta de energía = 90% (primeros 5 años)

Tarifa de venta de energía = 85% (durante los 10 años siguientes).

El kWh producido mediante energía eólica se vende, por tanto, a razón de 6,98796 c€. Al igual que la energía solar fotovoltaica, este precio de venta va a aumentar a medida que aumente el IPC energético.

Alternativas	Aerogeneradores	Número de Aerogeneradores	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto Estimado (€)	Beneficios (€/año)	%Beneficios	Amortización (años)
1	AIRX MARINE	52	71.510	0,42	47.775	4.997	0,42	9,5
	BAZAN-BONUS	10	36.672	0,22	25.000	2.563	0,22	9,7
	BORNAY	5	27.504	0,17	24.375	1.922	0,16	12,7
2	AIRX MARINE	202	277.790	1,68	185.588	19.412	1,64	9,5
	BAZAN-BONUS	60	220.032	1,33	150.000	15.376	1,30	9,7
	BORNAY	28	154.022	0,93	136.500	10.763	0,91	12,7
3	AIRX MARINE	254	349.300,8	2,1	224.028	24.101,75	2,0	9,5
	BAZAN-BONUS	70	256.704	1,6	168.000	17.712,6	1,5	9,7
	BORNAY	33	166.399,2	1	154.440	11.481,5	1,0	12,7
4	AIRX MARINE	312	429.062	2,6	286.650	29.983	2,54	9,5
	BAZAN-BONUS	95	348.384	2,1	228.000	24.038,5	2,0	9,7
	BORNAY	45	226.908	1,4	210.600	15.656,6	1,3	12,7

Alternativas	Aerogeneradores	Número de Aerogeneradores	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto Estimado (€)	Beneficios (€/año)	%Beneficios	Amortización (años)
5	AIRX MARINE	364	500.572,8	3	321.048	34.539,5	2,9	9,5
	BAZAN-BONUS	105	385.056	2,3	252.000	26.568,9	2,2	9,7
	BORNAY	50	252.120	1,5	234.000	17.396,3	1,5	12,7
6	AIRX MARINE	514	706.852,8	4,3	453.348	48.772,8	4,1	9,5
	BAZAN-BONUS	155	568.416	3,4	372.000	39.220,7	3,3	9,7
	BORNAY	73	368.095,2	2,2	341.640	25.398,6	2,1	12,7
7	AIRX MARINE	566	778.363,2	4,7	499.212	53.707,1	4,5	9,5
	BAZAN-BONUS	165	605.088	3,7	396.000	41.751,1	3,5	9,7
	BORNAY	78	393.307,2	2,4	365.040	27.138,2	2,3	12,7
8	AIRX MARINE	1.438	1.977.537,6	12	1.268.316	136.450,1	11,5	9,5
	BAZAN-BONUS	410	1.503.552	9,1	984.000	103.745,1	8,8	9,7
	BORNAY	194	978.225,6	5,9	907.920	67.497,6	5,7	12,7

Cálculos en anexo IV, alternativa 1.

Para realizar los cálculos económicos se ha tenido en cuenta:

- Precio de cada aerogenerador elegido:
 - Air- X Marine: 735 €
 - Bazan Bonus: 2.000 €
 - Bornay: 3.900 €
- El presupuesto de cada alternativa va a ser aumentado un 20% para incluir costes de dichas instalaciones, como pueden ser los costes de ingeniería.
- Los beneficios que se obtienen de dichas instalaciones se originan en la venta de la electricidad a la empresa suministradora.

Dichos cálculos se encuentran descritos en anexo IV , alternativa 1 en el apartado de aspectos económicos.

Lo que más interesa son instalaciones donde el tiempo de amortización sea el más bajo posible, ya que a partir de dicho año la empresa empezará a obtener beneficios.

11. PROPUESTAS FINALES

Mediante la siguiente tabla se pueden ver las energías renovables posibles en la empresa, así como las demandas energéticas de la misma. Las celdas coloreadas son aquellas en las que se corresponde la energía renovable con respecto a la demanda. No se corresponderían en las celdas no coloreadas.

	E. Solar Térmica	E. Solar Fotovoltaica	E. Eólica
ACS			
E. Eléctrica			

Como propuesta, cabe la posibilidad de realizar una combinación de unas energías renovables con otras. Las distintas alternativas serían:

- E. Solar Térmica + E. Solar Fotovoltaica (A)
- E. Solar Térmica + E. Eólica (B)
- E. Solar Fotovoltaica + E. Eólica (C)
- E. Solar Térmica + E. Solar Fotovoltaica+ E. Eólica (D)

A continuación se muestra las distintas combinaciones, así como las demandas energéticas.

	A	B	C	D
ACS				
E. Eléctrica				

La alternativa C, no cubre la demanda de ACS. Por esta razón va a ser descartada. Por tanto, la tabla queda la siguiente forma:

	A	B	D
ACS			
E. Eléctrica			

Seguidamente se van a plantear una serie de propuestas. Se va a tener en cuenta de nuevo las combinaciones expuestas anteriormente.

Propuesta 1

Características de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,4		5
TOTAL			22.200	3.374,4		5

Propuesta 2

Características de la instalación	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica	Presupuesto estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 1)	75.457	0,46	301.800	33.688,12	3	9
TOTAL	75.457	0,46	324.000	37.814,52	3	9

Propuesta 3

Características de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 2)	289.756	1,76	1.159.024	129.362	11	9
TOTAL	289.756	1,76	1.181.224	132.736,4	11	9

Propuesta 4

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 3)	365.063	2,21	1.460.250	162.983	14	9
TOTAL	365.063	2,21	1.460.250	166.357,4	14	9

Propuesta 5

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 4)	428.145	2,60	1.712.579	191.147	16	9
TOTAL	428.145	2,60	1.734.779	194521,4	16	9

Propuesta 6

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 4)	428.145	2,60	1.712.579	191.147	16	9
E. Eólica (alternativa 1)	25.212	0,1	23.400	1.739,6	0,2	7,5
TOTAL	453.357	2,7	1.758.179	196.261	16,2	9

Propuesta 7

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
E. Solar Térmica			22.200	3.374,40		5
E. S. Fotovoltaica (alternativa 4)	528.165	3,2	2.112.660	235.561,59	20	11
E. Eólica (alternativa 2)	141.187,2	0,9	131.040	9.741,9	0,8	7,5
TOTAL	669.352,2	4,1	2.265.900	248.677,89	20,8	11

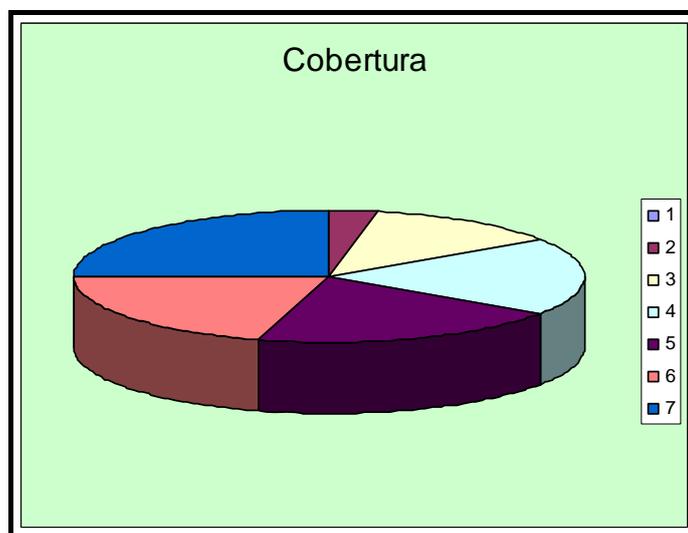
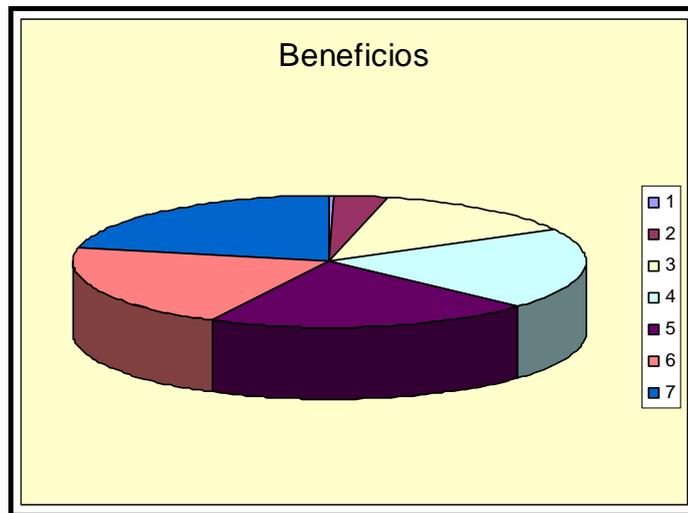
Se expone a continuación las distintas superficies que serían ocupadas por dichas energías renovables para cada una de las alternativas.

- 1) Serán necesarios unos 60 m² de la cubierta de vestuarios.
- 2) La E. Solar Fotovoltaica corresponden a la superficie de la cubierta del módulo de edificios multiusos, vestuarios, centro de control o aparcamientos (500 m²). En el módulo de vestuarios hay que tener en cuenta que 60 m² de misma corresponden a la E. Solar Térmica.
- 3) La E. Solar Fotovoltaica corresponden a la superficie de la cubierta de la nave 1, nave 2 o nave 3 (1.920 m²).
- 4) La E. Solar Fotovoltaica corresponden a la superficie de la cubierta de la nave 1, nave 2 o nave 3 (1920 m²) más la superficie de la cubierta del módulo de edificios multiusos, vestuarios, centro de control o aparcamientos (500 m²). En el módulo de vestuarios hay que tener en cuenta que 60 m² de misma corresponden a la E. Solar Térmica.
- 5) La E. Solar Fotovoltaica corresponden a la superficie de la cubierta de la nave 4 o jardines (2.837 m²).
- 6) La E. Solar Fotovoltaica corresponde a la superficie de la cubierta de la nave 4 o jardines (2.837 m²). La E. Eólica corresponde a la superficie de la cubierta del módulo de edificios multiusos, vestuarios, centro de control o aparcamientos (500 m²). En el módulo de vestuarios hay que tener en cuenta que 60 m² de misma corresponden a la E. Solar Térmica.
- 7) La E. Solar Fotovoltaica corresponde a la superficie de la cubierta de la nave 4 o jardines (2.837 m²). La E. Eólica corresponde a la superficie de la cubierta de la nave 1, nave 2 o nave 3 (1920 m²).

. No se va a tener en cuenta todas las combinaciones posibles debido al gran número de posibilidades. Además, con las propuestas elegidas nos podemos hacer claramente una idea de los m² de superficie del que dispone la fábrica. En cualquiera de las combinaciones se van a plantear un número elevado de superficie.

Se va a realizar a continuación una comparativa de datos mediante gráficos de los distintos parámetros estudiados: Producción energética, presupuesto estimado, beneficios, cobertura eléctrica y ahorros económicos.







12. CONCLUSIONES

- Los beneficios se originan, en el caso de energía solar térmica por el ahorro de combustible y en el caso de energía solar fotovoltaica y eólica por la venta de la energía a la empresa suministradora.
- Los beneficios en las instalaciones solares térmicas derivan del ahorro de combustible. En los próximos años se prevé un importante aumento del precio del combustible en los próximos años con lo que dicho ahorro aumentará.
- El precio de la energía va a aumentar anualmente, debido a hechos como el aumento del precio del barril de petróleo. Por tanto la implantación de instalaciones de energía renovable en la empresa va a tener un valor añadido importante desde el punto de vista del precio de la energía. En un futuro próximo el producir energía colocará a las empresas en un estatus de mayor competitividad y se dará una imagen medioambiental privilegiada en este mundo cada vez más contaminante.
- Las energías renovables aplicables a la empresa se podrán incorporar de forma paulatina y por etapas.
- Con una hoja de cálculo Excel se puede estimar la producción, inversión y ahorro de instalaciones renovables fotovoltaicas y eólicas, mediante los cálculos explicados en los ANEXOS. Además, permite plantear la opción de que la inversión se financie con recursos propios, con subvención a fondo perdido y/o con deuda, y calcular ciertos parámetros económico – financieros, como el VAN y el TIR, para decidir si la inversión resulta aceptable o no. (Consultar ANEXOS).

- Esta página Excel es igual para los dos tipos de energías renovables, solo se distingue en los datos generales a introducir. Por ese motivo, se pueden usar para estimar la producción, inversión y ahorro de otras posibles instalaciones renovables a considerar ya que aunque en el presente proyecto se han realizado siete propuestas finales se pueden tener múltiples.

ANEXOS

1. CONSUMO Y COSTE TOTAL MENSUAL- ANUAL

Mes	Consumo energía activa (Kwh)	Consumo energía reactiva (KVarh)	Coste total (€)
Enero	1.143.157	46.928,99	90.416,8
Febrero	1.174.371	68.955,86	95.636,2
Marzo	1.313.256	111.723,3	98.865,4
Abril	1.211.283	103.580,99	87.467,4
Mayo	1.349.663	167.777,04	97.346,8
Junio	1.657.025	248.766,78	120.987,3
Julio	1.813.615	180.210,39	125.4321
Agosto	1.404.612	12.000,52	50.234,1
Septiembre	1.560.094	192.539,78	111.512,2
Octubre	1.400.342	228.118,18	110.712,2
Noviembre	1.282.094	198.338,83	98.738,7
Diciembre	1.181.599	108.395,51	94.692,6
Anual	16.491.111	1.667.336,17	1.182.041,8

Se van a proponer equipos comerciales para cada una de las tecnologías de energía renovable.

1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

El colector escogido es uno de la marca *SOLAHART* modelo *PARRILLA de cobre*.

❖ **Características generales:**

- Dimensiones (mm): 2.010 • 1.022 • 95
- Peso vacío: 30Kg
- Peso lleno: 34Kg
- Volumen del fluido: 4L
- Área útil: 2,15m²
- Caudal: 90 L/h

❖ **Características Placa Absorción:**

- Material: Tubo de cobre
- Espesor (mm): 0,9
- Tratamiento externo: Níquel
- Acabado: Cromo Negro
- Absorbancia (60 °C): 0,95
- Emitancia (60°C): 0,12

❖ **Características Cubierta Transparente:**

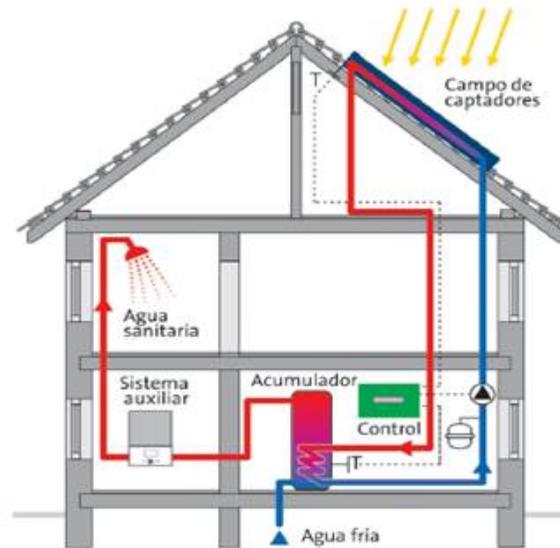
- Material: Vidrio templado
- Espesor (mm): 3,2
- Transmisión (%): 94
- Dimensiones (mm): 2.000 • 1.010

El anticongelante usado es (FS): Glicol de propileno, inalterable por comestibles y biodegradable con protección contra la corrosión, en envase de 10 l o de 20 l. Concentrado para captadores planos, líquido blanco claro. Mezclado con agua al 50%, la seguridad contra la congelación es de $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Panel Solar

El esquema de instalación es el siguiente:



2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO A-160P

2.1. Características físicas

Longitud	1618mm
Anchura	814mm
Espesor	45mm
Peso	12,8kg

2.2. Características eléctricas

Potencia (W en prueba $-2/+5\%$)	160 W
Número de células silicio policristalinas	72 de 5"
Corriente en punto de máxima potencia	4,55 A
Tensión en punto de máxima potencia	35,3 V
Corriente de cortocircuito	5,0 A
Tensión de circuito abierto	44,1 V
Máximo voltaje del sistema	600 V

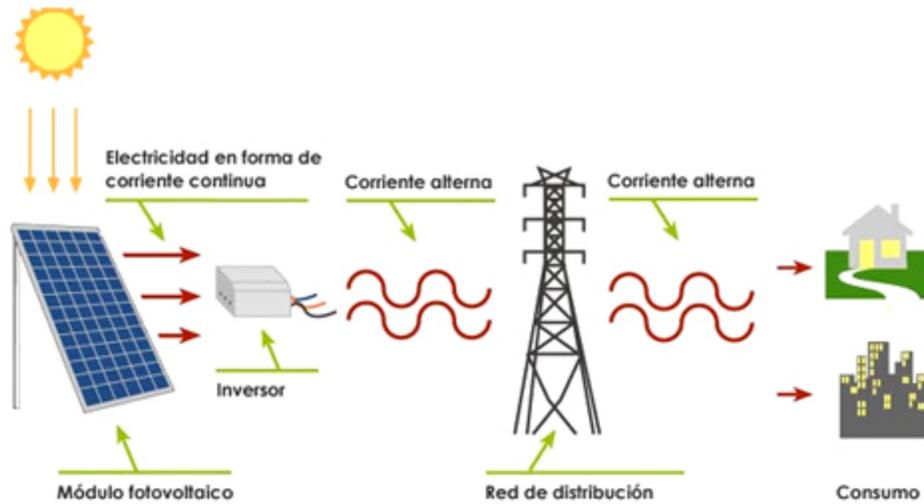
La desviación por grado de temperatura es de $-(0,5 \pm 0,05)\% / ^\circ\text{C}$.

Ofrece una garantía de potencia de salida durante los 25 años.



Panel solar policristalino

El esquema es el siguiente:



INVERSOR DE CONEXIÓN A RED TAURO PRM 300/8

El inversor TAURO PRM 300/8 es un equipo fabricado por ATERSA (España).

2.3. Características físicas

Longitud	623mm
Anchura	335mm
Espesor	231mm
Peso	17Kg

2.4. Características eléctricas

Potencia Nominal (VA)	300
Rango de tensiones MPP	150-400 V
Tensión máxima de entrada (a 1000W/m ² ; -10° C)	500 V
Potencia de salida de campo fotovoltaico	3500-4800Wp
Intensidad máxima de entrada (40° C)	26.0 A
Potencia nominal de salida	3500 W
Eficiencia máxima	94%
Valor de tensión / frecuencia	230 V / 50 Hz
Factor de potencia	1
Sistema de refrigeración	Ventilación forzada

El rango de temperatura de trabajo es de -5/ +40° C y una humedad tolerable de 0-100%.

En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de circuito abierto, en este caso el inversor se desconecta por completo y espera que se restablezca la tensión en la red para iniciar de nuevo su funcionamiento. Lo mismo ocurriría si la tensión de red se encuentra fuera del rango de trabajo aceptable, tanto si es superior como inferior.

Mediante sensores de radiación y temperatura opcionales, el equipo permite al usuario conocer en cada momento el rendimiento de su instalación.



Inversor Tauro 300/8

3. ENERGÍA EÓLICA

La instalación de estos aerogeneradores simplemente consta de equipo aerogenerador – cableado - inversor de corriente.

AIRX MARINE 400 W (TK-AIRxM)



❖ Descripción del Producto:

Las nuevas características de los modelos Air se encuentran básicamente en el cuerpo de la turbina. Los circuitos del Air-X monitorizan la velocidad del viento y electrónicamente deceleran las aspas previniendo las agitaciones. El resultado es una turbina mucho más silenciosa.

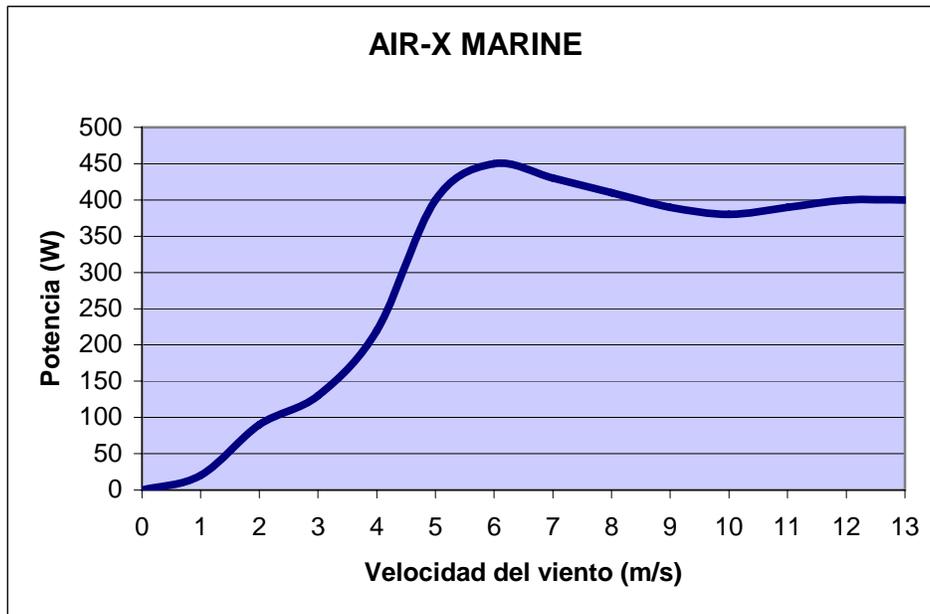
❖ Características:

- Nueva serie de palas de carbón reforzado.
- Sofisticado regulador de carga de batería.
- Libre de mantenimiento, consta tan sólo de dos partes móviles.
- Modo seguro contra vientos fuertes: exclusivo interruptor, que actúa bajando las revoluciones.
- 3 años de garantía.

3.2. Características técnicas

Peso	6.5Kg
Nº de hélices	2
Diámetro del rotor	1,18m
Velocidad de arranque	3 m/s
Voltaje	12 y 24 V
Producción	400 watos a 12,5 m/s

La curva de potencia de este aerogenerador es la siguiente:



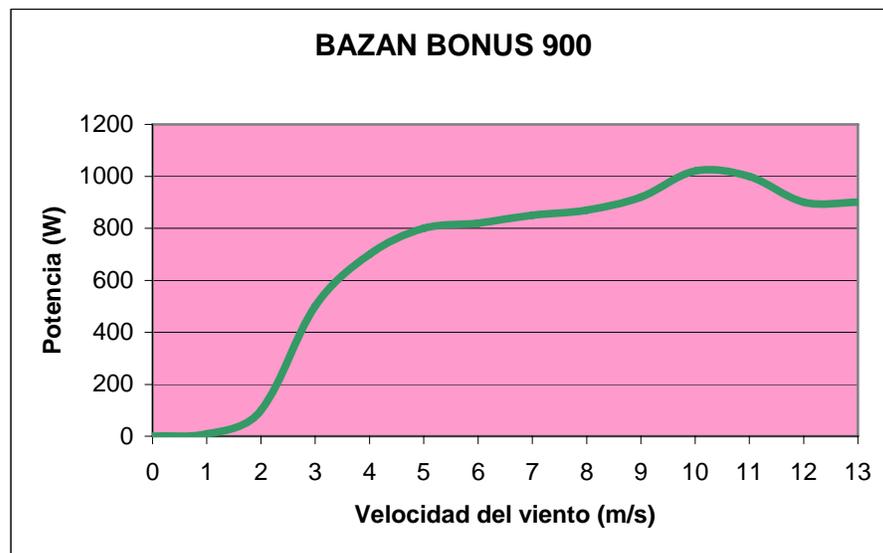
AEROGENERADOR BAZAN-BONUS 900 W



3.1. Características técnicas

Peso	19Kg
Nº de hélices	2
Diámetro del rotor	2,15 m
Velocidad de arranque	3 m/s
Voltaje	24 V
Producción	900 watos a 12 m/s

La curva de potencia de este aerogenerador es la siguiente:



AEROGENERADORES BORNAY



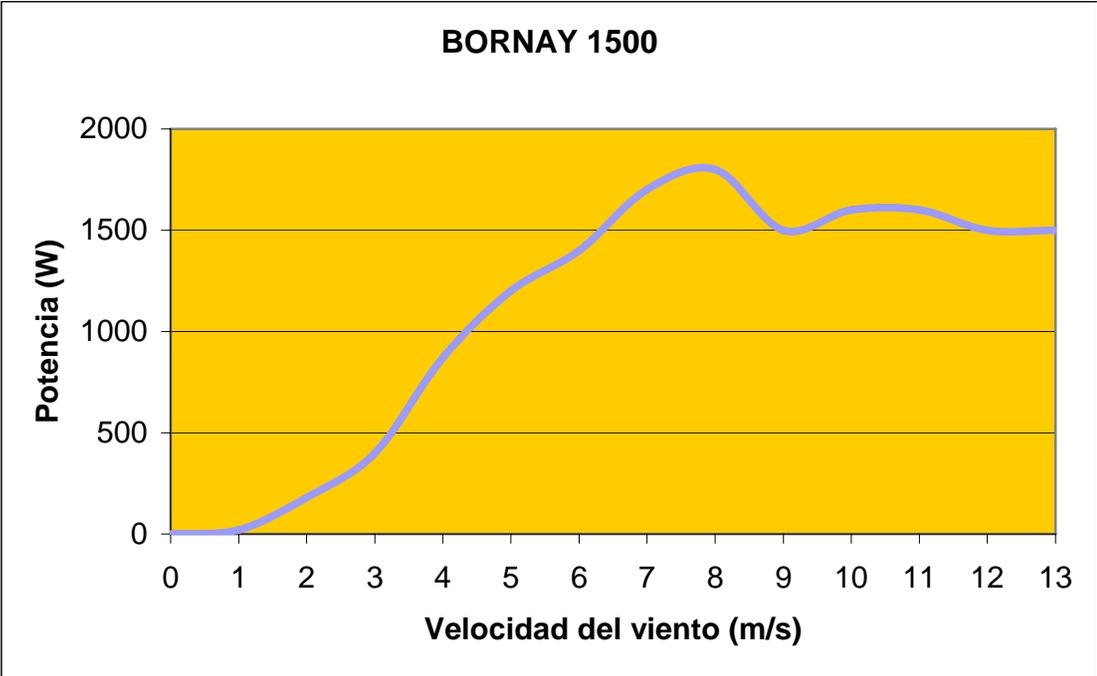
❖ Características:

- La serie bornay puede ser instalada fácilmente y su mantenimiento se limita a una revisión anual.
- Protegido contra la corrosión y fabricado con materiales de gran calidad como fibra de carbono, acero inoxidable, etc., lo que los hace una confiable fuente de energía.
- Capaces de producir una potencia superior a la nominal, pero limitada a través de su sistema automático de frenado por inclinación.

3.3. Características técnicas

Peso	40Kg
Nº de hélices	2
Diámetro del rotor	2,90 m
Velocidad de arranque	3 m/s
Voltaje	12 , 24, 48,220 V
Potencia nominal	1.500 watio

La curva de este tipo de aerogenerador es la siguiente:



Cálculos del estudio de viabilidad técnica y económica de la alternativa 1 de Energía Solar Fotovoltaica

1. ASPECTOS TÉCNICOS

Para dicho cálculo es necesario conocer los datos de la planta:

- Superficie total: 500 m²
- Superficie útil: 400 m²
- Superficie del módulo fotovoltaico: 1,312 m²
- Potencia nominal por módulo: 0,165 kWp

1.1. Número de módulos

Con los datos de superficie útil a instalar y del módulo fotovoltaico, obtenemos que el número de módulos necesarios:

Número de módulos= Superficie útil / Superficie del módulo fotovoltaico

Número de módulos: $400 / 1,312 = 304,89 \approx 305$

1.2. Potencia nominal de la planta

Potencia nominal de la planta= N° módulos*Potencia nominal por módulo

Potencia nominal de la planta= $305 * 0,165 = 50,3 \text{ kWp}$

1.3. Producción energética

Según la base de datos del Centro de estudios de la Energía Solar (Censolar) se sabe que 1 kWp produce 1.500 kWh/año Por tanto, si la potencia nominal de la planta es 51,48 kWp, la producción energética de la instalación resulta:

Producción energética: $1.500 * 50,3 = 75.457 \text{ kWh/año}$

1.4. Cobertura eléctrica

El consumo eléctrico de la factoría ha sido de 16.491.111 kWh/año.

Cobertura eléctrica= (Producción energética/Consumo eléctrico)x100

Cobertura eléctrica= (77.220 / 16.491.111) x 100= **0,46%**

2. ASPECTOS ECONÓMICOS

En este apartado se va a estudiar el presupuesto de dicha instalación, los beneficios que se van a obtener en cuanto la venta a la red y sobre el coste eléctrico que conlleva la factoría. Se evaluará el periodo de amortización de dicha instalación.

2.1. Presupuesto

El presupuesto estimado para nuestra instalación de 50,3 kWp (potencia nominal obtenida) será:

Presupuesto estimado: $50,3 * 6 = 301.800 \text{ €}$

Según datos bibliográficos, el coste de una instalación fotovoltaica es aproximadamente 6 €/Wp.

2.2. Beneficios

Datos de interés:

- Tarifa media regulada: 0,077644 €/kWh
- Tarifa fotovoltaica ≤ 25 años: 575%

Según los datos anteriores, la tarifa eléctrica de venta a la red es de 0,446 €/kWh.

Se obtuvo una producción energética anual de 75.457kWh, luego si se vende a la red dicha producción los ingresos medios anuales serán:

Beneficios: **33.688,12 €/año**

2.3. Porcentaje de beneficios sobre coste eléctrico

Sería el porcentaje del coste eléctrico de la factoría que se recupera con dicha instalación. Para ello debemos saber el coste eléctrico de la empresa (1.182.041,8 €/año) y los ingresos medios anuales (33.688,12 €/año).

$$\% \text{ Beneficios sobre coste} = (\text{Beneficios} / \text{Coste eléctrico}) \times 100 \cong \mathbf{3\%}$$

2.4. Amortización

- Presupuesto estimado: 301.800 €
- Ingresos medios anuales: 33.688,12 €/año

Luego el periodo de amortización será:

Amortización \cong **9 años**

Cálculos del estudio de viabilidad técnica y económica de la Alternativa 1 de Energía eólica

1. ASPECTOS TÉCNICOS

Para dicho cálculo es necesario conocer los datos de la planta:

- Superficie total: 500 m² (25 x 20m)
- Aerogenerador: AIR-X MARINE
 - Diámetro del rotor (m): 1,18
 - Potencia nominal (W): 400

1.1. Número de aerogeneradores

Hay que tener en cuenta que la distancia entre aerogeneradores será de tres veces su diámetro partiendo desde el eje del aerogenerador y la distancia entre filas será de dos veces su diámetro.

Distancia entre aerogeneradores (m): 3,54

Distancia entre filas (m): 2,36

Por tanto, habrá en total 8 filas de aerogeneradores, 4 con 7 aerogeneradores y otras 4 con 6. Se irá alternando una fila de 7 con una de 6.

Número de aerogeneradores: $28 + 24 = 52$

1.2. Producción energética

La producción anual se va a estimar para una velocidad de 4,5 m/s ya que, según los datos obtenidos de la rosa de los vientos, es la velocidad del viento que sopla durante la mitad del año en la zona de Cádiz. Esta potencia se deduce de la curva de potencia en función de la velocidad, proporcionada

por el fabricante (ANEXO EQUIPOS RENOVABLES) de la cual se deduce que es 300 W.

Horas de producción al año: 4.584 h/año (24 h/día x 191 días/año)

Teniendo en cuenta la potencia y las horas de producción se obtiene:

Producción energética por aerogenerador: 1.375 kWh/año

Producción energética total: $1.375 * 52 = 71.510 \text{ kWh/año}$

1.3. Cobertura eléctrica

El consumo eléctrico de la factoría ha sido de 16.491.111 kWh/año.

Cobertura eléctrica= $(\text{Producción energética}/\text{Consumo eléctrico}) \times 100$

Cobertura eléctrica= $(71.510 / 16.491.111) \times 100 = 0,43\%$

2. ASPECTOS ECONÓMICOS

En este apartado se va a estudiar el presupuesto de dicha instalación, los beneficios que se van a obtener en cuanto la venta a la red y sobre el coste eléctrico que conlleva la factoría. Se evaluará el periodo de amortización de dicha instalación.

2.1. Presupuesto

El aerogenerador modelo AIR-X MARINE tiene un precio de 735 €, si la instalación consta de 52 aerogeneradores tenemos un presupuesto estimado de:

Presupuesto estimado: 38.220 €

Se va a sobredimensionar esta cantidad un 20% ya que hay que incluir otros costes como pueden ser los costes de ingeniería. Luego, se obtiene lo siguiente:

Presupuesto estimado: **47.775 €**

2.2. Beneficios

Datos de interés:

- Tarifa media regulada: 0,077644 €/kWh
- Tarifa fotovoltaica ≤ 15 años: 90%

De los datos anteriores se obtiene que la tarifa eléctrica de venta a la red es de 0,069 €/kWh.

Se obtuvo una producción energética anual de 71.510 kWh, luego si se vende a la red dicha producción los ingresos medios anuales serán:

Beneficios: **4.997 €/año**

2.3. Porcentaje de beneficios sobre coste eléctrico

Sería el porcentaje del coste eléctrico de la factoría que se recupera con dicha instalación. Para ello debemos saber el coste eléctrico de la empresa (1.182.041,8 €/año) y los ingresos medios anuales (4.997 €/año).

% Beneficios sobre coste = (Beneficios / Coste eléctrico) x 100 \cong **0,42%**

2.4. Amortización

- Presupuesto estimado: 47.775 €
- Ingresos medios anuales: 4.997 €/año

Luego el periodo de amortización será:

Amortización \cong **9,5 años**

CUADRO RESUMEN DEL PROYECTO: HIPÓTESIS Y RESULTADOS

ASPECTOS OPERATIVOS

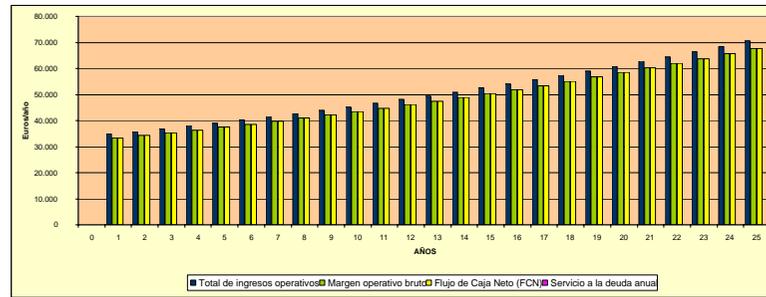
		Inflaciones previstas para esas estimaciones iniciales:																								
Volumenes iniciales:		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
Venta de electricidad a la red (KWh)	75.457	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Otros ingresos derivados de la instalación	0	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Precios iniciales:																										
Tarifa eléctrica de venta a la red	0.446	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Mantenimiento de la instalación (4% de la facturación anual)	1.348	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
Otros gastos	0	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%

ASPECTOS ECONÓMICO-FINANCIEROS

Total de la inversión	301.829	
A financiar con recursos propios	301.829	100%
A financiar con subvención a fondo perdido	0	0%
A financiar con deuda	0	0%
Plazo de devolución	0	
Tipo de interés	5,00%	
Tasa de descuento aplicada para calcular el VAN de la inversión	5%	

RESULTADOS

AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
Total de ingresos operativos	0	34.699	35.740	36.812	37.916	39.054	40.225	41.432	42.675	43.955	45.274	46.632	48.031	49.472	50.956	52.485	54.060	55.681	57.352	59.072	60.845	62.670	64.550	66.486	68.481	70.535	
Margen operativo bruto	0	33.311	34.310	35.339	36.400	37.492	38.616	39.775	40.968	42.197	43.463	44.767	46.110	47.493	48.918	50.386	51.897	53.454	55.058	56.709	58.411	60.163	61.968	63.827	65.742	67.714	
Servicio a la deuda anual	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Flujo de Caja Neto (FCN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Ratio de cobertura del servicio anual de la deuda (RCSD)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Flujo de Caja Neto (FCN)	0	33.311	34.310	35.339	36.400	37.492	38.616	39.775	40.968	42.197	43.463	44.767	46.110	47.493	48.918	50.386	51.897	53.454	55.058	56.709	58.411	60.163	61.968	63.827	65.742	67.714	
VAN de la inversión para el accionista	333.911																										
TIR de la inversión para el accionista		13%																									



SOLO SON MANIPULABLES LAS CELDAS QUE APARECEN COLOREADAS EN AZUL

DATOS GENERALES

Datos de la empresa		
Consumo anual	16.491,111 kWh	
Coste anual	1.182,942 €	
Área total de planta	500 m ²	
largo	25 m	
ancho	20 m	
Datos de la planta		
potencia nominal del aerogenerador	0,400 KW	
potencia del aerogenerador a 4.5 m/s	0,300 KW	
diámetro rotor (m)	1,18 m	
# filas	8,47	aproximar a la cifra menor 8
# aerogeneradores en cada fila	7,08	aproximar a la cifra menor 7
Indicar la distribución adecuada		
	4 filas con 7 aerogeneradores	
	4 filas con 6 aerogeneradores	
número de aerogeneradores	52	
Potencia de la instalación	20,8 KW	
Producción energética		
horas de producción al año	4.584 h (por año)	
producción energética por aerogenerador	1.375 kWh (por año)	
producción energética total	71.510 kWh (por año)	
Cobertura	0,43%	
Inversión		
Precio aerogenerador	735 €	
Inversión aerogeneradores	38.220 €	
Precio total instalación	47.775 €	
Amortización	8,56 años	
Beneficios		
Tarifa vigente (€/RD)	0,077644 € (por kWh)	
TARIFA fotovoltaica año=15	90%	
TARIFA fotovoltaica año=15	80%	
incremento de tarifa	3,0%	
Ingreso medio anual	4.997 €	
Beneficios	0,42%	

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25	
A) Ingresos:																											
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euro/kWh)	0,070	0,072	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,092	0,094	0,096	0,098	0,099	0,101	0,103	0,105	0,107	0,109	
Tasa estimada de incremento de esa tarifa		3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	
Volumen de electricidad que se vende a la red (kWh)	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	71.510	
Tasa estimada de incremento de ese volumen		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
Ingresos derivados de la venta a la red	4.997	5.147	5.297	5.447	5.597	5.747	5.897	6.047	6.196	6.346	6.496	6.646	6.796	6.946	7.096	7.246	6.574	6.707	6.840	6.974	7.107	7.240	7.374	7.507	7.640	7.773	
Otros ingresos derivados de la instalación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tasa estimada de incremento de esos ingresos		3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	
TOTAL DE OTROS INGRESOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS		5.147	5.297	5.447	5.597	5.747	5.897	6.047	6.196	6.346	6.496	6.646	6.796	6.946	7.096	7.246	6.574	6.707	6.840	6.974	7.107	7.240	7.374	7.507	7.640	7.773	
B) Gastos:																											
Mantenimiento de la instalación (4% de la facturación anual)	4,00%	200	206	212	218	225	232	239	246	253	261	269	277	285	294	302	311	321	330	340	350	361	372	383	394	406	419
Otros gastos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de esos gastos		3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Gastos de operación y mantenimiento	200	206	212	218	225	232	239	246	253	261	269	277	285	294	302	311	321	330	340	350	361	372	383	394	406	419	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS		206	212	218	225	232	239	246	253	261	269	277	285	294	302	311	321	330	340	350	361	372	383	394	406	419	
MARGEN OPERATIVO BRUTO		4.941	5.085	5.228	5.372	5.515	5.658	5.801	5.943	6.086	6.228	6.369	6.511	6.652	6.794	6.934	6.253	6.377	6.500	6.623	6.746	6.868	6.991	7.112	7.234	7.355	
Porcentaje de incremento			2,91%	2,82%	2,74%	2,67%	2,59%	2,52%	2,46%	2,39%	2,33%	2,28%	2,22%	2,17%	2,12%	2,07%	-9,2%	1,98%	1,93%	1,89%	1,85%	1,81%	1,76%	1,74%	1,71%	1,67%	

SOLO SON MANIPULABLES LAS CELDAS QUE APARECEN COLOREADAS EN AZUL

DATOS GENERALES

Datos de la empresa	
Consumo anual	16.491.111 kWh
Coste anual	1.182.842 €
Área total de planta	1.920 m ²
largo	60 m
ancho	32 m
Datos de la planta	
potencia nominal del aerogenerador	0,400 KW
potencia del aerogenerador a 4.5 m/s	0,300 KW
diámetro rotor (m)	1,18 m
# filas	13,56 <small>aproximar a la cifra menor</small>
# aerogeneradores en cada fila	16,98 <small>aproximar a la cifra menor</small>
Indicar la distribución adecuada	
	7 filas con 16 aerogeneradores
	6 filas con 15 aerogeneradores
numero de aerogeneradores	202
Potencia de la instalación	80,8 KW
Producción energética	
horas de producción al año	4.584 h (por año)
producción energética por aerogenerador	1.375 kWh (por año)
producción energética total	277.790 kWh (por año)
Cobertura	1,68%
Inversión	
Precio aerogenerador	735 €
Inversión aerogeneradores	148.570 € 80% del coste total
Precio total instalación	185.588 €
Amortización	9,56 años
Beneficios	
Tarifa vigente (€/RD)	0,077644 € (por kWh)
TARIFA fotovoltaica año=+15	90%
TARIFA fotovoltaica año=15	80%
incremento de tarifa	3,0%
Ingreso medio anual	19.412
Beneficios	1.626

CÁLCULO DEL MARGEN OPERATIVO BRUTO

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20	Año 21	Año 22	Año 23	Año 24	Año 25
A) Ingresos:																										
Tarifa eléctrica para la venta a la red (Euro/kWh)	0,070	0,072	0,074	0,076	0,078	0,080	0,082	0,085	0,087	0,089	0,091	0,093	0,095	0,097	0,099	0,101	0,092	0,094	0,096	0,098	0,099	0,101	0,103	0,105	0,107	0,109
Tasa estimada de incremento de esa tarifa		3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	
Volumen de electricidad que se vende a la red (kWh)	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790	277.790
Tasa estimada de incremento de ese volumen		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Ingresos derivados de la venta a la red	19.412	19.994	20.577	21.159	21.741	22.324	22.906	23.488	24.071	24.653	25.235	25.818	26.400	26.983	27.565	28.147	25.537	26.055	26.573	27.090	27.608	28.126	28.643	29.161	29.679	30.196
Otros ingresos derivados de la instalación	0	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
Tasa estimada de incremento de esos ingresos																										
Total de otros ingresos	0																									
TOTAL DE INGRESOS OPERATIVOS	19.994	20.577	21.159	21.741	22.324	22.906	23.488	24.071	24.653	25.235	25.818	26.400	26.983	27.565	28.147	25.537	26.055	26.573	27.090	27.608	28.126	28.643	29.161	29.679	30.196	
B) Gastos:																										
Mantenimiento de la instalación (4% de la facturación anual)	4,00%	776	800	824	848	874	900	927	955	984	1.013	1.044	1.075	1.107	1.140	1.174	1.210	1.246	1.283	1.322	1.362	1.402	1.444	1.488	1.532	1.578
Otros gastos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tasa estimada de incremento de esos gastos			3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
Gastos de operación y mantenimiento	776	800	824	848	874	900	927	955	984	1.013	1.044	1.075	1.107	1.140	1.174	1.210	1.246	1.283	1.322	1.362	1.402	1.444	1.488	1.532	1.578	
TOTAL DE GASTOS OPERATIVOS	776	800	824	848	874	900	927	955	984	1.013	1.044	1.075	1.107	1.140	1.174	1.210	1.246	1.283	1.322	1.362	1.402	1.444	1.488	1.532	1.578	
MARGEN OPERATIVO BRUTO	19.194	19.753	20.310	20.867	21.424	21.979	22.533	23.087	23.640	24.192	24.743	25.293	25.842	26.390	26.938	24.291	24.772	25.251	25.729	26.206	26.681	27.156	27.629	28.100	28.570	
Potencia de incremento		2,91%	2,82%	2,74%	2,67%	2,59%	2,52%	2,46%	2,39%	2,33%	2,28%	2,22%	2,17%	2,12%	2,07%	-9,82%	1,98%	1,93%	1,89%	1,85%	1,81%	1,78%	1,74%	1,71%	1,67%	

BIBLIOGRAFÍA

➤ Páginas web consultadas:

- Curso de Eficiencia Energética y Plan Municipal de Ahorro

Módulo 1: Introducción. Conceptos básicos.

Módulo 2: Consumo actual de Energía. Efectos ambientales asociados.

Módulo 3: Herramientas para la identificación de la problemática ambiental.

Módulo 4: Análisis y estructura de las medidas que ha de contener un Plan Municipal de Ahorro y Eficiencia Energética en relación a las infraestructuras y actuaciones municipales.

Módulo 5: Análisis y estructura de las medidas que ha de contener un Plan Municipal de Ahorro y Eficiencia Energética.

www.aulavirtual.egmasa.com/SCRIPT/Fdt02/scripts/student/serve_summary

- Auditoría Energética de Edificios. Descripción de los servicios.

Planificación y diagnóstico energético municipal. Descripción de servicios.

Exposición: Las energías renovables y el ahorro energético.

www.crea.es

- Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana

Eficiencia energética y energías renovables en el sector hotelero.

Las Energías Renovables, su papel en el sector hotelero.

Plan de Ahorro y Eficiencia Energética.

Guía de Ahorro y Eficiencia Energética en Establecimientos Hoteleros de la Comunidad Valenciana.

Mercado energético liberalizado

Energías renovables

www.aven.es

- Energía Sostenible para Europa 2005-2008

Campaña europea de sensibilización para cambiar el panorama energético.

www.europea.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html

- La energía

<http://www.uned.es/biblioteca/energiarenovable3/energia.htm>

- Conservación de la Energía

www.cnfl.go.cr/portal/page?_pageid=35,43711&_dad=portal&_schema=PORTAL

- Endesa Energía

www.endesaenergia.es

- La Guía de la Energía

www.energuia.com

- Red eléctrica de España

www.ree.es

- Guía de eficiencia energética ambiental para la empresa
www.crana.org/observatorio/energia/guias_de_ahorro/08_06_2004/Introduccion.pdf
- Recomendaciones para ahorrar energía
www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2653_recomendaciones_para
- Eficiencia energética en iluminación
www.faen.es/ahorroeficiencia/documents/Eficienciaenergeticaeniluminacion.pdf
- Lámparas fluorescentes ahorradoras CFL
http://www.asifunciona.com/electronica/af_cfl/af_cfl_1.html
- Fluorescentes
<http://www.geocities.com/acuariogratis3/electronica/fluorescente-T8.html>
- Ahorrar energía utilizando fluorescentes
www.repsolypf.com/es_es/casa_y_hogar/energia_en_casa/reportajes/ahorro_energetico/fluorescentes.aspx
- [Educación Técnica](#) : Consejos para eficiencia energética en aire acondicionado.
www.guiadelfrio.com/portal/modules/news/article.php?storyid=298
- Aire acondicionado
www.juntadeandalucia.es/economiayhacienda/contratacion/catalogo/Aire_empresas/alcoclima/alcoclima_mp63-72.pdf

- Calefacción.
www.crana.org/observatorio/energia/guias_de_ahorro/08_06_2004/Calefaccion.pdf
- Guía de eficiencia energética para la calefacción.
www.fundacioncst.net/apea/doc/GuiaCALEFACCION.doc
- Climatización.
www.rentaclima.cl
- Guía de buenas prácticas ambientales de oficina
www.feugr.ugr.es/docs/GuiaBuenasPracticas.pdf
- Instalaciones eléctricas.
<http://www.bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/indice.htm>
- Fuentes de energía
http://oni.escuelas.edu.ar/2002/SANTIAGO_DEL_ESTERO/madre-fertil/energia.htm
- Google Earth
www.earth.google.es
- Instituto Nacional de Meteorología (INM)
www.inm.es
- Global Bioclimatics
http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics_1.htm

- Plan de Energías Renovables en España 2005-2010
Manuales de energías renovables: Energía Solar Térmica
Manuales de energías renovables: Energía Eólica
www.idae.es
- Energía solar.
www.es.wikipedia.org
- Centro de estudios de la energía solar
www.censolar.es
- Guía Solar
Energía eólica. Planteamiento de Greenpeace.
www.greenpeace.org
- Guía de la Energía Solar.
www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio_GuiaEnergiaSolar.PDF
- Energía solar térmica.
www.solarweb.net/termica.php
- Captación térmica de la energía solar
<http://www.luzverde.org/main3.html>
- Energía solar fototérmica
<http://www.miguelms.com/dyeiterm.htm>
http://raelec.es/espanol/obras/obras_termica.htm

- Agua Caliente Solar: Energía Solar Térmica
[Paneles solares fotovoltaicos cuadro de seguridad y control](#)
www.solartec.org
- Proyecto de energía solar para ACS
www.uc3m.es/uc3m/serv/OM/documents/polideportivoignaciopinedo.ppt
- Instalaciones de energía solar térmica.
www.fesucor.com/thermisunsolar_web/pdf/tarifa%20thermisun%202005.pdf
- Energía solar fotovoltaica conectada a red
www.generaconfotovoltaica.com
- Sistemas fotovoltaicos. Conexión a red.
www.solarta.com
- Instalación Solar Fotovoltaica de Conexión a Red. Bornay Comercial
www.pymesdelsol.com/pdf/memoria.pdf
- Estudio de una instalación fotovoltaica.
www.kualitate.com/archivos-kualitate/pdfs/guionpractica2.pdf
- Instalacion solar conectada a red. Enerficaz
www.enerficaz.com/fotovoltaica-red.pdf
- Energia solar. Centrales solares fotovoltaicas. Instalación de 100kw. Grupo ecosar.
www.ecosar.com/images/Centrales%20Solares%20Fotovoltaicas.pdf

- Generación solar termoeléctrica, opciones tecnológicas y perspectivas de futuro ABENER

www.iingen.unam.mx/C10/Eventos/amedes/B2%20Ing%20Jaime%20Garcia.pdf

- Guía eólica

<http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/guia/eolica.htm>

- Energía eólica

www.infoeolica.com

- Energía Eólica en España. Panorámica 2004. Asociación Empresarial Eólica, 2005.

<http://aeeolica.org/html/documentacion.html>

- Visita guiada sobre la energía eólica.

<http://windpower.org/es/tour/wres/index.htm>

- Energía eólica. Ventajas. Inconvenientes. Fundamentos.

<http://serbal.pntic.mec.es/~agarc107/energeol.htm>

- La energía eólica; rentabilidad real e impacto económico que genera.

www.ontimet.es/eolica.htm

- Proyecto de Parque Eólico en la Bahía de Cádiz

www.galeon.com/apamar

- Equipos para energías renovables.

www.inelsacontrols.com

