

Universidad de **Cádiz**

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

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: Estudio y mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de la empresa Easy Industrial Solutions, S.L.

Autora: M<sup>a</sup> Jesús CABEZAS ALCONCHEL

Fecha: Julio 2007





El estudio energético, como paso inicial hacia la eficiencia energética, permite determinar la situación del consumo y uso de las distintas fuentes de energía en una empresa. La empresa objeto de estudio en el proyecto ha sido Easy Industrial Solutions S.L., empresa situada en el Tecnoparque Bahía de Cádiz (El Puerto de Santa María).

El conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, cómo la consume en sus procesos, cuánto repercute en sus costes y las posibles mejoras para disminuir dicho coste energético, es el origen del desarrollo del estudio energético, denominado **auditoría energética**, del presente proyecto.

En el momento actual, dada la importancia de las energías renovables desde el punto de vista de aprovechamiento de los recursos naturales de energías disponibles, y considerando lo anterior, resulta obligado el estudio de la utilización de **instalaciones de energías renovables** en Easy Industrial Solutions.

Ser productores de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el marco energético actual, coloca a la empresa en una posición de mayor competencia desde el punto de vista:

- *Económico.* La energía producida se vende a la red, pudiéndose llegar, no sólo a compensar los costes eléctricos derivados de la actividad diaria de la empresa sino incluso a obtener beneficios una vez amortizados los costes de instalación.
- *Medioambiental.* Se produciría energía “limpia” puesto que las instalaciones cuentan con una larga vida media durante la cual no producen contaminación alguna.

- *Marketing.* Actualmente la fuente principal de energía son los combustibles fósiles, cuya combustión da lugar a la producción de CO<sub>2</sub> (responsable del efecto invernadero). Por ello, ser productores de energía “limpia” y contribuir al Desarrollo Sostenible del planeta, tan importante hoy día, lleva implícita una imagen medioambiental excelente de cara al mercado.

### ***Auditoría Energética***

Cualquier metodología que se aplique para la realización de estudios de auditoría energética debe tener como objetivos los siguientes:

- a) Identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las instalaciones y equipamiento energético.
- b) Analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos.
- c) Identificar y evaluar las alternativas de mejora viables técnica y económicamente.

La auditoría energética realizada en Easy Industrial Solutions consta de una fase inicial, *prediagnóstico*, donde se lleva a cabo la recopilación de documentos y el reconocimiento preliminar de la empresa, que no es más que un estudio previo de la geometría de la empresa y su distribución espacial y orientación, de las condiciones climáticas, de las instalaciones industriales y de procesos que dispone.

La mayor parte de esta información está disponible en la empresa (registros históricos mensuales de los consumos y costos de los suministros energéticos, fuentes de suministro de energía, etc.). Sin embargo, hay otra serie de datos necesarios, como son la relación de equipos consumidores de energía y sus horas de operación, que la empresa desconoce y, por tanto, se estudian durante la siguiente fase, el *diagnóstico energético* con el que se conoce la situación actual energética de las instalaciones y equipos.

Los aspectos que se han estudiado, a parte de los ya comentados, en esta fase han sido:

- Potencia total instalada.
- Consumo y coste energético real.
- Consumo y coste energético estimado.
- Comparación entre consumo y coste anual real y teórico.
- Adecuación de contrato de suministro eléctrico.
- Energía reactiva y factor de potencia.
- Mantenimiento en la gestión energética.

La última fase ha consistido en la identificación de *medidas correctoras* para conseguir un ahorro energético, que pueden agruparse en tres categorías:

- Medidas sin inversión y que pueden llevarse a cabo inmediatamente.
- Medidas de bajo coste y que suponen una pequeña inversión.
- Medidas que requieren de planificación.

Se finaliza la auditoría con la elaboración del informe técnico que integra las conclusiones obtenidas en cada una de las fases.

A continuación se indica a modo de tabla-resumen el plan de acción propuesto, tras la realización de la auditoría energética.

FASE	MEDIDA	TIEMPO DE IMPLANTACIÓN	ACCIÓN REQUERIDA
1	Metodología	Realizado	Relación de equipos con potencia Contabilidad energética
1	Establecer organización energética	Inmediato	Designar un responsable y el comité de energía
1	Motivación y formación al personal	Inmediato	Colocar carteles Realizar reuniones Solicitar aportes o ideas
2	Mantenimiento adecuado	Inmediato	Mantenimiento preventivo Mantenimiento predictivo
2	Corrección del factor de potencia	Inmediato	Contactar con proveedores Especificar condensadores Instalar
2	Medición de energía	Progresivo	Invertir en aparatos de medida
3	Nuevas propuestas	Progresivo	Actualizar el presente informe y mejorarlo

### ***Energías alternativas***

Para realizar la propuesta de instalaciones renovables en Easy Industrial Solutions, el primer paso ha sido estudiar cuales son las energías renovables viables de instalar en la empresa, que resultan ser:

- Energía solar:
  - Energía solar térmica.
  - Energía solar fotovoltaica.
- Energía eólica.

A continuación se ha realizado un estudio teórico en profundidad de cada una de estas energías para conocer, entre otros aspectos, que tipo de instalaciones pueden plantearse y, en consecuencia, que tipo de energía pueden proporcionar a la empresa, cuáles son sus componentes, etc.

Posteriormente, a partir de la distribución y situación geográfica exacta de las instalaciones de la empresa, se ha obtenido una información precisa de: horas de sol , velocidad y dirección de vientos, etc. Con esta información se ha realizado una discusión previa y un análisis F.A.D.O. (fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades) para determinar que tipo de instalaciones es conveniente instalar en la empresa.

Para el caso de la energía solar, interesa una instalación solar térmica de baja temperatura para producir agua caliente sanitaria y una instalación fotovoltaica conectada a la red eléctrica de la compañía suministradora. En el caso de la energía eólica también la energía eléctrica producida se incorporaría a la red eléctrica.

Una vez conocidas las instalaciones de energías renovables que resultan de interés, se ha realizado un análisis técnico y económico, estudiando varias alternativas (en función de las superficies disponibles para estas instalaciones) para determinar la más viable.

# ÍNDICE GENERAL

1. **Solicitud de Asignación y Propuesta del Proyecto Fin de Carrera enviada a la Comisión**
  
2. **Solicitud de Aclaración al Proyecto por parte de la Comisión**
  
3. **Aclaración del Proyecto enviada a la Comisión**
  
4. **Proyecto Fin de Carrera: *ESTUDIO Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS, S.L.***
  - 4.1. ***Memoria Descriptiva***
  
  - 4.2. ***Anexos***
  
  - 4.3. ***Bibliografía***



Universidad  
de Cádiz  
Facultad de Ciencias  
Químicas

Escuela  
de Ingeniería Química  
de Cádiz  
Laboratorio  
de Ingeniería Química  
de Cádiz



(26)

Anexo II (Anverso)

### SOLICITUD DE ASIGNACIÓN DE PROYECTO FIN DE CARRERA

D. M<sup>a</sup> JESÚS CABEZAS ALCONCHEL, con DNI 41001645-M y residencia en PASEO DE LAS DELICIAS, Nº 5, 9º N, JEREZ DE LA FRA. 11409 CÁDIZ, Tfno: 654 467 348 / 956 345 843, e-mail: mariajesus.cabzasalconchel@alum.uca.es, alumna del Título de Ingeniero Químico de la Universidad de Cádiz,

EXPONE: que cumple los requisitos necesarios para que se le asigne el Proyecto Fin de Carrera.

SOLICITA: Se le asigne el trabajo correspondiente al PFC de tipo específico cuyos detalles adjunta.

Puerto Real, 22 de Enero de 2007

Fdo.: María Jesús Cabeza Alconchel



**PROPUESTA DE PROYECTO FIN DE CARRERA**

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Química, Tecnología de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente

**TÍTULO:** Estudio y mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de la empresa Easy Industrial Solutions, S.L.

**TUTOR(ES):** Manuel Galán Vallejo

**DESCRIPCIÓN (Breve información sobre el objetivo del PFC)**

El estudio energético, como paso inicial hacia la eficiencia energética, permite determinar la situación del consumo y uso de las distintas fuentes de energía en una empresa, en este caso en Easy Industrial Solutions S.L., empresa situada en el Tecnoparque Bahía de Cádiz (El Puerto de Santa María).

El proyecto constará de una parte inicial, prediagnóstico, que comprenderá el reconocimiento preliminar de las instalaciones (iluminación, climatización, equipos de producción, etc.). Posteriormente se desarrollará la parte del diagnóstico energético en la empresa y una última parte de identificación de medidas correctoras y conclusiones finales. Por último se estudiará la viabilidad del uso de energía solar fotovoltaica.

**REQUISITOS (Capacidad, producción, energía, normativa, legislación....)**

- Facturación eléctrica de la empresa.
- Datos de potencia de los equipos.
- Ley 54/1997, 27 de noviembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007

Puerto Real, 29 de Enero de 2007

VºBº del Tutor

VºBº del Director del Departamento

VºBº del Decano



Fdo.: Manuel Galán

Fdo.:   
Dpto.: José María Quintana Alonso  
Director del Dpto. de Ingeniería Química, Tecnología  
de Alimentos y Tecnologías del Medio Ambiente.

Fdo.: Francisco A. Macías

DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA QUIMICA

**D. JESUS CABEZAS ALCONCHEL**  
**PASEO DE LAS DELICIAS Nº 5, 9º N**  
**11409 JEREZ DE LA FRONTERA**

La Comisión de Proyectos Fin de Carrera de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Cádiz,  
reunida el 8 de marzo de 2007, acordó:

**SOLICITAR ACLARACION** al proyecto que ud. presenta, en los siguientes términos:

- Comentar datos de potencia.

La aclaración debe presentarse en el plazo de un mes.

Puerto Real, 20 de marzo de 2007

El Secretario de la Comisión

  
Fdo.: Domingo A. Guillén Sánchez



UNIVERSIDAD DE CADIZ - REGISTRO CAMPUS PTO. REA
Salida
003 Nº. 200700300000150 22/03/2007 14:06:14

## ACLARACIÓN DEL PROYECTO

D. MARIA JESÚS CABEZAS ALCONCHEL, con DNI 41001645-M y residencia en PASEO DE LAS DELICIAS, Nº 5, 9º N, JEREZ DE LA FRA. 11409 CÁDIZ, Tfno: 654 467 348 / 956 345 843, e-mail: mariajesus.cabezasalconchel@alum.uca.es, alumna del Título de Ingeniero Químico de la Universidad de Cádiz, presenta la siguiente ACLARACIÓN DEL PROYECTO "Estudio y mejora de la eficiencia energética en las instalaciones de la empresa Easy Industrial Solutions, S.L." en los siguientes términos:

### - Comentar datos de potencia

Uno de los requisitos que se indican en la propuesta de proyecto fin de carrera es: DATOS DE POTENCIA DE LOS EQUIPOS, ya que en el estudio energético es necesario conocer cual es la potencia total instalada en las instalaciones de la empresa para saber si la potencia contratada a la compañía suministradora es adecuada o no, y para conocer esta potencia total instalada es necesario conocer la potencia de cada uno de los equipos.

Además es necesario también para posteriormente calcular el consumo teórico de electricidad, ya que a partir de la potencia de los equipos y el número de horas de trabajo de dichos equipos obtendremos kWh al día, mes o año.

En la siguiente tabla, se muestra estos datos de potencia:

V. B. S.  
EL SECRETARIO.  
Fdo.: Dominica Guillén Sánchez

<b>Divisiones</b>	<b>Zona</b>	<b>Grupo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Características básicas</b>	<b>POTENCIA (W)/ud</b>	<b>nº unidades</b>
<b>Consultoria</b>	<i>Oficina general</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	<b>18</b>	64
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	<b>1.300-1.400</b>	2
		Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	<b>70</b>	5
			Portatiles	-	<b>25</b>	1
			Impresoras	-	<b>16</b>	1
			Fotocopiadora/impresora	-	<b>1.050</b>	1
			Fax	-	<b>6</b>	1
	Máquina de agua	-	<b>100</b>	1		
	<i>Despacho</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	<b>18</b>	8
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	<b>1.300-1.400</b>	1
		Equipos de oficina	Trituradora de papel	-	<b>8</b>	1
			Portatiles	-	<b>25</b>	1
		<i>Sala reuniones</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	<b>18</b>
Climatización	Aire acondicionado		para frío y calor	<b>1.300-1.400</b>	1	
<b>Materiales compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	Alumbrado	CFL	integrada	<b>26</b>	18
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	<b>1.200-1.300</b>	2
	Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	<b>70</b>	5	
		Portatiles	-	<b>25</b>	2	
		Fotocopiadora/impresora	-	<b>1.050</b>	1	
		Plotter	-	<b>150</b>	1	

Divisiones	Zona	Grupo	Equipos	Características básicas	POTENCIA (W)/ud	nº unidades
			Máquina café	-	1.800	1
			Máquina refrescos	-	600	1
			Microondas	-	1.200	1
	<i>Despacho1</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	4
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1.200-1.300	1
		Equipos de oficina	Portátil	-	25	1
	<i>Despacho2</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	4
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1.200-1.300	1
		Equipos de oficina	Portátil	-	25	1
	<i>Sala reuniones</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	12
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1.200-1.300	1
		Equipos de oficina	Proyector	-	180	1
	<i>Sala limpia</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	18	82
		Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	70	1
		Equipos de producción	Frigorífico	-	240	1
			Bomba de vacío	-	2.200	1
			Equipo acondicionamiento	-	24.360	1
	<i>Producción</i>	Alumbrado	Vapor de mercurio	-	25	2
		Equipos de producción	Autoclave	-	113.000	1
			Bomba vacío autoclave	-	150	1

<b>Divisiones</b>	<b>Zona</b>	<b>Grupo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Características básicas</b>	<b>POTENCIA (W)/ud</b>	<b>nº unidades</b>
			Bombas agua autoclave	-	<b>3.000</b>	2
			Compresor aire	-	<b>11.000</b>	1
			Máquina de corte	-	<b>2.500</b>	1
			Extractor de polvo	-	<b>370</b>	1
			Cámara frigorífica	-	<b>2.400</b>	1
<b>Servicios públicos</b>	<i>Zona común</i>	Alumbrado	Fluorescentes	con reactancia	<b>18</b>	8
	<i>Ducha</i>	Alumbrado	CFL	integrada	<b>26</b>	1
	<i>Servicio hombre</i>	Alumbrado	CFL	integrada	<b>26</b>	1
	<i>Servicio mujer</i>	Alumbrado	CFL	integrada	<b>26</b>	1
<b>Exterior</b>	<i>Exterior</i>	Alumbrado	Vapor de mercurio	-	<b>490</b>	1

# **MEMORIA DESCRIPTIVA**

# ÍNDICE DE MEMORIA DESCRIPTIVA

<b>CAPÍTULO 1: OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>10</b>
<b>1. OBJETO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. ALCANCE .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ANTECEDENTES .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS .....</b>	<b>12</b>
3.1.1. PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	12
3.1.2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA EMPRESA .....	12
<b>3.2. METODOLOGÍA DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA .....</b>	<b>16</b>
3.2.1. INTRODUCCIÓN.....	16
3.2.2. METODOLOGÍA .....	17
3.2.2.1. Prediagnóstico energético.....	17
3.2.2.2. Diagnóstico energético.....	18
3.2.2.3. Propuestas de ahorro energético .....	22
3.2.2.4. Elaboración del informe técnico .....	22
<b>3.3. ENERGÍAS .....</b>	<b>24</b>
3.3.1. ¿QUÉ Y CUÁLES SON LAS FUENTES DE ENERGÍA? .....	24
3.3.2. FUENTES DE ENERGÍA NO RENOVABLES .....	25
3.3.2.1. Características principales .....	25
3.3.2.2. Tipos de energía no renovable.....	25
3.3.2.2.1. Combustibles fósiles .....	25
3.3.2.2.2. Energía Nuclear .....	26

3.3.3. ENERGÍAS RENOVABLES .....	28
3.3.3.1. Ventajas e inconvenientes de las energías renovables .....	30
3.3.3.1.1. Energías ecológicas.....	30
3.3.3.1.2. Naturaleza difusa .....	30
3.3.3.1.3. Irregularidad.....	31
3.3.3.1.4. Fuentes renovables contaminantes .....	31
3.3.3.1.5. Diversidad geográfica .....	32
3.3.3.1.6. Administración de las redes.....	32
3.3.3.1.7. La integración en el paisaje. ....	33
3.3.3.2. Energías renovables y Medio ambiente .....	34
3.3.3.2.1. El cambio climático .....	34
3.3.3.2.2. El Protocolo de Kioto .....	35
3.3.3.3. Tipos de energías renovables .....	35
3.3.3.3.1. Energía solar.....	35
3.3.3.3.2. Energía eólica .....	36
3.3.3.3.3. Energía hidráulica .....	36
3.3.3.3.4. Energía geotérmica.....	37
3.3.3.3.5. Energía biomasa.....	37

## **CAPÍTULO 2: AUDITORÍA ENERGÉTICA A EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS ... 38**

<b>4. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>5. PREDIAGNÓSTICO ENERGÉTICO .....</b>	<b>38</b>
5.1. INTRODUCCIÓN .....	38
5.2. DATOS GENERALES .....	38
5.3. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.....	39
5.4. CONTABILIDAD ENERGÉTICA .....	39
5.5. DATOS ELÉCTRICOS .....	40
5.6. INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN .....	41
5.7. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	41
5.8. INSTALACIÓN DE A.C.S.....	42
5.9. INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN.....	42
5.10. INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN .....	42
5.11. CONTROL CENTRALIZADO POR ORDENADOR.....	43
5.12. COMBUSTIBLES .....	43
5.13. AGUA.....	43
5.14. AGUAS RESIDUALES.....	44
5.15. RESIDUOS SÓLIDOS.....	44
5.16. PROCESOS.....	44
<b>6. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO.....</b>	<b>45</b>
6.1. INTRODUCCIÓN .....	45
6.2. INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES.....	45
6.3. POTENCIA TOTAL INSTALADA .....	46
6.4. CONSUMO Y COSTE ENERGÉTICO REAL .....	48

<b>6.5. CONSUMO Y COSTE ENERGÉTICO ESTIMADO.....</b>	<b>49</b>
6.5.1. CONSUMO ENERGÉTICO ESTIMADO POR PARTIDAS.....	49
6.5.2. CONSUMO TOTAL ESTIMADO .....	52
6.5.3. COSTE TOTAL ESTIMADO .....	52
<b>6.6. COMPARACIÓN ENTRE CONSUMO Y COSTE ANUAL REAL Y TEÓRICO.....</b>	<b>57</b>
<b>6.7. ADECUACIÓN DE CONTRATO .....</b>	<b>60</b>
<b>6.8. ENERGÍA REACTIVA Y FACTOR DE POTENCIA (F.D.P).....</b>	<b>61</b>
6.8.1. INTRODUCCIÓN.....	61
6.8.2. ESTUDIO DEL FACTOR DE POTENCIA DEL TRANSFORMADOR .....	63
<b>6.9. MANTENIMIENTO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA.....</b>	<b>64</b>
6.9.1. GENERALIDADES .....	64
6.9.2. MANTENIMIENTO CORRECTIVO .....	65
<b>6.10. GESTIÓN DEL AGUA.....</b>	<b>66</b>
<b>7. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO .....</b>	<b>67</b>
<b>7.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>67</b>
<b>7.2. PROPUESTAS “GENERALES” SIN INVERSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>7.3. ILUMINACIÓN .....</b>	<b>69</b>
7.3.1. MEDIDAS SIN INVERSIÓN.....	69
7.3.2. MEDIDAS DE BAJO COSTE .....	71
7.3.3. SUGERENCIAS .....	71
<b>7.4. CLIMATIZACIÓN.....</b>	<b>74</b>
7.4.1. MEJORAS SIN INVERSIÓN.....	74
7.4.2. MEJORAS CON BAJO COSTE .....	75
7.4.3. SUGERENCIAS .....	75
<b>7.5. EDIFICIOS.....</b>	<b>76</b>
7.5.1. MEJORAS SIN INVERSIÓN.....	77
7.5.2. MEJORAS CON BAJO COSTE .....	78
7.5.3. SUGERENCIAS .....	79

<b>7.6. EQUIPOS DE OFIMÁTICA.....</b>	<b>80</b>
7.6.1. MEJORAS SIN INVERSIÓN.....	80
7.6.2. MEJORAS CON BAJO COSTE .....	81
<b>7.7. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN .....</b>	<b>82</b>
7.7.1. MEJORAS SIN INVERSIÓN.....	82
7.7.2. MEJORAS CON COSTE .....	83
<b>7.8. AGUA.....</b>	<b>85</b>
7.8.1. MEJORAS SIN INVERSIÓN.....	85
<b>7.9. PROPUESTA “PARTICULAR” CON INVERSIÓN .....</b>	<b>87</b>
<b>8. CUADRO-RESUMEN DEL PLAN DE ACCIÓN.....</b>	<b>90</b>
<b>9. CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.....</b>	<b>91</b>

**CAPÍTULO 3: ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS ..... 92**

**10. INTRODUCCIÓN.....92**

**11. POSIBLES ENERGÍAS RENOVABLES EN EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS.....93**

**11.1. ENERGÍA SOLAR .....93**

        11.1.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....93

        11.1.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....93

**11.2. ENERGÍA EÓLICA.....94**

**12. ESTUDIO TEÓRICO DE ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES EN LA EMPRESA .....95**

**12.1. ENERGÍA SOLAR.....95**

        12.1.1. INTRODUCCIÓN TEÓRICA .....95

            12.1.1.1. El Sol.....95

            12.1.1.2. Radiación solar .....95

            12.1.1.3. Aprovechamiento de la energía solar.....97

        12.1.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.....98

            12.1.2.1. Introducción.....98

            12.1.2.2. Producción de agua caliente para usos sanitarios ..... 101

                12.1.2.2.1. Sistema de producción de ACS mediante un sistema a baja temperatura 102

            12.1.2.3. Aspectos económicos ..... 107

            12.1.2.4. Aspectos medioambientales ..... 108

        12.1.3. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA..... 109

            12.1.3.1. Introducción..... 109

            12.1.3.2. Aplicaciones ..... 110

12.1.3.3.Aspectos técnicos .....	112
12.1.3.3.1. Componentes.....	112
12.1.3.3.2. Celdas solares .....	114
12.1.3.3.3. Especificaciones técnicas .....	118
12.1.3.3.4. Ubicación y orientación de los módulos fotovoltaicos.....	119
12.1.3.3.5. Superficie necesaria para la instalación .....	121
12.1.3.3.6. Peso de los paneles fotovoltaicos.....	121
12.1.3.3.7. Tiempo de funcionamiento.....	121
12.1.3.4.Mantenimiento.....	122
12.1.3.5.Seguridad.....	123
12.1.3.6.Vida útil de las instalaciones .....	124
12.1.3.7.Cambio de las condiciones iniciales de la instalación .....	124
12.1.3.8.Aspectos económicos .....	124
12.1.3.9.Ventajas de las instalaciones de energía solar fotovoltaica .	128
<b>12.2. ENERGÍA EÓLICA .....</b>	<b>130</b>
12.2.1. EL VIENTO.....	130
12.2.1.1.Definición .....	130
12.2.1.2.La circulación general en la atmósfera.....	130
12.2.1.3.Dirección y velocidad del viento .....	131
12.2.1.3.1. La dirección del viento .....	131
12.2.1.3.2. La velocidad del viento .....	132
12.2.1.4.Medición del viento .....	132
12.2.1.5.Mapa eólico de Europa .....	133
12.2.2. ENERGÍA PRODUCIDA POR EL VIENTO .....	134
12.2.2.1.Energía del viento .....	134
12.2.2.2.Descripción de las variaciones del viento: distribución de Weibull	135
12.2.2.3.Potencia media (promedio) del viento .....	137
12.2.2.4.Curva de potencia de un aerogenerador.....	140
12.2.2.5.Coeficiente de potencia.....	141

12.2.3. AEROGENERADORES .....	143
12.2.3.1. Componentes .....	143
12.2.3.2. ¿Cómo funciona un aerogenerador? .....	145
12.2.3.2.1. Sustentación .....	146
12.2.3.2.2. Palas del rotor .....	146
12.2.3.3. Mecanismo de orientación .....	148
<b>13. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES .....</b>	<b>150</b>
<b>13.1. DATOS DE INTERÉS .....</b>	<b>150</b>
13.1.1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA .....	150
13.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	153
13.1.3. BIOCLIMATOLOGÍA Y BIOGEOGRAFÍA .....	154
13.1.4. VELOCIDAD DEL VIENTO (ROSA DE LOS VIENTOS) .....	154
<b>13.2. DISCUSIÓN PREVIA .....</b>	<b>160</b>
13.2.1. ENERGÍA SOLAR .....	160
13.2.1.1. Térmica de baja temperatura .....	160
13.2.1.2. Fotovoltaica .....	161
13.2.2. ENERGÍA EÓLICA .....	163
<b>13.3. ANÁLISIS F.A.D.O. ....</b>	<b>165</b>
13.3.1. ENERGÍA SOLAR .....	166
13.3.1.1. Térmica de baja temperatura .....	166
13.3.1.2. Fotovoltaica .....	167
13.3.2. ENERGÍA EÓLICA .....	168
<b>14. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS</b>	<b>169</b>
<b>14.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>169</b>
<b>14.2. ANÁLISIS TÉCNICO .....</b>	<b>169</b>
14.2.1. USO DIRECTO .....	169

14.2.2. CAPTACIÓN Y ACUMULACIÓN .....	171
14.2.2.1.Sistemas aislados de energía solar fotovoltaica .....	171
14.2.2.2.Energía eólica .....	172
14.2.3. CAPTACIÓN E INCORPORACIÓN A RED.....	172
14.2.3.1.Sistemas de energía solar fotovoltaica conectados a red ....	172
14.2.3.2.Energía eólica .....	178
<b>14.3. ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>184</b>
14.3.1. INTRODUCCIÓN.....	184
14.3.2. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA A BAJA TEMPERATURA .....	184
14.3.3. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....	185
14.3.4. ENERGÍA EÓLICA .....	188
<b>15. PROPUESTAS FINALES.....</b>	<b>192</b>
<b>15.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>192</b>
<b>15.2. PROPUESTA 1.....</b>	<b>194</b>
<b>15.3. PROPUESTA 2.....</b>	<b>195</b>
<b>15.4. PROPUESTA 3.....</b>	<b>196</b>
<b>15.5. PROPUESTA 4.....</b>	<b>197</b>
<b>15.6. PROPUESTA 5.....</b>	<b>198</b>
<b>15.7. PROPUESTA 6.....</b>	<b>199</b>
<b>15.8. COMPARATIVA DE DATOS .....</b>	<b>200</b>
<b>16. CONCLUSIONES.....</b>	<b>202</b>

## **CAPÍTULO 1: OBJETO, ALCANCE Y ANTECEDENTES**

### **1. OBJETO**

El estudio energético, como paso inicial hacia la eficiencia energética, permite determinar la situación del consumo y uso de las distintas fuentes de energía en una empresa, en este caso en Easy Industrial Solutions S.L., empresa situada en el Tecnoparque Bahía de Cádiz (El Puerto de Santa María).

La energía permite a las empresas alcanzar una determinada productividad y calidad en su producción. Esta energía se cubre normalmente con importaciones. Por ello, el conocimiento de cómo la empresa contrata su energía, cómo la consume en sus procesos, cuánto repercute en sus costes y las posibles mejoras para disminuir dicho coste energético, es el origen del desarrollo del presente estudio energético denominado Auditoría Energética.

En el momento actual, dada la importancia de las energías renovables desde el punto de vista de aprovechamiento de los recursos naturales de energías disponibles, y considerando lo anterior, resulta obligado el estudio de la utilización de instalaciones de energías renovables en Easy Industrial Solutions. Además, ser productores de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el marco energético actual, coloca a la empresa en una posición de mayor competencia desde el punto de vista económico, medioambiental y marketing.

## 2. ALCANCE

Una auditoría energética no es otra cosa que un diagnóstico, un dictamen, sobre la forma en que para unos fines; alumbrado, calefacción, etc., se está demandando, comprando, transformando o utilizando la energía.

En definitiva, una auditoría energética es una herramienta que permite conocer la trazabilidad de la energía en relación con:

- *El producto elaborado.* Cantidad y tipo de energía incorporada en cada operación de proceso.
- *La instalación industrial.* Energía destinada a alumbrado, calefacción, aire acondicionado, ventilación, aire comprimido, vapor, informática, ofimática, comunicaciones, y restantes tecnologías horizontales, dado que repartir la energía añadida a cada producto en cada uno de los procesos de fabricación forma parte de la labor de la auditoría energética.

En cuanto a los sistemas de gestión medioambiental, la auditoría permite reducir el consumo de recursos contemplado en los objetivos de este tipo de sistemas.

La auditoría constará de una parte inicial, prediagnóstico, que comprenderá el reconocimiento preliminar de las instalaciones (iluminación, climatización, equipos de producción, etc.). Posteriormente se desarrollará la parte del diagnóstico energético en la empresa y una última parte de identificación de medidas correctoras y conclusiones finales.

Por último se estudiará la viabilidad técnica y económica de instalaciones de energías renovables en Easy Industrial Solutions.

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. *Easy Industrial Solutions*

##### 3.1.1. Presentación de la empresa

- *Denominación de la empresa:* EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS S.L.
- *C.I.F.:* B11570462
- *Dirección:* Tecnoparque Bahía de Cádiz. Ctra. El Puerto de Santa María a Sanlúcar, km 5,5. c/ Ingeniería, nº 4.
- *Código postal:* 11500
- *Municipio:* EL PUERTO DE SANTA MARÍA
- *Teléfono:* 902 014 849
- *Representante:* MANUEL GARCÍA PACHECO

##### 3.1.2. Contextualización de la empresa

EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS inicia su actividad en 1999, en el seno de un grupo de innovación de la Universidad de Cádiz trabajando para EADS-CASA. Se convierte en sociedad mercantil en el 2002, apoyada por la Fundación Universidad Empresa de la provincia de Cádiz y la propia Universidad de Cádiz.

EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS es una empresa multiservicios, que se estructura en dos divisiones: División de Consultoría y División de Materiales Compuestos (I+D+i, fabricación de piezas de fibra de carbono y composites).

Desde la **Consultoría** ofrece los siguientes servicios:

➤ *Aprovisionamiento Industrial:*

Sistemas de aprovisionamiento para materiales dirigidos a la fabricación de estructuras. Durante este periodo destacar principalmente el desarrollo de AIRET (Aplicación Integrada para la Recepción Técnica) dentro del proceso de aprovisionamiento. Aplicación que recoge todo el know how para el desempeño de la recepción técnica en empresas aeronáuticas. Los principales servicios son:

- Elaboración de planes documentados para la Recepción técnica.
- Gestión Integral de la Recepción Técnica.

➤ *Gestión de la Calidad:*

- Implantación y desarrollo de Sistemas de Gestión (ISO 9001:2000, EN 9100, PECAL 2000, QS-9000, etc.).
- Actualización de Sistemas de Gestión.
- Mantenimiento de Sistemas de Gestión.
- Asesoramiento y gestión en el proceso de certificación.
- Planes de Emergencia.
- Planes de Mejora.

➤ *Gestión Medioambiental:*

- Gestión Integral Medioambiental.
- Diagnósticos y auditorías medioambientales.
- Implantación y mantenimiento del Sistema de Gestión Medioambiental (ISO 14001)

En la división de **Materiales Compuestos**, se cuenta con una línea de negocio I+D+i para el desarrollo de todo tipo de proyectos y servicios

relacionados con la Investigación, el desarrollo y la innovación, para aportar un valor añadido al producto del cliente.

➤ *Desarrollo tecnológico:*

- Diseño y desarrollo de procesos de producción aeronáuticos, mediante la tecnología de HAND LAY UP.
- Desarrollo y fabricación de productos a través de nuevas tecnologías VARTM.
- Desarrollo del proceso productivo mediante tecnología RTM.
- Servicios de ingeniería: diseño, desarrollo, mejora y optimización de procesos productivos.
- Corte y preparación de kits de fibra de carbono.
- Desarrollo de la recepción técnica de materiales preimpregnados, incluyendo la fabricación de probetas.
- Desarrollo y ejecución de proyectos de I+D+i.
- Reparaciones de piezas de composites en vehículos de competición.

➤ *Programas que avalan a la empresa:*

- Desarrollo de ensayos de fabricabilidad para EADS-CASA A380.
- Fabricación de suplementos de fibra de carbono para la factoría de AIRBUS Puerto Real A320 y A340.
- Ejecución de reparaciones de Racing Engineering.
- Desarrollo de prototipos de productos de tecnología V.A.R.T.M.
- Desarrollo de proyectos de I+D+i.
- Reparaciones de piezas de embarcaciones deportivas.

- Fabricación de probetas para la recepción técnica de materiales preimpregnados para EADS-CASA.
- Fabricación de paquetes de suplementos clips y angulares para SACESA A340/600.
- Fabricación de angulares de costillas para el http A400M para EADS-CASA.
- Fabricación de paquetes de suplementos para AIRBUS A340/600.

La compañía pondrá en marcha en breve una nueva nave de 800 m<sup>2</sup>, ya construida, dedicada en exclusiva a producción para hacer frente a grandes paquetes de fabricación de piezas.

## **3.2. Metodología de una auditoría energética**

### **3.2.1. Introducción**

La empresa es un sistema coordinado de medios humanos y materiales, cuyos objetivos son producir bienes o servicios para obtener beneficios durante un periodo de tiempo determinado. En cualquier tipo de empresa, hay siempre un cierto volumen de energía que interviene en la producción de bienes y servicios.

La empresa debe organizar su “gestión energética” con una estructura adecuada para la gestión de la misma, y utilizar técnicas de contabilidad y administración, monitoreo y control de energéticos, motivación del personal, etc.

La base de la gestión energética debe ser mediante una metodología de actuación que se desarrollará a continuación.

### **3.2.2. Metodología**

Cualquier metodología que se aplique para la realización de estudios de auditoría energética deberá tener como objetivos los siguientes:

a) Identificar y cuantificar el potencial de ahorro de energía en las instalaciones y equipamiento energético.

b) Analizar las condiciones reales de funcionamiento de los principales equipos.

c) Identificar y evaluar las alternativas de mejora viables técnica y económicamente.

En el desarrollo de la metodología de trabajo para la realización de auditorías energéticas en edificios o instalaciones se pueden establecer las siguientes fases:

- 1ª Fase: Pre-diagnóstico
- 2ª Fase: Diagnóstico
- 3ª Fase: Propuestas de mejora

#### **3.2.2.1. *Prediagnóstico energético***

Se llevará a cabo la recopilación de documentos y el reconocimiento preliminar de la empresa, que no es más que un estudio previo de la geometría de la empresa y su distribución espacial y orientación, de las condiciones climáticas, de las instalaciones industriales y de procesos que dispone.

Los datos necesarios que se deberán obtener y analizar en esta primera fase son:

- Registros históricos mensuales de los consumos y costos de los suministros energéticos que abarquen como mínimo el periodo del año anterior y los meses ya facturados.
- Relación de equipos consumidores de energía
- Horas de funcionamiento de las instalaciones y horas de operación al año de los equipos.
- Fuentes de suministro de energía
- Equipos de medida instalados y su ubicación dentro del sistema energético.

#### **3.2.2.2. Diagnóstico energético**

Con esta fase se pretende dar una clara idea de la situación actual energética de las instalaciones y equipos, y por supuesto de la gestión energética que se lleva a cabo.

Durante el desarrollo del diagnóstico se realizarán las siguientes actividades:

- Relación de fuentes de suministro de energía del edificio e instalaciones con los usos energéticos o diferentes aplicaciones que se hace de la energía que se consume.
  - o Los usos de mayor consumo energético dentro de un edificio son: alumbrado, calefacción, aire acondicionado y producción de agua caliente sanitaria (ACS).
- Relación de los consumos y costes totales de la energía.
- Prioridad de usos energéticos.

- o Los registros anteriores permiten establecer unos índices globales de volumen y eficiencia del consumo energético y en función del volumen de consumo priorizar aquellos usos energéticos del edificio o instalación que serán objeto de un estudio preferente, si bien se aconseja siempre que sea posible analizar la totalidad de los usos energéticos existentes.
- Caracterización del sistema y del consumo de usos energéticos.
  - o La caracterización del sistema tiene como finalidad recabar in situ, y mediante trabajo de campo, mediciones y consultas tanto a los usuarios como a los técnicos responsables, toda aquella información de las instalaciones, equipos y otros aspectos del sistema que pueden incidir en el consumo y/o nivel de servicio y como consecuencia en su mayor o menor eficiencia (condicionantes de eficiencia). Con esta finalidad, se confeccionará para cada uso energético que se analice un inventario exhaustivo de los equipos consumidores de energía.
  - o La caracterización del consumo de un determinado uso energético tiene como objetivo determinar la curva diaria media de consumo y el modelo teórico de utilización.

En la práctica la caracterización del consumo de un determinado uso energético es complicada de obtener porque normalmente no existe una relación unívoca entre los contadores que contabilizan el consumo y el uso energético (en otras palabras un único contador puede registrar los consumos de varios usos energéticos distintos) y porque la complejidad de los datos de ocupación del edificio o utilización de las instalaciones al ser variables implican unas fluctuaciones de consumo de difícil apreciación. Por tanto, se deberán poner todos los medios disponibles para que la caracterización del consumo se ajuste lo más posible a la realidad.

Los coeficientes de simultaneidad (relación entre la potencia nominal en funcionamiento y la potencia nominal total del sistema) y de pérdidas (relación entre potencia total absorbida según medida y la potencia nominal en funcionamiento), si no son posibles determinarlos con exactitud, habrá que estimarlos solicitando la colaboración de los usuarios del edificio, de las instalaciones y responsables técnicos.

Con estas medidas y una vez determinado o estimado los coeficientes de simultaneidad y de pérdidas deberá establecerse el modelo teórico de utilización de los distintos usos energéticos del edificio donde quedarán reflejados los regímenes de funcionamiento.

- Definición y cálculo de índices energéticos.
  - o De la caracterización del sistema, del consumo y de los costos y datos de facturación se podrán definir y cuantificar unos índices, que serán función del uso energético que se analice (alumbrado, climatización, etc.). Estos índices permitirán apreciar el estado actual, las características y funcionamiento del sistema y ayudarán a analizar en concreto sus condiciones energéticas, las condiciones de contratación del suministro de energía y las condiciones del nivel de servicio prestado por el sistema.
  
- Análisis de los usos energéticos. Se realizará una composición de los valores obtenidos con unos estándares óptimos que indiquen las posibles desviaciones.
  - o Análisis de las condiciones energéticas. Se evalúa la eficacia energética del sistema y la eficacia de sus elementos. La metodología a seguir en este análisis será: realización del cálculo teórico de la potencia necesaria y el consumo teórico; y la consideración puntual de aspectos condicionantes de eficiencia energética para localizar posibles desviaciones desfavorables.
  - o Análisis de las condiciones de contratación. La información obtenida de la caracterización del sistema y del consumo y la facturación energética se utilizará para simular diferentes tarifas y modalidades de contratación.

- o Análisis del nivel de servicio prestado. Con los índices calculados se evaluará si se satisface el nivel de servicio demandado.
- Diagnóstico del estado actual de los usos energéticos. El análisis de los índices permitirá realizar un diagnóstico del estado actual. Comprenderá:
  - o Caracterización del sistema existente.
  - o Niveles de prestación (parámetros de confort).
  - o Condiciones de contratación del suministro energético o condiciones energéticas.

En el ANEXO 1 se muestra el cuestionario de control interno muy útil para situar a la empresa y disponer de toda la información necesaria.

### **3.2.2.3. *Propuestas de ahorro energético***

Se hará un planteamiento de medidas/propuestas, para conseguir un ahorro energético, clasificándolas en:

- Medidas que no requieren inversión.
- Medidas que sí requieren inversión.

### **3.2.2.4. *Elaboración del informe técnico***

El informe final deberá integrar las conclusiones obtenidas en las fases anteriores de la auditoria, y deberá contener por tanto:

- Características de los usos energéticos.
- Diagnóstico de la situación actual de los usos energéticos.

- Listado de problemática y propuestas de ahorro energético.
- Esbozo del plan de actuación sobre las propuestas de ahorro energético.

### **3.3. Energías**

#### **3.3.1. ¿Qué y cuáles son las Fuentes de Energía?**

Es adecuado conocer qué y cuáles son las fuentes de energía con las que contamos antes de adentrarnos a analizar tanto el consumo de energía como el ahorro y el uso eficiente de ésta.

A los elementos de la naturaleza que pueden suministrar energía se les llama fuentes de energía.

Nuestro planeta posee grandes cantidades de energía. Sin embargo, uno de los problemas más importantes es la forma de transformarla en energía utilizable. Las fuentes más buscadas son las que poseen un alto contenido energético y acumulan energía en la menor cantidad de materia posible. Es el caso del petróleo, carbón y gas natural. En otras, por el contrario, se encuentra difusa (solar, eólica, geotérmica, etc).

Las distintas fuentes de energía se clasifican en dos grandes grupos: renovables y no renovables.

- *Fuentes de energía no renovable:* sus reservas son limitadas, de tal manera que disminuyen a medida que las consumimos, ejemplo de éstas son el petróleo o el carbón. A medida que las reservas son menores, es más complicada su extracción y más elevado su coste.
- *Fuentes de energía renovable:* se puede recurrir constantemente a ellas ya que son inagotables, ejemplo de ellas son: el sol, el agua o el viento.

Inevitablemente, si mantenemos el modelo actual de consumo, los recursos no renovables dejarán algún día de estar disponibles, ya sea porque se acaben las reservas o por que su extracción llegue a ser demasiado cara.

### **3.3.2. Fuentes de energía no renovables**

Energías no renovables son aquellas fuentes de energía que tienen un carácter limitado en el tiempo y cuyo consumo implica su desaparición en la naturaleza sin posibilidad de renovación. Suponen en torno al 80 % de la energía mundial y sobre las mismas se ha construido el inseguro modelo energético actual.

#### **3.3.2.1. Características principales**

- Generan emisiones y residuos que degradan el medioambiente.
- Son limitadas.
- Provocan dependencia exterior encontrándose exclusivamente en determinadas zonas del planeta.
- Crean menos puestos de trabajo en relación al volumen de negocio que generan.
- Conseguir su control provoca conflictos por su interés estratégico militar.

#### **3.3.2.2. Tipos de energía no renovable**

Las energías no renovables pueden ser agrupadas en dos grandes grupos: combustibles fósiles y energía nuclear.

##### **3.3.2.2.1. Combustibles fósiles**

Recursos generados en el pasado a través de procesos geobiológicos y como consecuencia limitados.

Representan el 75% de las energías de carácter no renovable y son los siguientes:

- Carbón.
- Petróleo.
- Gas natural.

#### **3.3.2.2.2. Energía Nuclear**

Producida en las centrales nucleares a partir del Uranio, mineral radiactivo limitado y escaso, es la fuente no renovable que genera un mayor rechazo social.

Algunos estudios demuestran que el impacto medioambiental de las energías no renovables frente a las renovables es hasta 30 veces superior.

A continuación enumeramos algunos de los efectos negativos más relevantes:

- La lluvia ácida: con contenido de ácido sulfúrico que puede afectar irreversiblemente a los ecosistemas.
- Efecto invernadero: con del calentamiento del planeta y consecuencia del cambio climático.
- Vertidos contaminantes: en zonas de producción, principalmente producidos por los combustibles fósiles.
- Residuos radiactivos peligrosos: generados en el proceso de fisión nuclear.
- Accidentes y escapes: tanto en la producción como en el transporte.

Las alteraciones que producen este tipo de energías en el entorno son en general irreversibles y con consecuencias nefastas tanto a nivel local como global.

### **3.3.3. Energías renovables**

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello.

Hoy por hoy, constituyen un complemento a las energías convencionales fósiles (carbón, petróleo, gas natural) cuyo consumo actual, cada vez más elevado, está provocando el agotamiento de los recursos y graves problemas ambientales.

Se pueden destacar las siguientes ventajas de las energías renovables respecto a las energías convencionales:

	<b>E. Renovables</b>	<b>E. Convencionales</b>
<b>Ventajas medioambientales</b>	Las energías renovables no producen emisiones de CO <sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera.	Las energías producidas a partir de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón) sí los producen.
	Las energías renovables no generan residuos de difícil tratamiento.	La energía nuclear y los combustibles fósiles generan residuos que suponen durante generaciones una amenaza para el medioambiente.
	Las energías renovables son inagotables.	Los combustibles fósiles son finitos.
<b>Ventajas estratégicas</b>	Las energías renovables son autóctonas	Los combustibles fósiles existen sólo en un número limitado de países
	Las energías renovables disminuyen la dependencia exterior	Los combustibles fósiles son importados en un alto porcentaje
<b>Ventajas socioeconómicas</b>	Las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales.	Las energías tradicionales crean muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio
	Las energías renovables han permitido a España desarrollar tecnologías propias	Las energías tradicionales utilizan en su gran mayoría tecnología importada.

### **3.3.3.1. Ventajas e inconvenientes de las energías renovables**

#### **3.3.3.1.1. Energías ecológicas**

Las fuentes de energía renovables son distintas a las de combustibles fósiles o centrales nucleares debido a su diversidad y abundancia. Se considera que el Sol abastecerá estas fuentes de energía (radiación solar, viento, lluvia, etc.) durante los próximos cuatro mil millones de años. La primera ventaja de la mayor cantidad de fuentes de energía renovables es que 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 y no presentan ningún riesgo suplementario, tales como el riesgo nuclear.

No obstante, algunos sistemas de energía renovable generan problemas ecológicos particulares. Así pues, los primeros aerogeneradores eran peligrosos para los pájaros, pues sus aspas giraban muy deprisa, mientras que las centrales hidroeléctricas pueden crear obstáculos a la emigración de ciertos peces, un problema serio en los ríos del noroeste de Norteamérica que desembocan en el Océano Pacífico, donde se redujo la población de salmones drásticamente.

#### **3.3.3.1.2. Naturaleza difusa**

Un problema inherente a las energías renovables es su naturaleza difusa, con la excepción de la energía geotérmica.

Puesto que ciertas fuentes de energía renovable proporcionan una energía de una intensidad relativamente baja, distribuida sobre grandes superficies, son necesarias nuevos tipos de "centrales" para convertirlas en fuentes utilizables.

Para 1.000 kWh de electricidad, consumo anual per cápita en los países occidentales, al propietario de una vivienda ubicada en una zona nublada de Europa debe instalar ocho metros cuadrados de paneles fotovoltaicos (suponiendo un rendimiento energético medio del 12,5%). Sin embargo, con cuatro metros cuadrados de colector solar térmico, un hogar puede obtener gran parte de la energía necesaria para el agua caliente sanitaria.

#### **3.3.3.1.3. Irregularidad**

La producción de electricidad 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.

#### **3.3.3.1.4. Fuentes renovables contaminantes**

En lo que se refiere a la biomasa, es cierto que almacena activamente el carbono del dióxido de carbono, formando su masa con él y crece mientras libera el oxígeno de nuevo, al quemarse vuelve a combinar el carbono con el oxígeno, formando de nuevo dióxido de carbono. Teóricamente el ciclo cerrado arrojaría un saldo nulo de emisiones de dióxido de carbono, al quedar las emisiones fruto de la combustión fijadas en la nueva biomasa, aunque el rendimiento imperfecto del ciclo hace que se hable más bien de emisiones reducidas frente a otras alternativas fósiles.

Por otro lado, también la biomasa no es realmente inagotable, aun siendo renovable. Su uso solamente puede hacerse en casos limitados. Existen dudas sobre la capacidad de la agricultura para proporcionar las cantidades de masa vegetal necesaria si esta fuente se popularizase.

### **3.3.3.1.5. Diversidad geográfica**

La diversidad geográfica de los recursos es también significativa. Algunos países y regiones disponen de recursos sensiblemente mejores que otros, en particular en el sector de la energía renovable. Algunos países disponen de recursos importantes cerca de los centros principales de viviendas donde la demanda de electricidad es importante. La utilización de tales recursos a gran escala necesita, sin embargo, inversiones considerables en las redes de transformación y distribución, así como en la propia producción.

### **3.3.3.1.6. Administración de las redes**

Si la producción y la distribución de energía renovable debieran generalizarse, los sistemas de distribución y transformación de energía eléctrica no serían ya los grandes distribuidores de energía eléctrica, pero funcionarían para equilibrar localmente las necesidades de electricidad de las pequeñas comunidades.

Los que tienen energía en excedente venderían a los sectores deficitarios, es decir, la explotación de la red debería pasar de una "gestión pasiva" donde se conectan algunos generadores y el sistema es impulsado para obtener la electricidad "descendiente" hacia el consumidor, a una gestión "activa", donde se distribuyen algunos generadores en la red, debiendo supervisar constantemente las entradas y salidas para garantizar el equilibrio local del sistema. Eso exigiría cambios importantes en la forma de administrar las redes. Sin embargo, el uso a pequeña escala de energías renovables, que a menudo puede producirse "in situ", disminuye la necesidad de disponer de sistemas de distribución de electricidad.

Los sistemas corrientes, raramente rentables económicamente, revelaron que un hogar medio que disponga de un sistema solar con almacenamiento de energía, y paneles de un tamaño suficiente, sólo tiene que recurrir a fuentes de electricidad exteriores algunas horas por semana.

Por lo tanto, los que abogan por la energía renovable piensan que los sistemas de distribución de electricidad deberían ser menos importantes y más fáciles de controlar.

#### **3.3.3.1.7. La integración en el paisaje.**

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 antirruido 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.

Las energías renovables representan un 20% del consumo mundial de electricidad, siendo el 90% de origen hidráulico. El resto es muy marginal: biomasa 5,5%, geotermia 1,5%, eólica 0,5% y solar 0,05%.

Alrededor de un 80% de las necesidades de energía en las sociedades industriales occidentales se centran en torno a la calefacción, la climatización de los edificios y el transporte (coches, trenes, aviones). Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones a gran escala de la energía renovable se concentra en la producción de electricidad.

### **3.3.3.2. Energías renovables y Medio ambiente**

La creciente y excesiva dependencia energética exterior de España y la necesidad de preservar el medioambiente y asegurar un desarrollo sostenible, obligan al fomento de fórmulas eficaces para un uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes limpias.

Las energías renovables en tanto que fuentes energéticas autóctonas e inagotables permiten reducir la dependencia energética exterior contribuyendo a asegurar el suministro futuro.

Otro aspecto muy importante a considerar es que el utilizar energías renovables no contribuye al efecto invernadero ni al cambio climático.

#### **3.3.3.2.1. El cambio climático**

El sector energético es la fuente más importante de gases de efecto invernadero. Los principales gases producidos son el CO<sub>2</sub> y el CH<sub>4</sub> derivados de la quema de combustibles fósiles, así como el de las minas de carbón, y de las instalaciones de hidrocarburos y gas. Los sectores transformadores “producción de electricidad” y “refino” tienen una contribución al efecto invernadero del 30 %.

Las investigaciones del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) ponen de manifiesto que las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero de origen humano, elevarán la temperatura media mundial entre 1,4 y 5,8 °C para finales de siglo.

Dichos gases influirán también en las pautas meteorológicas, los recursos hídricos, los ciclos de las estaciones, los ecosistemas y los acontecimientos climáticos extremos.

### **3.3.3.2.2. El Protocolo de Kioto**

La entrada en vigor del Protocolo de Kioto el 16 de Febrero de 2005 supone que los países industrializados que lo han ratificado, entre ellos España, deben reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero durante el periodo 2008-2010 respecto a los niveles de 1990.

La Unión Europea se comprometió a alcanzar una reducción de gases de efecto invernadero del 8 % en 2010, así como a cubrir el 12 % de la demanda europea de energía primaria con energías renovables.

### **3.3.3.3. Tipos de energías renovables**

#### **3.3.3.3.1. Energía solar**

La captación de la radiación solar sirve tanto para transformar la energía solar en calor (térmica), como para generar electricidad (fotovoltaica). Se puede diferenciar entre activa y pasiva o bien directa o indirecta.

- **Energía solar térmica**

Consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para producir calor que puede aprovecharse para la producción de agua caliente destinada al consumo doméstico, ya sea agua caliente sanitaria o calefacción.

- **Energía solar fotovoltaica**

El método más sencillo para la captación solar es el de la conversión fotovoltaica, que consiste en convertir la energía solar en energía eléctrica por medio de células solares. Estas células están elaboradas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, y son capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 V, utilizando como materia prima las radiaciones solares.

Admiten tanto la radiación directa como la difusa, lo que quiere decir que se puede conseguir energía eléctrica incluso en días nublados. Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado a las aplicaciones eléctricas; los paneles captan la energía solar transformándola directamente en eléctrica en forma de corriente continua, que será preciso almacenar en acumuladores, para, si se desea, poder utilizarla fuera de las horas de luz.

#### **3.3.3.3.2. Energía eólica**

Otra alternativa para producir electricidad es a partir de la energía eólica: la proporcionada por el viento. El dispositivo capaz de realizar esta conversión se denomina aerogenerador o generador eólico, y consiste en un sistema mecánico de rotación, provisto de palas a modo de los antiguos molinos de viento, y de un generador eléctrico con el eje solidario al sistema motriz. De esta forma el viento, al hacer girar las palas, hace también girar al generador eléctrico, que puede ser una dinamo o un alternador (el alternador, con respecto a la dinamo, presenta la ventaja de proporcionar mayor rendimiento, suministrar energía a una velocidad menor, y aportar también energía a una velocidad superior).

#### **3.3.3.3.3. Energía hidráulica**

Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente de ríos, saltos de agua o mareas. Las centrales hidroeléctricas aprovechan energía de los ríos para poner en funcionamiento unas turbinas que arrastran un generador eléctrico.

- **Energía mareomotriz**

La energía mareomotriz es la que resulta de aprovechar las mareas.

Es decir, aprovecha la diferencia de altura media de los mares según la posición relativa de la Tierra y la Luna, y que resulta de la atracción gravitatoria de esta última y del Sol sobre las masas de agua de los mares. Esta diferencia de alturas puede aprovecharse interponiendo partes móviles al movimiento natural de ascenso o descenso de las aguas, junto con mecanismos de canalización y depósito, para obtener movimiento en un eje. Mediante su acoplamiento a un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más útil y aprovechable.

#### **3.3.3.3.4. Energía geotérmica**

Parte del calor interno de la Tierra (5.000°C) llega a la corteza terrestre. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar.

#### **3.3.3.3.5. Energía biomasa**

La biomasa, desde el punto de vista energético, se considera como el conjunto de la materia orgánica, de origen vegetal o animal, que es susceptible de ser utilizada con finalidades energéticas. Incluye también los materiales procedentes de la transformación natural o artificial de la materia orgánica.

- **Tipos:**
  - Biomasa residual
  - Biocarburantes
  - Cultivos energéticos
  - Residuos sólidos urbanos

## **CAPÍTULO 2: AUDITORÍA ENERGÉTICA A EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS**

### **4. INTRODUCCIÓN**

La empresa se divide en dos centros:

- *Centro I+D+i*, que cuenta con una división de consultoría formada por oficinas y otra de materiales compuestos en la que se distingue una zona de oficinas y otra de producción y sala limpia.
- *Centro de Producción*, construido recientemente y que se pondrá en marcha en breve. Al no estar en funcionamiento en el momento de realizar la presente auditoría, ésta se centra exclusivamente en el Centro I+D+i.

### **5. PREDIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

#### ***5.1. Introducción***

Todos los datos recopilados en el prediagnóstico se muestran a continuación y a partir de dichos datos se realiza un diagnóstico de la situación energética de las instalaciones y se plantean las acciones de mejora que se crean convenientes.

#### ***5.2. Datos Generales***

- *Superficie construida: 300 m<sup>2</sup>.*
- *Superficie climatizada: Zona de oficinas y sala limpia.*
- *Índice de ocupación media: 22 personas*

- *Nº de turnos:* 2 turnos de 8 horas cada uno.
- *Nº de días de operación en el año:* 288

### **5.3. Características constructivas**

- *Número de plantas:* 2
- *Orientación del edificio:* Nornoroeste (NNO) – Sursureste (SSE)
- *Tipo de superficies acristaladas:* Vidrio. Los acristalamientos están situados en la zona frontal del centro y en un lateral (este). El techo de la zona de producción está constituido por láminas (7 filas de 8 láminas), toda una fila está formada por láminas translúcidas (deja pasar la luz solar).
- No se dispone de protecciones solares adicionales a las constructivas del propio edificio.
- *Puertas de acceso al edificio:* Una puerta normal de entrada principal para el personal (bisagras) y otra seccional de aluminio de acceso a la zona de producción. El resto de puertas en el interior del edificio son normales. Ninguna puerta presenta mecanismo de cierre.
- No existen claraboyas.

### **5.4. Contabilidad energética**

Este proceso no se lleva a cabo en la empresa de manera organizada. Solamente se recopilan las facturas emitidas por la compañía eléctrica.

En el diagnóstico se ha realizado la 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. Para ello se ha realizado una contabilidad detallada de los equipos de la factoría y de diversos servicios como iluminación, climatización...etc.

Esta contabilidad energética desarrollada en el diagnóstico representa una mejora de las denominadas "general" sin inversión.

### **5.5. Datos eléctricos<sup>1</sup>**

- *Compañía suministradora:* Sevillana Endesa
- *Contratación:* Mercado regularizado
- *Número de acometidas:* Una de AT
- *Tensión de suministro:* 15 kV
- *Transformadores:* Uno, que transforma la línea de alta tensión de 15/20 kV-420V
- *Potencia total instalada:* 168,37 kW
- *Potencia contratada:* 156 kW
- *Tarifa:* Tipo 1.1

---

<sup>1</sup> Los datos indicados pertenecen al contrato de suministro eléctrico del pasado año 2006 y su facturación eléctrica. Para el año 2007 habrá un nuevo contrato con Endesa Energía (mercado liberalizado).

- *Discriminación horaria:* Tipo 3
- *Modo facturación:* Modo 2
- *Consumo anual:* 98.714,4 kWh/año
- *Coste total anual:* 15.818,6 €/ año
- *Autoproducción / cogeneración:* No
- Determinación de consumo eléctrico total de las instalaciones mediante contador. No se dispone de *ningún equipo de medida de consumo eléctrico individual* para los equipos de producción.

### **5.6. Instalación de iluminación**

- *Número y tipo de plantas luminarias:* la mayoría de las lámparas son fluorescentes. En el diagnóstico se presentarán las características y tipos de todas las lámparas del edificio.
- *Sistema de encendido y regulación de la iluminación:* Existen cuadros sectorizados, independientes por zonas. Están normalmente todos encendidos.
- Las luminarias tienen reactancias para su encendido.

### **5.7. Instalación de calefacción**

- *Sistema de calefacción:* Se dispone de aire acondicionado que proporciona calor en invierno también.
- *Potencia y número de generadores:* 9 splits. En el diagnóstico se presentarán sus características.

- *Tipo de elementos terminales y regulación:* Splits de regulación manual, que cuentan con termostatos para mantener la temperatura indicada.
- En la sala limpia existe un *equipo de acondicionamiento* que, aunque no sea un sistema de calefacción porque no se usa para el confort humano (como ya se explicará en el diagnóstico), se usa para regular la temperatura de la sala de forma manual y cuenta con un termostato.

### **5.8. Instalación de A.C.S.**

No existe ninguna instalación de agua caliente sanitaria en el edificio. Sin embargo, sí hay instalada una ducha en los servicios para que en un futuro, si se procede a la implantación de una instalación de este tipo, los trabajadores dedicados a la actividad de producción de materiales compuestos y que necesitan una ropa de trabajo especial, puedan asearse después de cada turno.

### **5.9. Instalación de refrigeración**

- *Sistema de refrigeración:* Cámara frigorífica
- *Potencia y número de equipos:* Un equipo, cuyas características se presentarán en el diagnóstico.
- *Sistema de regulación:* Manual con termostato.

### **5.10. Instalación de ventilación**

- *¿Se recupera el aire de extracción?* No

- *¿Se emplea algún sistema de enfriamiento gratuito del edificio o ventilación natural total?* Ventilación natural en todo el edificio, excepto en la sala limpia que dispone de un sistema propio de ventilación.

### **5.11. Control centralizado por ordenador**

No se emplea ningún sistema de control centralizado por ordenador.

### **5.12. Combustibles**

En esta empresa no se hace uso de ningún tipo de combustible, la energía que se usa para el funcionamiento de las instalaciones es la electricidad.

### **5.13. Agua<sup>2</sup>**

- *Consumo medio estimado:* 53,75 m<sup>3</sup>/mes
- *Precio del m<sup>3</sup>:* 0,85 €
- *Empresa suministradora:* Apemsa. Aguas del Puerto. Empresa Municipal, S.A.
- *Caudal:* 1L/s
- *Presión de alimentación:* 1,200 Kg/cm<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Información extraída de la facturación de agua del pasado año 2006.

- *Capacidad de los WC: 7 litros*
- *Tipo de grifos: Pulsadores, con estranguladores de flujo.*

#### **5.14. Aguas residuales**

Durante el proceso productivo no se generan aguas residuales que se puedan someter a algún tipo de tratamiento para su reutilización.

#### **5.15. Residuos sólidos**

Tampoco se generan residuos sólidos que presenten algún tipo de contenido energético intrínseco y que se puedan utilizar para reciclar energía.

#### **5.16. Procesos**

El mantenimiento que se lleva a cabo de los equipos de proceso es de tipo correctivo.

## **6. DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO**

### **6.1. *Introducción***

El presente estudio es resultado de la realización de una actividad sin precedente y supone un hito más en la búsqueda de mejora continua en la empresa.

### **6.2. *Inventario de las instalaciones***

Puesto que en Easy Industrial Solutions no existe un inventario actual de las instalaciones, la primera tarea en este diagnóstico será crear un listado con todos los equipos de consumo energético que existen en la empresa citando algunas de sus características básicas de interés, entre ellas sus potencias nominales. Para ello, la empresa facilita las fichas técnicas de los equipos necesarios.

En el ANEXO 2 se muestra dicho inventario, distinguiendo equipos de producción y oficina (incluyendo equipos de servicio para los trabajadores) como equipos relativos a climatización y alumbrado, por sectores diferenciados de la factoría, los cuales son las divisiones de Consultoría y Materiales Compuestos, servicios públicos y exterior.

### **6.3. Potencia total instalada**

Para estimar la potencia total instalada en la empresa hacemos uso de los datos del inventario realizado anteriormente y para obtener una idea de la importancia del consumo de los diversos equipos, se incluyen las horas teóricas de funcionamiento como se puede observar en las tablas del ANEXO 3.

Es importante explicar que el equipo de acondicionamiento de la sala limpia no se considera como un equipo de climatización sino de producción por los siguientes motivos:

- Por un lado, no es un equipo que se utilice para el bienestar humano sino para que el producto, es decir, la fibra de carbono y las resinas que se emplean en la producción, se encuentren en sus condiciones óptimas de operación. Y una de esas condiciones es que la temperatura esté en torno a 22° C.
- Por otro lado, las horas de funcionamiento de este equipo están directamente relacionadas con las horas de producción.

A continuación se resumen las potencias totales instaladas en cada una de las partidas comentadas anteriormente.

- *Potencia total instalada en equipos de producción: 162,22 kW (86,63% del total)*
- *Potencia total instalada en equipos de oficina: 7,08 kW (3,78% del total)*
- *Potencia total instalada en climatización: 12,1 kW (6,46% del total)*
- *Potencia total instalada en alumbrado: 5,862 kW (3,13% del total)*

Conocida la potencia instalada en cada una de las partidas, podemos saber cual es la **potencia total instalada** en toda la empresa, que resulta ser **187,262 kW**.

La **potencia contratada** como se indicó en el prediagnóstico es de **156 kW**. Se contrató este valor porque los datos proporcionados a Endesa acerca de potencia instalada en la empresa, fueron datos basados en previsiones de cargas a instalar y no los datos reales. La potencia calculada en base a dichas previsiones fue de 168,37 kW, que teniendo en cuenta un coeficiente de simultaneidad de 0,85 (comprendido entre 0,8 y 0,9 típico de este tipo de instalaciones), daba un valor de 143,115 kW. Como se preveía instalar más equipos, la potencia contratada se sobredimensionó en un 10%.

En la actualidad existen más equipos de los que se consideraron entonces, con lo cual la potencia instalada ha ascendido a 187,262 kW, que considerando un coeficiente de simultaneidad de 0,83 (comprendido entre 0,8 y 0,9) resulta una potencia real de 155,43 kW. Por lo tanto, *la potencia contratada resulta adecuada para las instalaciones*.

Los equipos de producción suponen la partida de mayor consumo energético, representando el 86,63% del total de la potencia instalada en la empresa. Teniendo en cuenta el número de horas de funcionamiento y su potencia, cabe resaltar, que el autoclave de producción y el equipo de acondicionamiento de la sala limpia son los dos equipos que más consumo eléctrico tienen y que su correcto o mal funcionamiento influenciará notablemente sobre el consumo eléctrico y, por tanto, el coste eléctrico total de la empresa. En el apartado correspondiente al consumo energético se comprobará esta predicción.

#### **6.4. Consumo y coste energético real**

Como se puede observar en la tabla mostrada en el punto 2 del ANEXO 4, los consumos y costes mensuales del año 2.006, que han sido calculados a partir de la información proporcionada por las facturas eléctricas recopiladas en el prediagnóstico y cuyos datos se muestran en el punto 1 del ANEXO 4, son los siguientes.

- **Consumo anual real de energía activa: 98.714,41 kW**
- **Consumo anual real de energía reactiva: 89.182,75 kVArh**
- **Coste total: 15.818,58 €**

En la tabla del punto 2 del ANEXO 4 indicada anteriormente, aparece además el coste de energía reactiva para, junto con su consumo, poder obtener el precio del kVArh ( $0,018371 \text{ €/kVArh}$ ) que más adelante, en el cálculo del coste de la energía reactiva estimada, será necesario conocer.

## **6.5. Consumo y coste energético estimado**

### **6.5.1. Consumo energético estimado por partidas**

En el ANEXO 6 aparecen los resultados de la estimación de consumos energéticos de los equipos de cada una de las partidas que se identificaron en el apartado 1.1. No obstante, el equipo de acondicionamiento de la sala limpia se ha considerado como una nueva partida, aunque realmente pertenezca a la de producción, porque su consumo es diferente según el mes.

En resumen se tienen los siguientes consumos mensuales teóricos por partidas:

- *Consumo mensual teórico en equipos de producción: 5.304,2 kW*
- *Consumo mensual teórico del equipo de acondicionamiento de la sala limpia: varía según el mes (ver punto 2 del ANEXO 6)*
- *Consumo mensual teórico en equipos de oficina: 194,7 kW*
- *Consumo mensual teórico en climatización: varía según el mes (ver punto 4.2 del ANEXO 6)*
- *Consumo mensual teórico en alumbrado: 966,2 kW*

Por norma general se han considerado 22 días al mes de trabajo en las instalaciones, excepto en la división de Materiales Compuestos donde además se trabaja un fin de semana al mes con lo cual se deben considerar 24 días al mes de operación. De todas formas en cada una de las tablas que aparecen en el anexo citado, se indican los días específicos de funcionamiento de cada uno de los equipos.

A continuación se detallarán algunos aspectos importantes que se han considerado en la estimación del consumo para los equipos de producción, el equipo de acondicionamiento de la sala limpia y los equipos de climatización.

➤ *Equipos de producción y equipo de acondicionamiento de la sala limpia*

Se ha considerado que los equipos de producción, en base a la información proporcionada por el personal de producción, funcionan a una capacidad determinada, la cual viene indicada en la tabla del punto 1 del ANEXO 6.

Ya se ha explicado antes que el autoclave y el equipo de acondicionamiento de la sala limpia son los equipos de los que se espera un mayor consumo energético, por ese motivo se tratarán con más detalle.

Respecto al autoclave, comentar que se dispone de gráficos Temperatura vs. Tiempo de operación (ver ANEXO 5), y sobre el cual se basa el método para calcular el consumo energético de cada ciclo completo de operación.

Los ciclos están formados por una rampa de calentamiento hasta 180° C, una zona de estabilización y otra de enfriamiento. Se trataría de conocer mediante unos medidores de energía cual es el consumo (kWh) durante cada una de estas zonas y, en función de la duración de cada fase del ciclo, tener el consumo total del autoclave por ciclo de producción.

El inconveniente que se plantea es que en las instalaciones no existe ningún equipo de medición de energía, como ya se comentó en el prediagnóstico, por lo que se ha recurrido a una extrapolación de datos teóricos obtenidos mediante bibliografía.

Según los cálculos tendremos que durante la fase de calentamiento la potencia instantánea consumida es de 50 kW, durante la fase de estabilización es de 7,85 kW y durante la fase de enfriamiento 4,5 kW.

A continuación, según la duración de cada una de las fases del ciclo (ver gráfica del ANEXO 5) se obtiene la energía consumida en cada una de ellas:

- Fase de calentamiento:  $50 \text{ kW} \times 1,32 \text{ h} = 66 \text{ KWh}$
- Fase de estabilización:  $7,85 \text{ kW} \times 2 \text{ h} = 15,7 \text{ KWh}$
- Fase de enfriamiento:  $4,5 \text{ kW} \times 1 \text{ h} = 4,5 \text{ KWh}$

Conociendo ya el consumo de energía durante cada una de las fases, obtenemos el consumo total de energía en un ciclo de producción, que será de **86,2 kWh**.

Otra consideración en el caso del autoclave es que se realizan 28 ciclos al mes.

En cuanto al equipo de acondicionamiento de la sala limpia, es importante explicar que para el cálculo del consumo energético se considera que su capacidad es del 75%, ya que no está continuamente funcionando sino que cuando se alcanza la temperatura requerida en la sala (22° C) se detiene el equipo y cuando se modifica esta temperatura el equipo se pone en marcha de nuevo.

Además, hay que tener en cuenta que según sea la temperatura ambiente debido al clima típico de cada mes del año, el equipo necesitará más o menos potencia para alcanzar la temperatura requerida en la sala. Considerando que para aumentar o disminuir 1° C se utiliza un 8% de la potencia total, según sea la diferencia entre la temperatura media de cada mes y la temperatura requerida (22° C) se utilizará un porcentaje u otro de la potencia total según el mes. Dicho porcentaje se indica en la tabla mostrada en el punto 2 del ANEXO 6.

Así que teniendo en cuenta la capacidad del equipo (75%) y el porcentaje de potencia que se utiliza cada mes, se tendrá la potencia real utilizada por el equipo en cada mes.

➤ *Equipos de climatización*

En el caso de los equipos de climatización se debe tener en cuenta la misma consideración que en el equipo de acondicionamiento de la sala limpia. La capacidad de los equipos es del 80% y el porcentaje de la potencia total que se utiliza cada mes se indica en la tabla mostrada en el punto 4.1 del ANEXO 6. La potencia real utilizada por los equipos en cada mes es la que se observa en la última columna de esta tabla.

Además, como se puede comprobar en el punto 4.2 del ANEXO 6, se considera que en los meses de Abril, Mayo, Octubre y Noviembre no se usan los equipos de climatización, ya que la temperatura media de estos meses es próxima a la temperatura óptima para el bienestar general de las personas, que es de 24° C.

Se ha tenido en cuenta que en la oficina general, tanto de la división de Consultoría como de Materiales Compuestos, a pesar de haber dos splits de Aire acondicionado sólo se utiliza uno.

### **6.5.2. Consumo total estimado**

Una vez que conocemos los consumos energéticos mensuales por partidas se obtiene el **consumo total de energía activa** que resulta de **122.644,1 kWh/año** (ver punto 1 del ANEXO 8).

### **6.5.3. Coste total estimado**

Para conocer el coste energético teórico hay que tener en cuenta el tipo de contrato de suministro eléctrico vigente.

El pasado año 2006 la compañía suministradora fue Sevillana Endesa con un contrato de mercado regularizado, sin embargo, a partir del día 1 de Diciembre de 2006 y hasta el 1 de Diciembre de 2007 se dispone de otro Contrato donde la compañía suministradora pasa a ser Endesa Energía con un contrato de mercado liberalizado, según el cual el Cliente pagará al Comercializador la energía eléctrica que consuma al precio que se determina en dicho Contrato. Dicho precio incluye todos los componentes del coste de suministro, excepto el IVA. y cualquier otro tipo de tributo (impuestos, tasas, precios públicos, etc.). El Impuesto sobre la Electricidad está incluido en el precio.

El importe a pagar por la energía suministrada incluye los componentes que se detallan a continuación:

- *Término de potencia*

El Cliente paga un término de potencia en función de las potencias contratadas en cada periodo tarifario y de las potencias realmente demandadas en el mismo durante el periodo de facturación considerado (ver punto 1 del ANEXO 9).

- *Término de energía activa*

El Cliente paga al Comercializador la energía eléctrica suministrada a los precios que figuran en el punto 3 del ANEXO 9, según el periodo en que se efectúen los consumos.

- *Término de energía reactiva*

El comercializador aplicará en la facturación lo indicado en el punto 3 del artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de Octubre, donde se especifica la forma de facturar los excesos de energía reactiva, que correrían a cargo del Cliente, por la energía reactiva que exceda del 33% del consumo de activa en los periodos horarios de aplicación.

Según el Contrato, el **precio de la gestión integral del equipo de medida** es de **30 € al mes**.

Una vez conocidos todos estos datos del Contrato podremos estimar el coste energético. Para ello, obtendremos previamente el coste por cada uno de los términos indicados anteriormente.

- **Coste por término de potencia**

El precio por término de potencia depende del periodo tarifario, por lo que es necesario conocer la potencia contratada en cada uno de estos periodos para estimar el coste.

Dicha potencia aparece en el punto 2 del ANEXO 9, donde se observa que el **coste total por término de potencia** es de **4.586,7 €**

- **Coste por término de energía activa**

Puesto que el precio por término de energía depende del periodo tarifario, lo primero que necesitaremos es conocer los horarios que comprenden dichos periodos para poder estimar el consumo energético en cada uno de ellos.

Según el Contrato, la definición de los periodos es la indicada, para la discriminación horaria tipo 3, en la O.M. de 12-01-95 por la que se establecen tarifas eléctricas (ver tabla correspondiente del ANEXO 7).

Para conocer el consumo energético, se estimará el número de horas de funcionamiento de los equipos de cada una de las partidas (equipos de producción, equipo de acondicionamiento, equipos de oficina, climatización y alumbrado) durante las horas que comprenden cada periodo tarifario y se calculará el consumo energético mensual por partidas como se hizo en el ANEXO 6.

Una vez que conocemos los consumos energéticos mensuales por partidas en cada uno de los periodos, podemos obtener el consumo total mensual y anual.

En el *periodo punta* el consumo energético resulta de *41.546,2 kWh/año* (ver punto 2 del ANEXO 8).

En el *periodo llano* resulta de *72.988 kWh/año* (ver punto 3 del ANEXO 8).

Y en el *periodo valle* resulta de *8.111,8 kWh/año* (ver punto 4 del ANEXO 8).

Calculados ya todos estos consumos, junto con los precios por término de energía activa por periodos tarifarios indicados anteriormente, podemos obtener el **coste total por término de energía activa** que resulta de **11.301,2 €al año** (ver punto 4 del ANEXO 9).

- **Coste por término de energía reactiva**

Para conocer el coste por término de energía reactiva, es necesario conocer previamente la cantidad de energía reactiva que se consume y el precio del kVArh.

Se supone que el consumo sigue la misma tendencia que el año anterior y puesto que depende de la cantidad de energía activa que se consume, podemos extrapolar para el consumo de energía activa estimado y predecir así la *energía reactiva que se consumiría*. Como se observa en la tabla mostrada en el punto 5 del ANEXO 8, resulta ser *110.801,8 kVArh al año*.

Una vez conocida la energía reactiva será necesario conocer el *precio del KVARh* para estimar su coste.

Como ya se indicó, según el Contrato, el comercializador aplicará en la facturación lo indicado en el punto 3 del artículo 9 del R.D. 1164/2001 de 26 de Octubre, donde se especifica la forma de facturar los excesos de energía reactiva, que correrían a cargo del Cliente, por la energía reactiva que exceda del 33% del consumo de activa en los periodos horarios de aplicación. Puesto que con el anterior contrato también se aplicaba lo indicado en dicho R.D., podemos utilizar el precio por kVArh que aparece en el punto 2 del ANEXO 4, que era  $0,018371 \text{ €/kVArh}$  y que se obtuvo, como se indicó en el punto 3.3.2.4., a partir de la energía reactiva producida durante el pasado año y su coste.

Estimado ya el consumo de energía reactiva y el precio del kVArh, se calcula el **coste por término de energía reactiva** que es de **2.035,55 € al año** (ver punto 5 del ANEXO 9).

Una vez conocido ya el coste por término de potencia, el coste por término de energía activa, el coste por término de energía reactiva, el precio de la gestión integral del equipo de medida y aplicando un 16% de IVA., podemos estimar el **coste total teórico del consumo energético previsto** que resulta ser de **21.208,7 € al año** (ver punto 6 del ANEXO 9).

## **6.6. Comparación entre consumo y coste anual real y teórico**

El **consumo anual real** del pasado año 2006 es de **98.714,4 kWh** y su **coste** asciende a **15.818,6 €** (ver punto 1 del ANEXO 10).

El **consumo anual teórico**, según cálculos basados en potencias de equipos y número de horas de funcionamiento actuales, es de **122.644,1 kWh** y su **coste 21.208,7 €** (ver punto 2 del ANEXO 10).

El hecho de comparar el consumo y coste teórico y real es para que, en caso de que el real sea mayor que el teórico, se pueda considerar la idea de que algunos de los equipos consuman más de lo debido por algún defecto en su maquinaria o funcionamiento y realizar un estudio más detallado de los mismos y recomendar un mantenimiento más adecuado.

En este caso es imposible realizar una comparación congruente entre el consumo y el coste real y teórico, puesto que al no disponer de equipos de medida en ninguno de los equipos, no hay garantía de que la estimación del consumo teórico se corresponda con el que realmente debería consumir el equipo.

En la tabla mostrada en el punto 1 del ANEXO 8, se muestra el consumo anual teórico de cada una de las partidas de equipos:

- *Consumo anual teórico de equipos de producción (exceptuando el equipo de acondicionamiento de la sala limpia): 64.081,8 kWh (52,25% del total)*
- *Consumo anual teórico del equipo de acondicionamiento de la sala limpia: 42.094,1 kWh (34,32% del total)*
- *Consumo anual teórico de los equipos de oficina: 2.336,5 kWh (1,91% del total)*

- *Consumo anual teórico de climatización: 2.537,7 kWh (2,07% del total)*
- *Consumo anual teórico de alumbrado: 11.593,9 kWh (9,45% del total)*

Como se puede observar, los equipos de producción (incluyendo el equipo de acondicionamiento) son los que consumen más energía (86,57% del total), por lo que, como se comentó anteriormente, el no poder conocer realmente la energía consumida por dichos equipos mediante unos medidores de cantidad de energía consumida hacen que el calculo del consumo energético total teórico sea solo una aproximación a la realidad y que no permita compararlo con el consumo real según las facturas.

Dentro del porcentaje correspondiente a los equipos de producción, es importante indicar que uno de los que más consume es el de acondicionamiento de la sala limpia. Para estimar el consumo de este equipo se han tenido en cuenta varias consideraciones, como su capacidad y el porcentaje de potencia que se usa en función de la época del año, por lo cual su consumo puede que realmente sea menor del calculado.

Otro equipo de gran consumo, debido a su elevada potencia nominal y al número de ciclos al año, es el autoclave. La estimación de su consumo se ha realizado mediante la extrapolación de datos bibliográficos. Este es, por tanto, otro caso dónde puede que se haya estimado más consumo del real.

Esto mismo explicado para los equipos de acondicionamiento y de autoclave puede haber ocurrido con otros equipos, lo que da lugar a que el consumo teórico no se corresponda con el real y, por tanto, sólo sirva para tener una idea de la línea que sigue el consumo energético de esta instalación.

Por todo esto, en el diagnóstico realizado en esta primera Auditoría Energética en la empresa Easy Industrial Solutions, no se realizará una comparación entre consumo anual real y teórico para comprobar que los equipos funcionan correctamente, sino que tan sólo se comprueba que la potencia contratada es la adecuada, que fue lo primero que se verificó en el punto 3.3.2.3., y si la tarifa eléctrica contratada es la más adecuada según el tipo de discriminación horaria, lo cual se estudiará en el siguiente punto.

### **6.7. Adecuación de contrato**

El nuevo Contrato eléctrico de mercado liberalizado distingue tres periodos tarifarios para el cobro tanto del término de potencia como del de energía activa. La definición de estos periodos, como ya se indicó anteriormente, es la indicada, para la discriminación horaria tipo 3, en la O.M. de 12/01/95 por la que se establecen tarifas eléctricas (ver tabla correspondiente del ANEXO 7).

En primer lugar, resaltar la acertada elección de un tipo de discriminación horaria que disponga de periodo valle durante el cual el precio del kWh sea menor y cuyo horario comprenda la franja nocturna que es cuando los equipos no están en operación (excepto la cámara frigorífica de producción y el frigorífico de la sala limpia que permanecen en funcionamiento las 24 horas del día).

También es adecuado que el número de horas que comprende el periodo punta, durante el cual el precio del kWh es mayor, sea sólo de 4 horas.

Se hará un seguimiento de la tarifa en los próximos meses con el fin de poder comparar unos meses con otros y en caso necesario, mejorar la contratación.

## **6.8. Energía reactiva y factor de potencia (f.d.p)**

### **6.8.1. Introducción**

Factor de potencia es el nombre dado a la relación entre la potencia activa (kW) usada en un sistema y la potencia aparente (kVA.) que se obtiene de las líneas de alimentación, o dicho de otro modo, el coseno del ángulo formado por el desfase de la corriente con respecto al voltaje aplicado.

Todos los aparatos que contienen inductancia, tales como motores, transformadores y demás equipos con bobinas necesitan corriente reactiva para establecer campos magnéticos.

En las plantas industriales debido a la existencia de multitud de usos de tipo eléctrico, se produce un desequilibrio entre la potencia activa y reactiva, que viene determinado por el llamado factor de potencia.

Cuanto menor es este factor, menor es el aprovechamiento de la energía eléctrica suministrada por la red.

#### ➤ *¿Qué es la energía reactiva?*

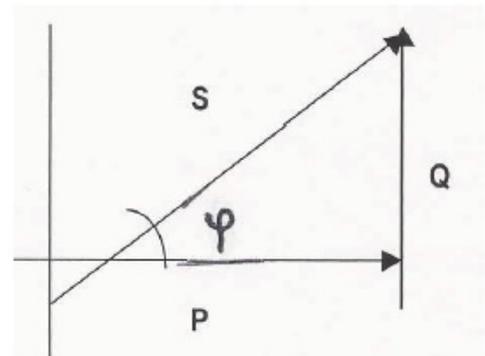
No toda la energía que obtenemos de la red eléctrica la podemos transformar en energía mecánica, y esto se debe a que hay ciertos componentes en las máquinas eléctricas (bobinados, etc.) que necesitan para su funcionamiento interno cierta parte de esa energía. A esa energía necesaria para el funcionamiento de esas máquinas le llamamos Energía Reactiva.

Expresando vectorialmente este concepto:

- Las magnitudes eléctricas (intensidad, tensión, potencia...) que llegan a los dispositivos consumidores son de alterna, es decir, son magnitudes senoidales.

- Todas las magnitudes senoidales son representables mediante un vector.
- Los vectores se representan en un plano con:
  - o EJE REAL : Parte de la magnitud utilizada.
  - o EJE IMAGINARIO: Parte no utilizada pero sí pagada
  - o ÁNGULO  $\varphi$

- $S$ = Potencia aparente. (PAGADA).
- $P$ = Potencia activa. (UTILIZADA).
- $Q$ = Potencia reactiva.
- $\cos \varphi$ = Factor de potencia



➤ *Problemas originados por un factor de potencia incorrecto.*

Los principales problemas originados en un circuito por tener incorrecto el factor de potencia son, entre otros, los siguientes:

- Mayor coste de la energía consumida.
- 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
- Mayor sección en los conductores de la línea.
- Pérdidas en la línea por disipación de calor (efecto Joule).

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

### **6.8.2. Estudio del factor de potencia del transformador**

Por todos los motivos comentados anteriormente y de acuerdo con la tabla del ANEXO 11, es necesario que el factor de potencia no sea menor a 0,90 para que no cobren recargo del complemento por energía reactiva según reglamento de tarifas (R.D. 1634/2006).

Por lo tanto, debemos conocer el factor de potencia existente en el transformador de la instalación y decidir si es adecuado o será conveniente mejorarlo.

Según el ANEXO 12, el **f.d.p.** es **0,74**, valor inferior al adecuado y que, de acuerdo con el reglamento de tarifas, hace que estemos sujetos a un recargo de algo más de un 15,8%.

En el apartado de “Propuestas de mejoras” se estudiará la manera de mejorar este factor de potencia.

## **6.9. Mantenimiento en la gestión energética**

### **6.9.1. Generalidades**

La falta o mantenimiento inadecuado de las instalaciones y equipos es la causa de graves problemas. Estas causas pueden experimentarse por:

- Carencia de repuestos.
- Falta de entrenamiento en el personal.
- Ausencia o inadecuadas prácticas de mantenimiento.

La carencia de mantenimiento preventivo ocasionará un alto porcentaje de salidas, baja disponibilidad de los equipos y baja capacidad de utilización lo que redundará en una elevación del consumo específico de energía. La disponibilidad y la capacidad de utilización determinan la productividad de las instalaciones.

Es por esto muy importante poner en práctica políticas de mantenimiento en la empresa que incluyan entrenamiento del personal, almacén de repuestos y procedimientos y prácticas de mantenimiento adecuado.

Los métodos básicos de mantenimiento son:

- Mantenimiento después de que el equipo se ha dañado.  
(correctivo)
- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.

### **6.9.2. Mantenimiento correctivo**

Este tipo de mantenimiento es el que se lleva a cabo en las instalaciones de Easy Industrial Solutions, pero no es recomendable debido a las siguientes razones:

- El equipo se va deteriorando gradualmente disminuyendo su rendimiento hasta que sale de funcionamiento.
- La salida del equipo ocasionará grandes períodos de cese de actividades en la producción debido a trabajos de reparación.

En las “Propuestas de mejora” se propondrán otros tipos de mantenimiento más adecuados.

### **6.10. Gestión del agua**

El **consumo medio de agua** es de **53,75 m<sup>3</sup>/mes** durante el año 2006. Los meses de mayor consumo son los de Diciembre y Enero, seguidos por los de Junio y Julio, por lo que no se puede confirmar que se consuma más en verano que en invierno.

Para tratarse de una empresa productiva, su consumo no es muy elevado, en parte debido a que en el proceso productivo de los materiales compuestos no son necesarias grandes cantidades de agua y, también, gracias a la adecuada elección de grifos y depósitos de WC. De todas formas, en el apartado de “Propuestas de mejoras” se van a recomendar una serie de medidas muy simples y sin coste alguno, que ayuden a mejorar la gestión del agua al igual que se proponen medidas tendentes a minimizar el consumo eléctrico.

## **7. PROPUESTAS DE AHORRO ENERGÉTICO**

### ***7.1. Introducción***

Las medidas que se van a proponer, para conseguir un ahorro energético, se dividen en tres categorías:

- Medidas sin inversión y que pueden llevarse a cabo inmediatamente.
- Medidas de bajo coste y que por tanto suponen una pequeña inversión económica.
- Sugerencias. Las medidas apuntadas en este apartado son aquellas que requieren de planificación.

Estas categorías se van a comentar para varias partidas (iluminación, climatización, edificios, equipos de ofimática, equipos de producción y agua), pero previamente se realizarán unas propuestas “generales” sin inversión.

## **7.2. Propuestas “generales” sin inversión**

No todas las propuestas de mejora tienen por qué suponer una inversión para la empresa, existen simples medidas que sirven para detectar excesos de consumos que alerten a los responsables energéticos. Entre las propuestas se destacarán:

- Establecer un seguimiento de la contabilidad energética de la empresa, tal y como se ha hecho en el diagnóstico del presente informe. Para ello se ha elaborado un panel de indicadores energéticos que permitirán identificar la situación de consumo mensual y anual, además del coste total eléctrico. Este panel de indicadores se entrega, paralelamente a este informe, en formato Excel. Los indicadores se explican y muestran en el ANEXO 13.
- Establecer una comisión energética formada por un comité de energía y un responsable.
- Impartir formación a los empleados de la empresa dónde todos contribuyan a una mejora del uso de la energía disponible.
- Distribuir carteles divulgativos por todo el edificio, en los que se recuerden acciones básicas para el ahorro de energía. Se entrega, junto al informe, un cartel destinado a este fin presentado en dos estilos distintos, como se muestra en el ANEXO 14, para que la empresa elija uno u otro, o ambos.
- Mantener actualizado el inventario de equipos consumidores de electricidad, que fue la primera tarea a realizar en el diagnóstico y que aparece en el ANEXO 2, con las principales características, entre ellas la potencia.

## 7.3. Iluminación

### 7.3.1. Medidas sin inversión

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>1. ¿Se anima al personal a apagar la luz al salir de un cuarto o corredor? ¿Se ha pensado en llevar a cabo una campaña de concienciación?</p>	<p>Siempre es más barato apagar una luz que dejarla encendida. Concienciar al personal puede llegar a representar un ahorro de hasta el 10%</p> <p>La concienciación de la necesidad de ser energéticamente eficientes, debe ser mantenida constantemente</p>	<p>Usar materiales promocionales (pósters, folletos, etc.)</p> <p>Usar las reuniones con el personal como medio de concienciación sobre la energía.</p> <p>Recordar: la percepción individual de los niveles de iluminación apropiados varía. Implicar al personal.</p>
<p>2. ¿Puede el personal identificar con facilidad los interruptores que controlan la luz?</p>	<p>Muy a menudo, las luces están controladas desde bancos de luces. Si se han instalado interruptores múltiples quizás no sea fácil que cada persona sepa cuál es su interruptor.</p>	<p>Poner nombre a cada interruptor.</p> <p>Asegurarse de que todos conocen cuál es su interruptor.</p>
<p>3. ¿Está seguro de que se apagan las luces cuando no hay nadie en el lugar de trabajo?</p>	<p>Se malgasta mucho dinero cuando las luces se dejan innecesariamente encendidas.</p>	<p>Realizar las inspecciones "fuera de las horas de trabajo".</p> <p>Hablar con el personal de limpieza y seguridad.</p> <p>Establecer un procedimiento mediante el cual la última persona en salir apague las luces.</p>

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>4. ¿Se está aprovechando al máximo la luz que entra por las ventanas?</p>	<p>La mayoría de las personas prefieren trabajar con luz natural. Si la luz natural es adecuada se usará menos luz artificial.</p>	<p>Comprobar con qué frecuencia y eficiencia se limpian las ventanas, aumentar la frecuencia si es necesario. Asegurarse de que las persianas están abiertas durante los períodos diurnos, excepto cuando sea necesario controlar la intensidad. Estudiar la colocación del personal. Si es posible colóquelos más cerca de las ventanas.</p>
<p>5. ¿Se limpian las luces anualmente?</p>	<p>Los difusores y lámparas sucias reducen enormemente la luz emitida. Esto puede significar que se enciendan más puntos de luz o que el nivel de iluminación desciende mucho.</p>	<p>Asegúrese de que las luminarias se limpian por lo menos una vez al año.</p>

### 7.3.2. Medidas de bajo coste

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
6. ¿Se han comprobado si sus difusores y pantallas de luz están descoloridos?	Difusores, pantallas y elementos traslúcidos descoloridos reducen de una manera importante la aportación de luz. Esto puede significar que se encienda más puntos de luz o que el nivel de iluminación descienda mucho	Eliminar o sustituir los elementos descoloridos.
7. ¿Se apagan las luces en las zonas que no se usan frecuentemente?	Habitualmente se piensa poco en la iluminación de las zonas que no se usan a menudo (por ejemplo, los servicios, vestuarios, almacenes y comedores).	Instalar detectores de luz infrarrojos pasivos que permiten el control automático de las zonas que no se usan permanentemente.
8. ¿Se usan fotocélulas para controlar automáticamente sus luces internas?	Las fotocélulas regulan automáticamente las luces cuando la luz natural es adecuada.	Instalar fotocélulas para regular las luces internas cuando la luz natural es adecuada.

### 7.3.3. Sugerencias

Algunas de las sugerencias propuestas se han estudiado mediante el programa ILUMINA que pone a disposición la Agencia Andaluza de la Energía en su página web.

En el ANEXO 15 aparece el informe de optimización que proporciona el programa para la iluminación existente en estas instalaciones de Easy Industrial Solutions.

Como se puede observar en dicho informe, las dos recomendaciones que se hacen son:

- Sustituir en los fluorescentes el encendido convencional por balastos electrónicos. Los sistemas de encendido convencional (cebador+reactancia) consumen más energía.
- Sustituir las lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio de alta presión. La iluminación de descarga de alta presión es más eficiente energéticamente que la mayoría de los sistemas fluorescentes en lugares con techos altos (no sirven para oficinas). Tienen mayor duración, y por lo tanto, los costes de mantenimiento y reposición son más reducidos.

Con la primera medida se consigue un ahorro del 30% en el consumo de energía en iluminación (3.924,23 kWh/año) lo cual se traduce también en un *ahorro económico de 380,65 €/año. La inversión que habría que realizar sería de 2.279,00 € y el periodo de amortización 5,98 años.*

El ahorro que se consigue con la segunda medida sería de un 39,91% (888,03 kWh/año) que en términos económicos correspondería con un *ahorro de 79,96 €/año.* No sería necesario realizar ninguna inversión adicional sino ir cambiándolas a medida que vaya siendo necesario.

Otra sugerencia a tener en cuenta es la posibilidad de mejorar el fraccionamiento de los interruptores de luminarias de manera que se aproveche al máximo la luz natural. Algunos ejemplos serían los siguientes:

- En la división de Consultoría, tanto en el despacho como en la sala de reuniones, que disponen cada una de ellas dos luminarias con 4 fluorescentes, se aconseja instalar dos interruptores en lugar de uno para encender sólo 4 lámparas (una luminaria) o las 8 (dos luminarias) en función de las necesidades.
- En la división de Materiales Compuestos, existe un único interruptor para encender las lámparas de los dos despachos conjuntamente. Este sería el primer caso a mejorar, instalando dos interruptores, uno para el Despacho1 y otro para el Despacho2.

También se aconseja instalar más interruptores en la sala de reuniones ya que dispone de 6 luminarias cada una de ellas con dos lámparas de bajo consumo y sólo existe un interruptor, con lo cual se utilizan siempre todas las luminarias cuando en ocasiones con tener encendidas la mitad es suficiente.

- En los servicios públicos, existe un interruptor en la zona común que enciende también la lámpara de la zona de la ducha y se recomienda instalar un interruptor independiente para esta última zona ya que además no se utiliza la ducha.

## 7.4. Climatización

### 7.4.1. Mejoras sin inversión

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
1. ¿Se ha verificado si el edificio se calienta a más de 24 °C?	<p>Muchas personas no caen en la cuenta de que el máximo de calefacción recomendado se encuentra en torno a los 24 °C, en función del tipo de actividad que se realice.</p> <p>Los costes aumentan en un 8% por cada 1°C de sobrecalentamiento.</p>	<p>Comprobar periódicamente los termostatos.</p> <p>Planear los niveles de calefacción en las reuniones laborales.</p> <p>Colocar carteles con mensajes para sensibilizar al personal.</p>
2. ¿Se ha animado al personal a reducir la calefacción cuando sientan demasiado calor en lugar de abrir las ventanas y puertas?	<p>Abrir puertas y ventanas cuando la calefacción está puesta supone un despilfarro de dinero. Es más eficiente bajar el termostato, se está más cómodo y se ahorra dinero.</p> <p>Se obtienen ahorros del 7 % por cada grado que se baje la temperatura.</p>	<p>Usar material de promoción tipo póster o pegatinas.</p> <p>Aumentar la concienciación energética en las reuniones de personal.</p>
3. ¿Se ajustan los termostatos una vez y no los vuelven a comprobar más?	<p>A menudo se abusa de los controles de los termostatos. Esto puede derivar en la incomodidad del personal y en el derroche de dinero.</p>	<p>Ajustar los termostatos para obtener la temperatura deseada y evitar cambiarlos varias veces a lo largo del día.</p>
4. ¿Se comprueba que todas las superficies calefactoras y los filtros de los ventiladores se limpian periódicamente?	<p>Los filtros bloqueados y la suciedad acumulada reducen las prestaciones de los aparatos de ventilación, y aumentan el ciclo del precalentamiento.</p> <p>Los ciclos largos del precalentamiento pueden animar al personal a usar calefacción portátil hasta entrar en calor.</p>	<p>Comprobar que los aparatos de ventilación están equipados con filtros y que éstos estén limpios.</p> <p>Comprobar que se incluye la limpieza de las superficies calefactoras en las rutinas normales de limpieza.</p>

### 7.4.2. Mejoras con bajo coste

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
5. ¿Están los ventiladores equipados con clapetas de cierre?	El aire frío puede entrar cuando los ventiladores no estén funcionando, lo que producirá una pérdida de aire caliente.	Instalar clapetas de cierre, la mayoría de los modelos de extractores los tienen.

### 7.4.3. Sugerencias

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
6. ¿Se ha comprobado que los flujos de aire del sistema de ventilación no sean excesivos?	Es muy común encontrar excesivos niveles de ventilación, lo que representa un derroche de calor y electricidad.	Hacer mediciones en los flujos de ventilación buscando las oportunidades para reducirlos (cerrar las clapetas, cambios en el tamaño de las poleas de los ventiladores). Asesorarse profesionalmente.
7. ¿Incorpora el sistema de ventilación la recirculación de aire?	Calentar aire fresco cuesta mucho dinero y energía.	Siempre que sea posible, modificar el sistema de ventilación general para incorporar la recirculación del aire extraído.

## **7.5. 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%.

### 7.5.1. Mejoras sin inversión

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>1. ¿Se mantienen las puertas y ventanas cerradas cuando está en funcionamiento la calefacción?</p>	<p>Generalmente se abren las ventanas porque hace demasiado calor.</p> <p>Las puertas suelen mantenerse abiertas por conveniencia.</p> <p>Hasta una tercera cuarta parte de los costes de calefacción pueden ahorrarse reduciendo la cantidad de aire frío que entra en el edificio.</p>	<p>Usar material promocional (pósters, folletos, etc.) para animar al personal a que no deje abiertas las puertas y ventanas cuando la calefacción está encendida.</p> <p>Usar las reuniones de empresa para aumentar la concienciación de los altos costes de calefacción.</p>
<p>2. ¿Están permanentemente selladas todas las puertas y ventanas que no se usan?</p>	<p>Las puertas y ventanas que no se usan son una fuente de corrientes que causan incomodidad y malgastan dinero.</p>	<p>Identificar y sellar las puertas y ventanas que ya no se usan.</p>
<p>3. ¿Existe un programa de mantenimiento para las ventanas, puertas y techos?</p>	<p>Las corrientes provenientes de puertas y ventanas causan incomodidad.</p> <p>La sensación de “pared fría” resultante a menudo cerca de las ventanas y puertas, hace que se suba la temperatura de la sala para compensarlo.</p>	<p>Antes del comienzo de la temporada de calefacción, inspeccionar cuidadosamente todas las puertas y ventanas, y efectuar las reparaciones necesarias.</p>
<p>4. ¿Se inspecciona periódicamente el edificio en busca de señales de humedad?</p>	<p>La humedad daña la estructura del edificio y reduce drásticamente la capacidad aislante de los materiales de construcción.</p>	<p>Buscar si la barrera de protección contra la humedad de la tierra está dañada, así mismo con los desagües, canalones, tejas rotas...</p> <p>Hacer las reparaciones necesarias.</p> <p>Establecer un sistema de inspecciones regulares de los desagües y canalones del techo.</p>

## 7.5.2. Mejoras con bajo coste

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
5. ¿Ha eliminado las corrientes de aire de las ventanas y puertas?	La eliminación de las corrientes es una manera económica y eficaz de reducir los costes de calefacción y mejorar la comodidad.	<p>Hacer una inspección del edificio para identificar las zonas que requieran ser tratadas.</p> <p>Instalar burletes en todas las puertas externas y en aquellas internas que separen las zonas frías de las calientes.</p> <p>Poner burletes en las ventanas.</p>
6. ¿Tienen todas las puertas externas mecanismos de cierre?	A veces la gente no cierra bien las puertas produciéndose pérdidas de calor importantes.	Instalar mecanismos automáticos de cierre de puerta.

### 7.5.3. Sugerencias

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
7. ¿Están aisladas las paredes con cámara de aire?	En los edificios, las pérdidas de calor en las paredes pueden reducirse significativamente (hasta dos tercios) con cámara de aire.	Aislar las paredes con cámara de aire donde sea necesario.
8. ¿Están debidamente aislados todos los techos?	Algunos techos tienen altos coeficientes de pérdida de calor. Entre estos están los de asbesto de una sola capa o los de hierro corrugado. Un techo aislado moderno, reducirá estas pérdidas hasta 15 veces.	Investigar la posibilidad de aislar los techos. Entre otras posibilidades está la proyección de espuma tanto por encima como por debajo. Buscar asesoramiento profesional.
9. ¿Tienen todas las ventanas doble cristal?	Las pérdidas a través de las ventanas pueden ser reducidas a la mitad usando doble cristal. La comodidad del personal que trabaja cerca de las ventanas mejorará. El nivel de ruido externo se reduce de forma importante.	Investigar la posibilidad de instalar ventanas con doble cristal. Nota: Esta opción debe ser considerada cuando se cambie el sistema de calefacción o se cambien las ventanas, pues el coste extra se verá compensando por los ahorros energéticos.

## 7.6. Equipos de ofimática

### 7.6.1. Mejoras sin inversión

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>1 ¿Se apagan los equipos de ofimática cuando no están en uso?</p>	<p>Los equipos de ofimática operan en forma real aproximadamente un 30% del tiempo que permanecen encendidas.</p> <p>Una de las ideas falsas más difundidas es que no se debe apagar el equipo. Mucha gente cree que el equipo durará más tiempo si nunca se apaga. Esta percepción incorrecta proviene de la época de los viejos computadores de unidad central.</p>	<p>Apagar el ordenador, impresoras y demás aparatos eléctricos una vez finalice la jornada de trabajo. Esta medida adquiere una mayor importancia en fines de semana y periodos vacacionales. Igualmente, apague el ordenador si va a estar inactivos durante más de una hora.</p>
<p>2 ¿Se utiliza equipos de ofimática de eficiencia energética?</p>	<p>Un computador ENERGY STAR usa 70% menos de electricidad que los computadores que no tienen esta etiqueta. Si se dejan inactivos, los computadores ENERGY STAR entran a un estado de baja energía y utilizan 15 vatios o menos. Cuando el equipo pasa una larga parte del tiempo en estado de baja energía, no solo ahorra energía pero ayuda a que el equipo funcione mejor y dure más tiempo.</p>	<p>Los computadores y los monitores ENERGY STAR ahorran energía solo cuando las funciones de control de energía están activos, por lo tanto, asegúrese de que estas funciones estén activadas en su computador.</p>
<p>3. ¿Se hace uso de los protectores de pantalla?</p>	<p>Hay una falsa idea, muy difundida, de que los protectores de pantalla reducen la energía utilizada por los monitores, pero esto no es cierto.</p>	<p>Activación automática a un modo de reposo (sleep mode) o apagar el monitor de forma manual.</p>

## 7.6.2. Mejoras con bajo coste

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
4. ¿Los monitores de los ordenadores son los más adecuados?	Una pantalla plana (LCD) consume un 50% menos de energía que su equivalente convencional, un monitor (CRT).	Sustituir monitores convencionales (CRT) por pantallas planas (LCD).
5. ¿Se ha considerado usar portátiles en lugar de PC convencionales?	Un portátil consume por término medio de un 50 a un 80% menos de energía que cualquier PC de escritorio con un monitor CRT.	Considere comprar un computador portátil la próxima vez que busque computadores; los portátiles utilizan mucho menos energía que los computadores de escritorio.

## **7.7. Equipos de producción**

### **7.7.1. Mejoras sin inversión**

El mantenimiento en producción es fundamental a la hora de evitar o de actuar más eficazmente en caso de que se den anomalías en el funcionamiento del equipo. Es por ello que se deben realizar vigilancias de los equipos, estableciéndolo como parte de las actividades cotidianas del personal de la empresa.

Como ya se comentó en el diagnóstico, el mantenimiento que se lleva a cabo en los equipos de producción de Easy Industrial Solutions es de tipo correctivo, el cual resulta inadecuado por los motivos que ya se expusieron entonces. Se recomienda pasar a un mantenimiento preventivo y predictivo, aunque no se abandone del todo el mantenimiento correctivo ya que se usará cuando se presente alguna avería inesperada.

A continuación se comentará en que consisten los tipos de mantenimiento más recomendados:

➤ *Mantenimiento preventivo*

Es aquél mantenimiento rutinario que se lleva a cabo en un tiempo determinado de acuerdo con un cronograma de actividades. Éste método asegura una óptima confiabilidad de la planta y una disminución de los riesgos de salida de la misma. Además, ayudará mantener la alta productividad de la planta.

➤ *Mantenimiento predictivo*

Se basa en un monitoreo periódico en la planta. Los parámetros que normalmente se monitorean son:

- Vibración
- Corrosión
- Contaminación del aceite lubricante.

Estos métodos dejan extender intervalos entre el mantenimiento y las actividades, aunque el mantenimiento puede ser llevado a cabo, si hay daño. Debido a la minimización de las interrupciones de operación, el método predictivo en condiciones de mantenimiento es un método muy económico.

Sin embargo, se requieren unas condiciones de monitoreo periódicas y un amplio conocimiento del equipo así como también la suficiente experiencia en lo que a interpretación de la información se refiere, la cual es obtenida con las medidas.

Al llevar a cabo cualquier programa de administración energética se debe prestar mucha atención a los aspectos operacionales y de mantenimiento.

### **7.7.2. Mejoras con coste**

Para realizar el estudio de consumo de manera más precisa se requiere de aparatos de medida, bien fijos o portátiles. Por ello se recomienda la inversión en uno preferiblemente portátil que sirva para diferentes equipos y así evitar la inversión en varios aparatos de medida fijos.

El parámetro fundamental a medir es la potencia activa (kW) y el equipo que se utiliza para medir este parámetro es el vatímetro.

Se aconseja invertir en un “Medidor de potencia de tres fases TES-3600” (medidor de potencia de tres fases y medidor de energía en tiempo real con memoria de datos, interfaz para el PC y software) que cuesta 1.150 € y cuyas especificaciones aparecen en el ANEXO 16, o cualquier otro más económico con un rango de medida adecuado para la potencia consumida por los equipos de las instalaciones.

Puesto que el autoclave es el equipo que mayor potencia requiere (según estimaciones, la fase de calentamiento requiere 50 kW), sobredimensionando un 20%, el rango del aparato de medida deberá ser de al menos de 1 a 60 kW.

## **7.8. Agua**

### **7.8.1. Mejoras sin inversión**

A pesar de la acertada elección de depósitos de WC con capacidad solo de 7 litros y de grifos pulsadores, que evitan el goteo por la facilidad del cerrado, y con estranguladores de flujo que hacen que no se malgaste tanta agua como aquellos que son de cuarto de giro, a continuación se van a proponer una serie de medidas muy simples y sin coste alguno, que ayuden a minimizar el consumo del agua.

OPORTUNIDAD	RAZÓN	ACCIÓN
<p>1. ¿Sabe el personal que el consumo de agua de la empresa se mide?</p>	<p>Muchas personas no son conscientes de que el suministro de agua se mide. Concienciar al personal del coste del agua le ayudará a usarla más eficientemente.</p>	<p>Usar material promocional (pósters, pegatinas, etc.) para dar a conocer la situación. Aprovechar las reuniones de empresa para concienciar a la gente sobre el coste del agua.</p>
<p>2. ¿Es consciente la plantilla de la necesidad de prevenir el despilfarro de agua tomando medidas tan sencillas como cerrar los grifos correctamente?</p>	<p>Los grifos mal cerrados despilfarran agua que vale dinero.</p>	<p>Iniciar una campaña de “Buenas Prácticas en la Empresa” que conciencie al personal sobre la necesidad del cierre de los grifos. Usar material promocional (pósters, pegatinas, etc.) para dar a conocer la situación. Aprovechar las reuniones de empresa para concienciar a la gente sobre las acciones que pueden tomar para ahorrar agua.</p>
<p>3. ¿Se reparan inmediatamente los grifos cuando empiezan a gotear?</p>	<p>Los grifos que gotean son claramente ineficaces y costosos. Además, si no son inmediatamente reparados, la credibilidad de la campaña de ahorro disminuirá.</p>	<p>Comprobar regularmente todos los grifos. Actuar inmediatamente cuando informen de grifos que goteen. Instalar arandelas nuevas para evitar el goteo inmediatamente; cuesta muy poco dinero.</p>
<p>4. ¿Se comprueba regularmente si el sistema de distribución de agua, incluyendo las secciones subterráneas, tiene fugas?</p>	<p>Las fugas en los lugares visibles son obvias, pero las fugas subterráneas pueden pasar años sin ser detectadas.</p>	<p>Hacer comprobaciones periódicas de todas las tuberías de agua visibles. Animar al personal a que informe inmediatamente a de cualquier fuga visible. Comprobar las fugas en las tuberías subterráneas controlando el medidor de agua.</p>

### **7.9. Propuesta “particular” con inversión**

En el diagnóstico se habló de la importancia de corregir el factor de potencia ya que el tener un valor comprendido entre 0,9 y 1 conlleva a:

- Un menor costo de energía eléctrica. Al mejorar el factor de potencia no se tiene que pagar penalizaciones por mantener un bajo factor de potencia.
- Aumento en la capacidad del sistema. Al mejorar el factor de potencia se reduce la cantidad de corriente reactiva que inicialmente pasaba a través de transformadores, alimentadores, tableros y cables.
- Mejora en la calidad del voltaje. Un bajo factor de potencia puede reducir el voltaje de la planta, cuando se toma corriente reactiva de las líneas de alimentación. Cuando el factor de potencia se reduce, la corriente total de la línea aumenta, debido a la mayor corriente reactiva que circula, causando mayor caída de voltaje a través de la resistencia de la línea, la cual, a su vez, aumenta con la temperatura. Esto se debe a que la caída de voltaje en una línea es igual a la corriente que pasa por la misma multiplicada por la resistencia en la línea.

Para evitar en lo posible todos estos inconvenientes, se recomienda instalar una batería de condensadores que corrige el factor de potencia mediante la introducción automática en el circuito de cargas capacitivas que equilibran la producción de energía reactiva.

La rentabilidad de estos sistemas de compensación es elevada, de manera que acostumbran a amortizarse en plazos que oscilan entre los 12 y los 24 meses.

➤ *Batería de condensadores en el centro de transformación*

Para instalaciones con varias cargas que pueden arrancar y parar con relativa frecuencia es más interesante utilizar una compensación global o centralizada, ya que, en general, no todas se encontrarán conectadas simultáneamente y por lo tanto la potencia total necesaria puede reducirse según el factor de simultaneidad.

Una de las mayores ventajas de la compensación de la energía reactiva es que reduce la corriente que circula por la red eléctrica de manera que se reducen las pérdidas y aumenta el rendimiento de la instalación.

Sobretudo es muy eficaz en instalaciones en las cuales el transformador está ya casi al límite de carga, ya que puede evitarse el cambio por otro de mayor potencia.

A continuación se procederá a valorar la implantación de una batería de condensadores automática en el centro de transformación.

No debemos corregir el f.d.p. a menos de 0,90 porque estaríamos sometidos a penalizaciones, como se comentó en el diagnóstico, pero tampoco podemos elevarlo hasta 1 para que la compañía eléctrica no nos acuse de enviar energía capacitiva a la red que de lugar a perturbaciones importantes en la red.

Por estos motivos se ha realizado dos estudios de implantación de batería de condensadores, uno que corrija el f.d.p. hasta 0,9 (ni recargos ni descuentos) y otro hasta 0,97 (1,7% de descuento), dejando la elección de una u otra en manos de la empresa.

Es importante indicar que la potencia máxima registrada que se usa para calcular la potencia de la batería debería ser la capacidad máxima del transformador pero no disponemos de ese dato, porque para ello es necesario acceder al centro de transformador y no disponemos de la llave ni estamos autorizados.

Por ello, utilizaremos la potencia máxima registrada en la instalación según la compañía eléctrica y que viene indicada en las facturas para hacer una estimación de la potencia requerida por la batería aproximadamente.

De acuerdo con los cálculos realizados en el punto 2 del ANEXO 17, la potencia de la batería para corregir el f.d.p. hasta 0,90 resulta ser de 55 kVAr y su inversión asciende a 1.650 €. El periodo de amortización corresponde a 1 año.

Según el punto 3 del mismo ANEXO 17, para el caso de corrección del f.d.p. hasta 0,97 será necesaria una batería de condensadores cuya potencia sea 85 kVAr y que requiere una inversión de 2.550 €. El periodo de amortización será de 1 año y 7 meses.

## 8. CUADRO-RESUMEN DEL PLAN DE ACCIÓN

<b>FASE</b>	<b>MEDIDA</b>	<b>TIEMPO DE IMPLANTACIÓN</b>	<b>ACCIÓN REQUERIDA</b>
1	Metodología	Realizado	Relación de equipos con potencia Contabilidad energética
1	Establecer organización energética	Inmediato	Designar un responsable y el comité de energía
1	Motivación y formación al personal	Inmediato	Colocar carteles Realizar reuniones Solicitar aportes o ideas
2	Mantenimiento adecuado	Inmediato	Mantenimiento preventivo Mantenimiento predictivo
2	Corrección del factor de potencia	Inmediato	Contactar con proveedores Especificar condensadores Instalar
2	Medición de energía	Progresivo	Invertir en aparatos de medida
3	Nuevas propuestas	Progresivo	Actualizar el presente informe y mejorarlo

## **9. CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA**

- Es muy importante para este tipo de estudios la realización de medidas específicas por eso resulta de especial importancia invertir en aparatos de medición energética.
- La implantación de la batería de condensadores supondría un ahorro considerable en energía reactiva.
- El consumo total en alumbrado representa un 9,4% del total, la segunda partida más alta tras los equipos de producción, por lo que se recomienda tener en cuenta todas las propuestas realizadas para optimizarlo.
- Es recomendable pasar del mantenimiento que se lleva actualmente a cabo en las instalaciones (correctivo) a otro más conveniente (preventivo y predictivo).
- Es necesario la formación y entrenamiento energético del personal, en especial:
  - Gerencia y cuadros responsables.
  - Personal de mantenimiento.
- El presente informe debe ser continuamente actualizado y mejorado como fuente de información general y control sobre consumos de diversos equipos, obteniéndose así un historial muy útil.

## **CAPÍTULO 3: ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS**

### **10. INTRODUCCIÓN**

Es bien conocida la importancia de las energías renovables desde el punto de vista de aprovechamiento de los recursos naturales de energía disponibles. Por tanto, no se puede pasar por alto la propuesta de instalaciones renovables en Easy Industrial Solutions.

Ser productores de energía eléctrica mediante fuentes renovables en el marco energético actual, coloca a la empresa en una posición de mayor competencia desde el punto de vista:

- *Económico.* La energía producida se vende a la red, pudiéndose llegar, no sólo a compensar los costes eléctricos derivados de la actividad diaria de la empresa sino incluso a obtener beneficios una vez amortizados los costes de instalación.
- *Medioambiental.* Se produciría energía “limpia” puesto que las instalaciones cuentan con una larga vida media durante la cual no producen contaminación alguna.
- *Marketing.* Actualmente la fuente principal de energía son los combustibles fósiles, cuya combustión da lugar a la producción de CO<sub>2</sub> (responsable del efecto invernadero). Por ello, ser productores de energía “limpia” y contribuir al Desarrollo Sostenible del planeta, tan importante hoy día, lleva implícita una imagen medioambiental excelente de cara al mercado.

## **11. POSIBLES ENERGÍAS RENOVABLES EN EASY INDUSTRIAL SOLUTIONS**

### ***11.1. Energía solar***

#### **11.1.1. Energía solar térmica**

Este tipo de energía se utiliza principalmente para conseguir agua caliente sanitaria. Como ya se comentó en la Auditoría Energética, en la actualidad no existe ninguna instalación de A.C.S. en la empresa, pero sí se plantea la posibilidad de implantarla para que los trabajadores dedicados a la actividad productiva de materiales compuestos, que necesitan una ropa especial de trabajo, puedan hacer uso de la ducha instalada en los servicios para asearse después de cada turno.

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

#### **11.1.2. Energía solar fotovoltaica**

La generación fotovoltaica consiste en la transformación directa de energía solar en electricidad, mediante módulos fotovoltaicos. Esta electricidad puede ser para uso propio o para venderla directamente a red, por lo que parece interesante implantar este tipo de energía.

El elevado número de horas de Sol en esta zona es un hecho. Por este motivo, en principio, sería posible llevar a cabo en la empresa una instalación de este tipo de energía y, por ello, se procederá a su estudio.

## **11.2. Energía eólica**

Otra alternativa para producir electricidad es a partir de la energía eólica: la proporcionada por el viento. El dispositivo capaz de realizar esta conversión se denomina aerogenerador. A esta electricidad se le puede dar el mismo uso que la que se consigue mediante la generación fotovoltaica, por lo que también es interesante implantar este tipo de energía renovable.

El hecho de que, en principio, los vientos de levante y poniente soplen en la zona podrían hacer posible una instalación de este tipo y, por tanto, se realizará un estudio de viabilidad.

## **12. ESTUDIO TEÓRICO DE ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES EN LA EMPRESA**

### ***12.1. Energía Solar***

#### **12.1.1. Introducción teórica**

##### ***12.1.1.1. El Sol***

Es una masa de materia gaseosa caliente que irradia a una temperatura efectiva de unos 6.000°C. Está a una distancia de 149.490.000 kilómetros de la Tierra.

El Sol, la estrella que, por el efecto gravitacional de su masa, domina el sistema planetario que incluye a la Tierra. Mediante la radiación de su energía electromagnética, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra, porque todo el alimento y el combustible proceden en última instancia de las plantas que utilizan la energía de la luz del Sol.

##### ***12.1.1.2. Radiación solar***

La energía solar es la energía obtenida directamente del Sol. La radiación solar incidente en la tierra puede aprovecharse por su capacidad para calentar o directamente a través del aprovechamiento de la radiación en dispositivos ópticos o de otro tipo. Es un tipo de energía renovable y limpia (lo que se conoce como energía verde).

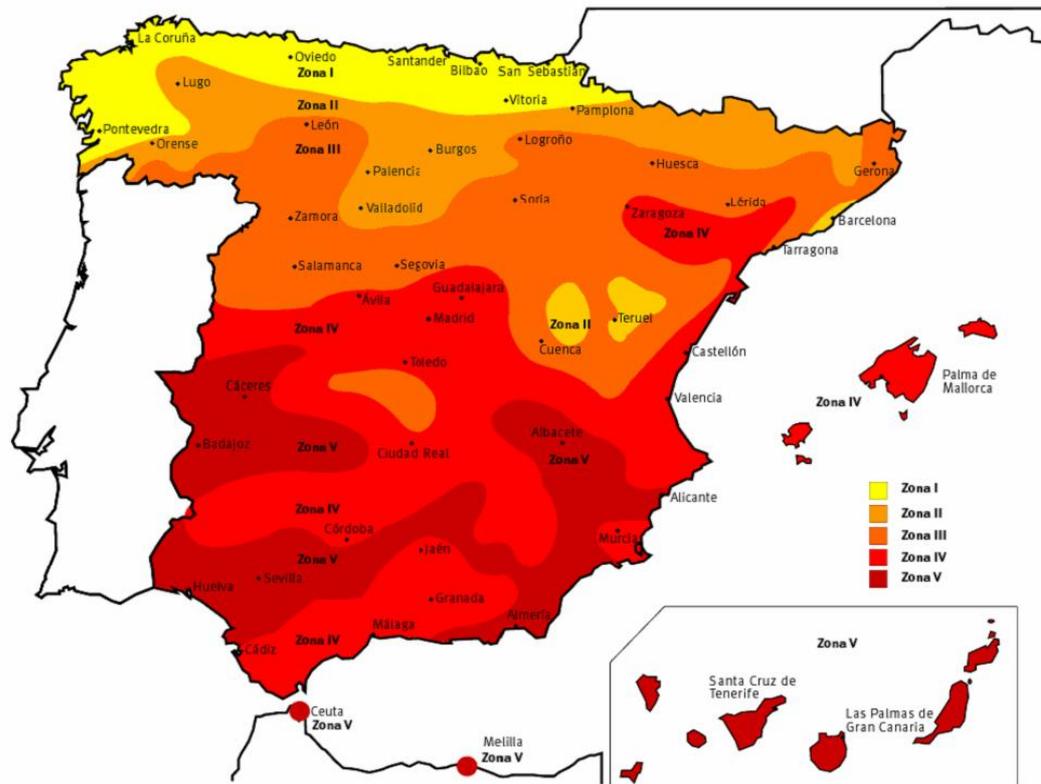
La radiación solar es una forma de energía de baja concentración, fuera de la atmósfera, la intensidad de radiación oscila entre 1.300 y 1.400 W/m<sup>2</sup>. Las pérdidas en la atmósfera por absorción, reflexión y dispersión la reducen un 30%.

Si las condiciones climatológicas son buenas podemos llegar a tener  $1000 \text{ W/m}^2$ , aunque si las condiciones son pésimas podemos tener sólo  $50 \text{ W/m}^2$ , por eso es necesario utilizar superficies de captación grandes.

La radiación solar constituye la principal fuente de energía renovable a nuestro alcance. Nuestro planeta recibe del Sol la asombrosa cantidad de energía anual de  $5,4 \times 10^{24} \text{ J}$ , una cifra que representa 4.500 veces el consumo mundial de energía. Aunque es muy abundante el aprovechamiento de la radiación solar está condicionada por tres aspectos: la intensidad de radiación solar recibida por la tierra, los ciclos diarios y anuales a los que está sometida y las condiciones climatológicas de cada emplazamiento.

En general la radiación solar hace referencia a los valores de irradiación global, es decir, la unidad de energía recibida por unidad de superficie en un tiempo determinado. Estos valores normalmente hacen referencia a la energía que proviene directamente del disco solar (radiación directa) y la energía que, difundida por la atmósfera, puede llegar al 100% de la global.

En España, la media de irradiación anual es la que se muestra en la siguiente gráfica:



**Ilustración 1: Irradiación media diaria en España**

ZONA CLIMÁTICA	I	II	III	IV	V
IRRADIACIÓN MEDIA DIARIA (kWh/m <sup>2</sup> )	< 3,8	3,8 - 4,2	4,2 - 4,6	4,6 - 5,0	> 5,0

- Fuente: INM (Instituto Nacional de Metereología). Generado a partir de isóneas de radiación global anual sobre superficie horizontal

### **12.1.1.3. Aprovechamiento de la energía solar**

Se puede decir que las diferentes formas de aprovechar la energía solar son las siguientes:

- Energía solar pasiva: Aprovecha el calor del sol sin necesidad mecanismos o sistemas mecánicos.

- Energía solar térmica: Para producir agua caliente de baja temperatura para uso doméstico sanitario y calefacción.
- Energía solar fotovoltaica: Para producir electricidad, en placas de semiconductores que se excitan con la radiación solar.
- Energía solar termoeléctrica: Para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional, a partir de un fluido calentado por el sol.
- Energía solar híbrida: Combina la energía solar con la combustión de biomasa o combustibles fósiles.
- Energía eólico solar: Funciona con el aire calentado por el sol y que sube por una chimenea

## **12.1.2. Energía solar térmica**

### **12.1.2.1. Introducción**

La energía solar térmica o termosolar, consiste en el aprovechamiento de la energía del sol para captar la energía solar en forma calorífica que puede aprovecharse para la producción de agua caliente destinada al consumo doméstico, ya sea agua caliente sanitaria, calefacción, o para producción de energía mecánica y a partir de ella, de electricidad.

Adicionalmente puede emplearse para alimentar una máquina de refrigeración por absorción, que emplea calor en lugar de electricidad para producir frío con el que se puede acondicionar el aire de los locales.

La energía solar térmica se obtiene con colectores solares o paneles solares térmicos, que convierten en calor entre un 40% y un 60% de la energía recibida. El colector solar es una superficie, que expuesta a la radiación solar, permite absorber su calor y transmitirlo a un fluido.

Está compuesto por dos tubos principales unidos entre sí por una serie de tubos paralelos de menor diámetro. Estos últimos suelen llevar unas aletas unidas o soldadas que transmiten el calor hacia el tubo, por el que circula un fluido (normalmente agua) que transporta el calor obtenido.

Toda la superficie de tubos y aletas expuesta a la radiación solar es tratada de forma que aumente su capacidad de absorción de la radiación. Para conseguir un mayor rendimiento, todo el conjunto se introduce en una caja con un cristal en la cara superior y un aislamiento en la cara inferior, que disminuyen la pérdida de energía hacia el exterior.

Existen tres técnicas diferentes en función de la temperatura que puede alcanzar la superficie captadora:

- Baja temperatura.

La temperatura del fluido está por debajo del punto de ebullición. Se realiza a través de colectores planos, cuya característica común es que no tienen poder de concentración, es decir, la relación entre la superficie externa del colector y la superficie captadora, la interior, es prácticamente la unidad. Los podemos encontrar en tejados de algunas casas, donde son utilizadas como parte del sistema calefactor.

Consta de los siguientes elementos:

- Cubierta exterior. Generalmente formada por una lámina de cristal, lo más transparente posible, aunque a veces es sustituida por algún tipo de plástico.
- Placa absorbente. Es una placa plana pintada de negro, con objeto de aumentar su poder de absorción y disminuir la reflexión. Los tubos para el fluido portador de calor pueden estar soldados a la placa o formar parte de ella.

- Aislamiento. Es el recubrimiento de material aislante térmico de todos los lados del panel, excepto en la parte acristalada, que evita pérdidas térmicas.
- Caja exterior. Es la que alberga a todos los componentes (cubierta exterior, placa absorbente, aislamiento) generalmente de aluminio, por su poco peso y resistencia a la corrosión.

Existen otros tipos de colectores planos que no responden a esta descripción, como por ejemplo, los colectores para piscinas y los colectores de vacío.

- Media y alta temperatura

La temperatura del fluido es superior a 100 y 300° C en el caso de media y alta temperatura respectivamente. Para la obtención de elevadas temperaturas es necesario recurrir a colectores especiales, ya que con los planos es imposible.

Estos colectores son los de concentración, cuya función no es más que aumentar la radiación por unidad de superficie. Hay varias formas y sistemas, pero la parte común a todos es que necesitan orientación.

Estos se componen de las siguientes partes:

- Superficie reflectora. Constituido por una lámina reflectora, cuya reflectividad debe ser superior al 95%.
- Superficie absorbente. Dependen de la forma de la superficie reflectora, pero generalmente son de forma cilíndrica o plana pintadas de negro o recubiertas con una capa de material selectivo.
- Cubierta protectora. Generalmente protegen a la superficie absorbente.

### **12.1.2.2. Producción de agua caliente para usos sanitarios**

Hay dos tipos de instalaciones: las de circuito abierto y las de circuito cerrado. En las primeras el agua de consumo pasa directamente por los colectores solares. Este sistema reduce costes y es más eficiente (energéticamente hablando) pero presenta problemas en zonas con temperaturas por debajo del punto de congelación del agua, así como en zonas con alta concentración de sales que acaban obstruyendo los paneles.

Por su parte, las instalaciones con circuito cerrado (también conocidos como con circuito primario) consisten en un circuito cerrado de tuberías (circuito primario) por el que se hace circular agua (con o sin anticongelante) que al pasar por los colectores solares se calienta en mayor o menor medida. El agua caliente procedente de los colectores es reconducida a un depósito acumulador, cediendo su calor al circuito de agua de consumo doméstico (circuito secundario), por medio de un intercambiador o bien "envolviendo" el depósito con el agua a calentar. Una vez que ha cedido su calor, el agua fría es conducida de nuevo hacia los colectores.

Especialmente populares son los equipos domésticos compactos, compuestos típicamente por un depósito de unos 300 litros de capacidad y dos colectores de unos 2 metros cuadrados cada uno. Estos equipos, disponibles tanto con circuito abierto como cerrado, pueden suministrar el 90% de las necesidades de agua caliente anual para una familia de 4 personas, dependiendo de la radiación y el uso. Estos sistemas evitan la emisión de hasta 4'5 toneladas de emisiones de gases nocivos para la atmósfera. El tiempo aproximado de retorno energético (tiempo necesario para ahorrar la energía empleada en fabricar el aparato) es de un año y medio aproximadamente; La vida útil de algunos equipos puede superar los 25 años con un mantenimiento mínimo, dependiendo de factores como la calidad del agua.

Es habitual encontrarse con instalaciones en las que el acumulador contiene una resistencia eléctrica de apoyo, que actúa en caso de que el sistema no sea capaz de alcanzar la temperatura de uso (normalmente 40°C). En algunos países se comercializan equipos que utilizan el gas como apoyo.

Las características constructivas de los colectores responden a la minimización de las pérdidas de energía una vez calentado el fluido que transcurre por los tubos, por lo que se encuentran aislamientos a la conducción (vacío u otros) y a la radiación de baja temperatura.

Además de su uso como agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración (mediante máquina de absorción), el uso de placas solares térmicas (generalmente de materiales baratos como el polipropileno) ha proliferado para el calentamiento de piscinas exteriores residenciales, en países donde la legislación impide el uso de energías de otro tipo para este fin.

En muchos países hay subvenciones para el uso doméstico de energía solar, en cuyos casos una instalación doméstica puede amortizarse en unos 5 o 6 años. A partir del 1 de enero de 2.006 ha entrado en vigor en España la obligatoriedad de implantar sistemas de agua caliente sanitaria con energía solar en todas las nuevas edificaciones, con el objetivo de cumplir con el protocolo de Kioto.

#### **12.1.2.2.1. Sistema de producción de ACS mediante un sistema a baja temperatura**

Nos referimos a aplicaciones de la energía solar a baja temperatura cuando la energía térmica que se obtiene se utiliza para temperaturas inferiores a 80 °C.

Se pretende de esta forma obtener a partir del sol una energía que podemos utilizar en aplicaciones térmicas: calentar agua sanitaria, usos industriales, calefacción de espacios, calentamiento de piscinas, secaderos, etc.

El principio de funcionamiento de este sistema no es más que el de la exposición de una placa metálica (placa absorbente) al sol que por efecto de la radiación solar se calienta y, al ser negra la energía radiante del sol es absorbida en mayor medida. Cuando se calienta la placa negra ésta aumenta su temperatura con lo cual empieza a perder calor por los distintos mecanismos: por conducción a través de los soportes que lo sujetan, por convección a través del aire que le rodea y por radiación.

Gracias a la cubierta exterior, que no es más que un cristal colocado entre la placa absorbente y el sol, se produce el efecto invernadero. Efecto debido a la transparencia del cristal a la radiación solar y a la opacidad del mismo a la radiación infrarroja, de manera no deja pasar la radiación de mayor longitud de onda que emite la placa al calentarse.

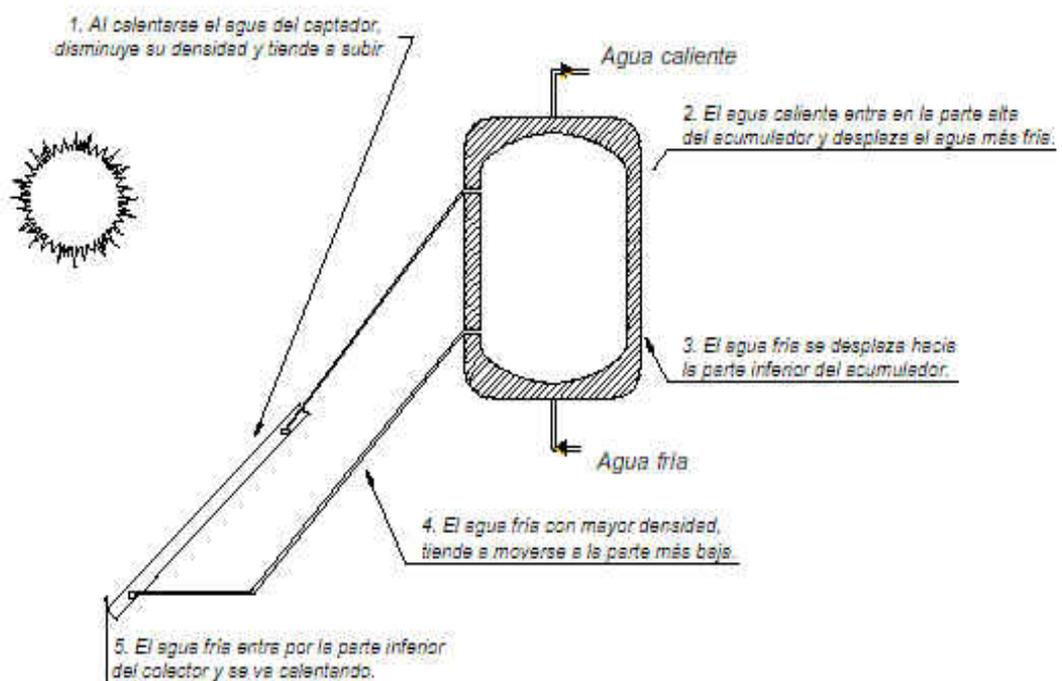
Como consecuencia, se produce una “trampa energética de radiaciones” que impide que la energía radiante que ha atravesado el vidrio vuelva a salir; esta trampa constituye el denominado efecto invernadero. El vidrio también evita el contacto directo de la placa con el aire ambiente con lo que, además, se evitarán las pérdidas por convección.

La función del aislante es la de completar el conjunto de la placa absorbente con el vidrio, aislándolo por la parte posterior y por los laterales y así se consigue que la placa pierda menos calor y, por tanto, se aumente su temperatura. Si a la placa se adhiere un serpentín o un circuito de tubos por la que se pueda circular un fluido se habrá conseguido que el fluido aumente su temperatura al circular por la placa con lo que se estará evacuando la energía térmica de la placa. El fluido caliente se podrá conducir a través de un circuito hidráulico hasta donde se quiera. Si todo el conjunto anterior se encierra en una caja (caja exterior) para sujetar todos los componentes y evitar que se deterioren por los agentes exteriores se habrá realizado el denominado *captador solar plano*.

El funcionamiento básico de una instalación solar es el siguiente:

- Captación de la energía radiante para transformarla directamente en energía térmica, con el aumento de temperatura de un fluido de trabajo.
- Almacenamiento de dicha energía térmica, bien en el mismo fluido de trabajo de los colectores, o bien transferida al agua de consumo para su posterior utilización.

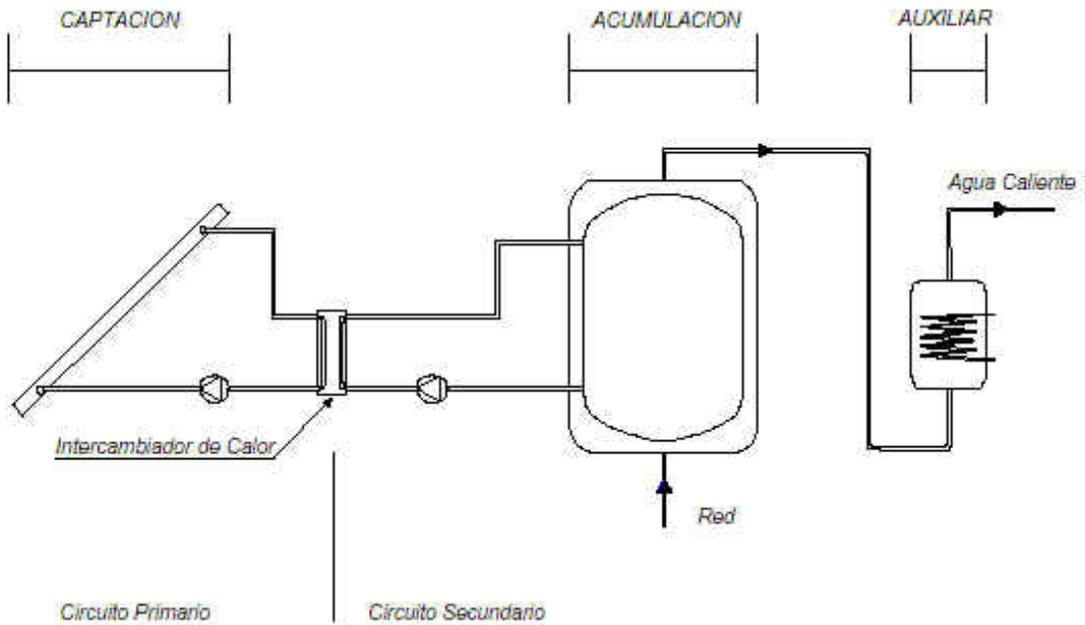
En la siguiente figura se puede observar el fundamento básico del funcionamiento de este tipo de sistemas.



**Ilustración 2: Fundamentos básicos del funcionamiento de sistemas solares térmicos**

Estas funciones se pueden complementar con la producción de energía térmica mediante un sistema convencional.

En cualquier instalación solar térmica se denomina circuito primario al circuito hidráulico formado por los colectores y las tuberías que los unen al acumulador, y es el encargado de recoger la energía térmica del colector y transferirla al acumulador solar directamente o a través de un intercambiador de calor. Por el circuito secundario siempre circula agua de consumo.



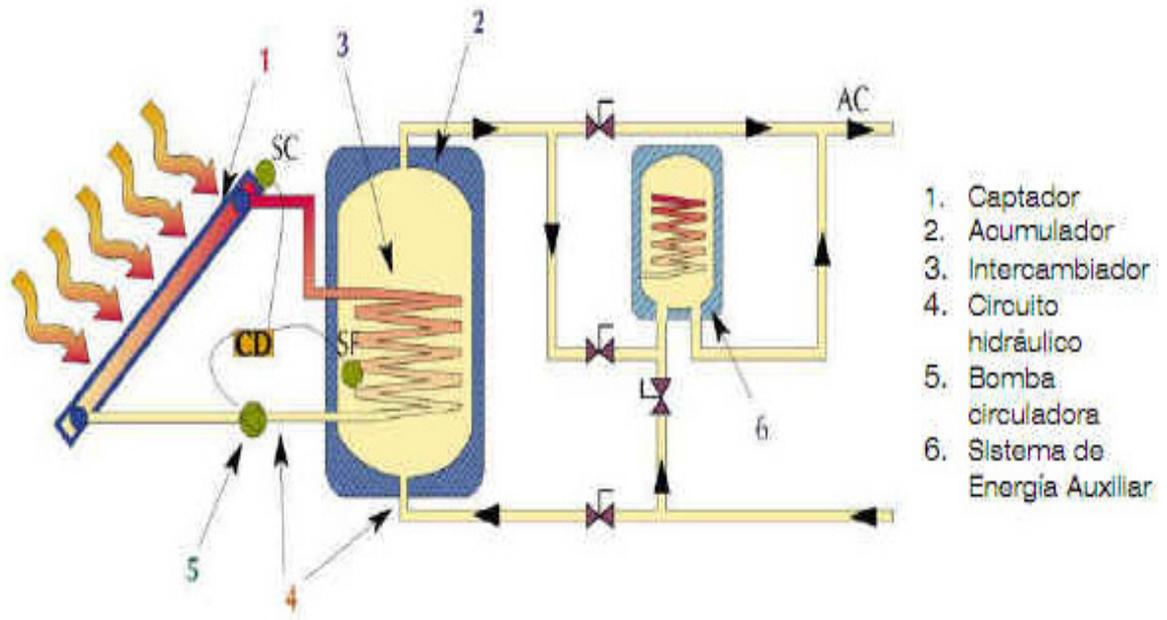
**Ilustración 3: Circuitos de una instalación solar térmica**

La transferencia de energía solar al agua del acumulador se realiza por la circulación del fluido contenido en el circuito primario. Este se calienta a su paso por los colectores y se enfría cuando pasa a través del sistema de intercambio, al transmitir el calor al agua del consumo. El agua caliente del sistema de acumulación queda almacenada y dispuesta para ser consumida.

En caso de que sea necesario, cuando la temperatura del agua caliente solar es inferior a la del consumo, sobre unos 45°, el sistema de energía auxiliar se encarga de realizar el calentamiento adicional hasta alcanzar la temperatura deseada.

En general, un equipo solar doméstico, al igual que una instalación solar, puede estar constituido por:

- Un sistema de captación formado por uno o varios captadores que transforman la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que aquellos contienen.
- Un sistema de acumulación constituido por un depósito que almacena el agua caliente hasta que se precise su uso.
- 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 el movimiento del 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 solar térmica posible. Por otro lado, pueden incorporar distintos elementos de protección de la instalación.
- Adicionalmente los equipos suelen disponer de 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



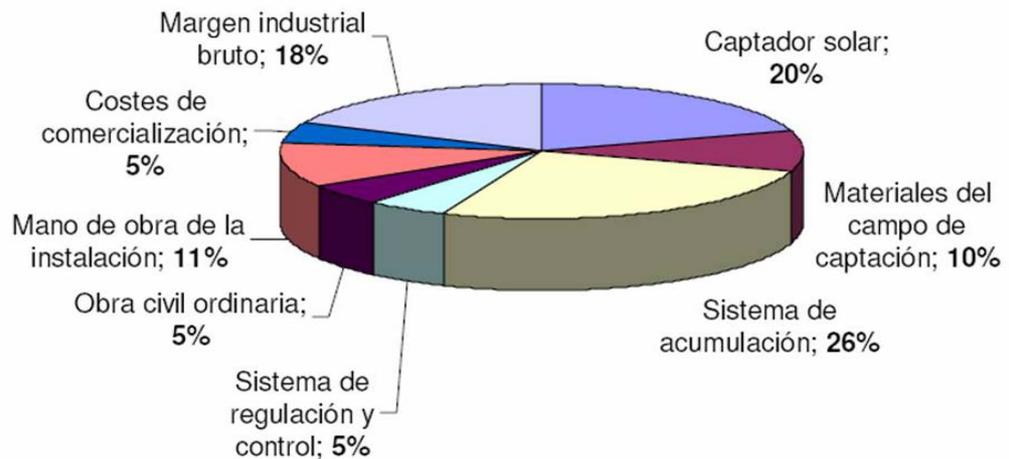
**Ilustración 4: Componentes de una instalación solar térmica**

Es frecuente el uso de anticongelantes en invierno para evitar problemas en los circuitos como consecuencia de la bajada de temperaturas.

### **12.1.2.3. 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, la tecnología utilizada (captadores planos convencionales o de alto rendimiento), las condiciones del mercado, etc.

Durante los últimos años las instalaciones de energía solar térmica no han experimentado una alteración sustancial de costes ni es previsible que ello ocurra en los próximos años. Las instalaciones se componen de los materiales comunes a otras instalaciones afines y las rebajas de precio pueden 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.



**Ilustración 5: Partidas que componen la inversión de una instalación solar térmica**

#### **12.1.2.4. Aspectos medioambientales**

La energía solar térmica a baja temperatura es una de las tecnologías más respetuosas con el medio ambiente.

Un elemento específico favorable de la energía solar térmica es que su aplicación suele tener lugar en el entorno urbano, en el cual las emisiones contaminantes de los combustibles fósiles tienen una mayor incidencia sobre la actividad humana, consiguiéndose disminuir sensiblemente las emisiones gaseosas originadas por los sistemas convencionales de generación de agua caliente.

Contribuye eficazmente a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

La energía se genera en los puntos de consumo por lo que no requiere transporte ni creación de infraestructuras.

En el medio biótico no existen efectos significativos sobre flora – fauna, aunque sí se ha de prestar especial atención a aquellas instalaciones que ocupen una gran extensión de terreno.

El principal impacto sobre el medio físico es el del visual sobre el paisaje, por lo que se debe tener especial cuidado en la integración respetuosa con el entorno de los sistemas solares térmicos, así como en su adaptación a los edificios. En este sentido, en los últimos años, se ha avanzado mucho en cuanto al trabajo y aceptación de diseñadores de las instalaciones y arquitectos. Existen numerosos ejemplos demostrativos de las numerosas posibilidades de integración de los equipos sobre todo si la instalación se considera desde la concepción del proyecto en el que va a ir ubicada.

Además existe una amplia variedad de productos que permiten adaptarse mejor en el entorno y colectores que pueden instalarse en horizontal o vertical que pueden prácticamente eliminar el impacto de la instalación pasando a ser elementos constructivos.

Adicionalmente, la aplicación de energía solar térmica en determinados sectores como el industrial es un aspecto de interés fuera del campo estrictamente energético, ya que proporciona una imagen de respeto con el medio ambiente.

### 12.1.3. Energía solar fotovoltaica

#### 12.1.3.1. Introducción

La generación fotovoltaica consiste en la transformación directa de energía solar en electricidad, tal y como se muestra en la siguiente figura:



**Ilustración 6: Generación fotovoltaica**

La radiación solar se transforma directamente en electricidad, mediante células fotovoltaicas, aprovechando las propiedades de los materiales semiconductores. El material base para la fabricación de las células fotovoltaicas es el silicio, que se obtiene a partir de la arena.

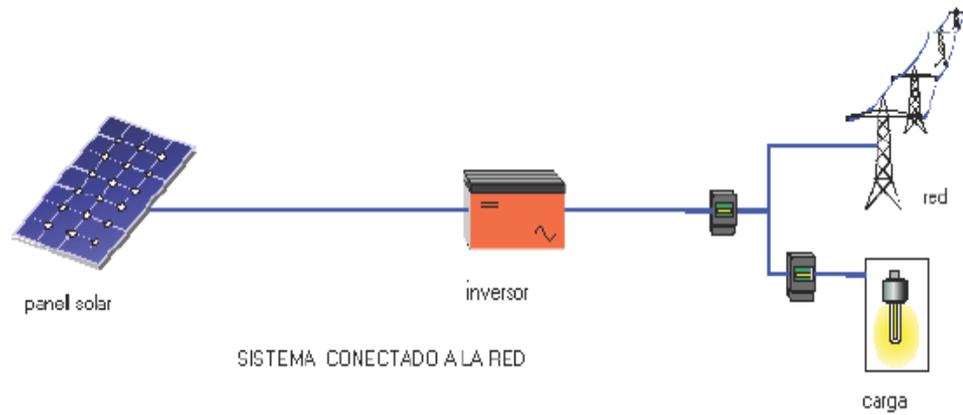
Para su caracterización, los módulos se miden en unas condiciones determinadas: 1 kW/m<sup>2</sup> de iluminación solar y 25°C de temperatura de las células fotovoltaicas. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico).

Asimismo, la energía producida se mide en kWh, siendo 1 kWh la energía que produciría 1 kWp en condiciones de máxima potencia durante 1 hora.

#### **12.1.3.2. Aplicaciones**

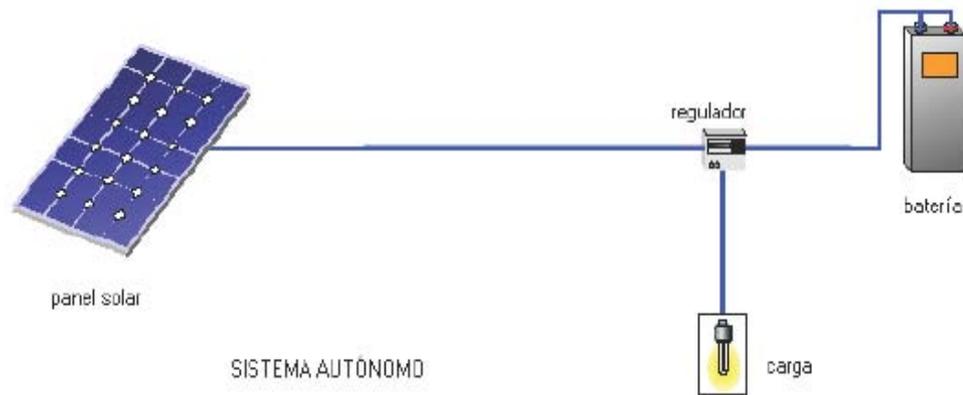
Básicamente, se distinguen dos tipos de aplicaciones de la energía solar fotovoltaica:

- *Conectadas a red.* Al instalar un sistema fotovoltaico conectado a la red, se dispone de una minicentral eléctrica que inyecta kWh verdes a la red para que se consuman allí donde sean demandados, lo que elimina las pérdidas en el transporte de la electricidad. El tamaño de la instalación no depende del consumo de electricidad de la vivienda o edificio, lo que simplifica enormemente su diseño. Para dimensionar la instalación es necesario conocer la inversión inicial, el espacio disponible y la rentabilidad que se quiere obtener.

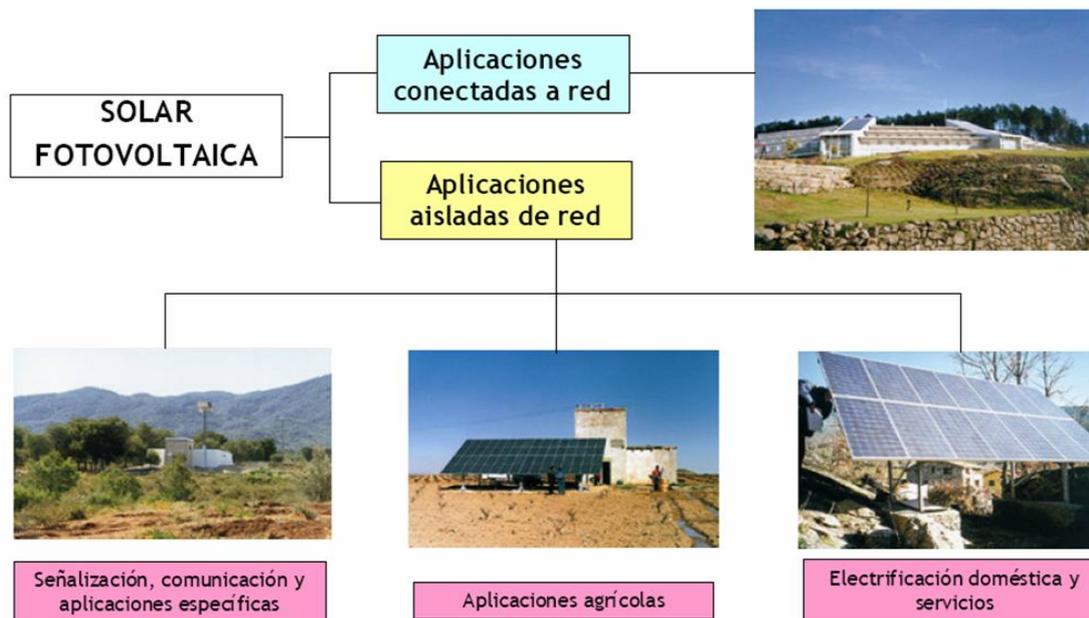


**Ilustración 7: Sistema conectado a la red**

- *Aisladas.* Fundamentalmente se instalan en lugares apartados dónde el acceso a la red distribuidora de energía carece de accesibilidad. La principal diferencia con respecto a las instalaciones conectadas a red es el hecho de precisar baterías de almacenamiento de energía que aumentan los costes y que además añaden el riesgo de contaminación (ausente en las instalaciones conectadas a red).



**Ilustración 8: Sistema aislado**



**Ilustración 9: Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica**

### **12.1.3.3. Aspectos técnicos**

#### **12.1.3.3.1. Componentes**

Los principales componentes de una instalación solar fotovoltaica son los siguientes:

- *Generador fotovoltaico:* conjunto de paneles fotovoltaicos compuestos por células fotovoltaicas cuya función es la de transformar la radiación solar en electricidad con una eficacia máxima del 25% dependiendo del tipo de panel, de la orientación del mismo, etc.



**Ilustración 10: Generadores fotovoltaicos**

- *Estructura soporte y elementos mecánicos.*
- *Inversor.* Transforma la electricidad (corriente continua) producida por un generador solar fotovoltaico en electricidad con las mismas características que la de la red convencional (corriente alterna a 220 voltios y frecuencia de 50 Hz).



**Ilustración 11: Inversores**

- *Contador.* Normalmente se ponen dos contadores ubicados entre el inversor y la red, uno para cuantificar la energía que se genera e inyecta a la red y otro para cuantificar el pequeño consumo del inversor fotovoltaico en ausencia de radiación solar.



**Ilustración 12: Contadores**

- *Protecciones.* Aseguran la calidad de la energía vertida a la red actuando contra sobretensiones, sobrecorrientes y funcionamiento en modo isla. En determinadas ocasiones, estas protecciones se integran directamente en el inversor.
- *Cableado.*
- *Sistema de monitorización.* Permite evaluar en tiempo real la producción de la central, la posición de interruptores, la radiación solar, temperatura ambiente y de paneles, etc.

#### **12.1.3.3.2. Celdas solares**

Las células o celdas solares son dispositivos que convierten energía solar en electricidad, ya sea directamente vía el efecto fotovoltaico, o indirectamente mediante la previa conversión de energía solar a calor o a energía química.

La forma más común de las celdas solares se basa en el efecto fotovoltaico, en el cual la luz que incide sobre un dispositivo semiconductor de dos capas produce una diferencia del fotovoltaje o del potencial entre las capas. Este voltaje es capaz de conducir una corriente a través de un circuito externo de modo de producir trabajo útil.



**Ilustración 13: Células fotovoltaicas**

- **Fabricación**

Generalmente se elaboran de silicio, el elemento que es el principal componente de la sílice, el material de la arena.

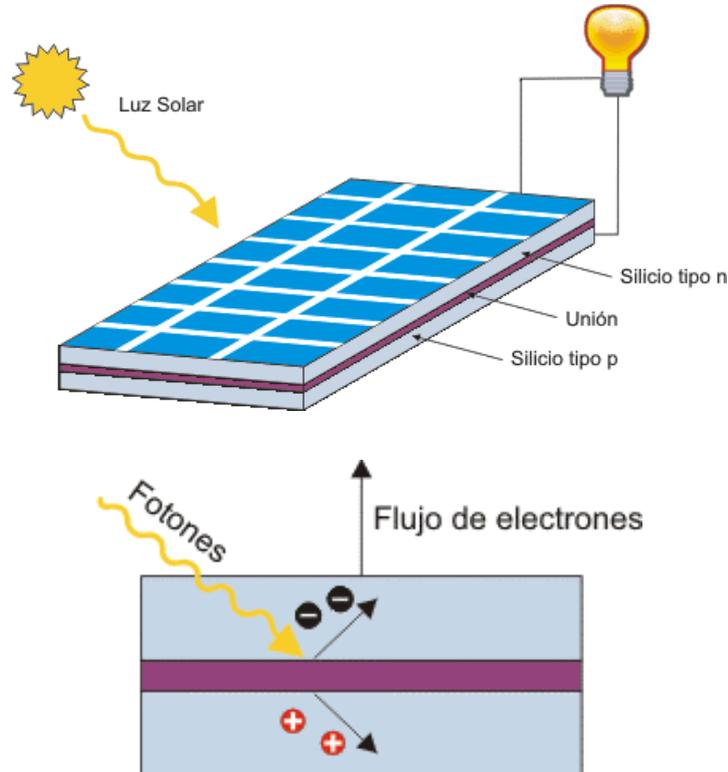
Aunque el material con el que están fabricadas (silicio) es muy abundante en la Tierra, su procesamiento es laborioso y complicado: se requieren procesos especiales para elaborar los lingotes de silicio, de los cuales se cortarán posteriormente las obleas (células), motivo por el cual resulta todavía un producto de costo elevado.

El silicio reciclado a partir de la industria electrónica también sirve como materia prima para producir el silicio de grado solar.

El rendimiento en la conversión de electricidad con celdas de silicio no supera el 25%, por eso en la actualidad se están preparando otros materiales de mayor rendimiento.

- **Funcionamiento**

Para entender la operación de una célula fotovoltaica, se necesita considerar la naturaleza del material y de la luz del sol. Las celdas solares están formadas por dos tipos de material, generalmente silicio tipo p y silicio tipo n. La luz de ciertas longitudes de onda puede ionizar los átomos en el silicio y el campo interno producido por la unión que separa algunas de las cargas positivas ("agujeros") de las cargas negativas (electrones) dentro del dispositivo fotovoltaico. Los agujeros se mueven hacia la capa positiva o capa de tipo p y los electrones hacia la negativa o capa tipo n. Aunque estas cargas opuestas se atraen mutuamente, la mayoría de ellas solamente se pueden recombinar pasando a través de un circuito externo fuera del material debido a la barrera de energía potencial interno. Por lo tanto si se hace un circuito se puede producir una corriente a partir de las celdas iluminadas, puesto que los electrones libres tienen que pasar a través del circuito para recombinarse con los agujeros positivos.



**Ilustración 14: Efecto fotovoltaico en una célula solar**

La cantidad de energía que entrega un dispositivo fotovoltaico esta determinado por:

- El tipo y el área del material
- La intensidad de la luz del sol
- La longitud de onda de la luz del sol

- **Paneles fotovoltaicos**

Puesto que una sola célula fotovoltaica tiene un voltaje de trabajo cercano a 0.5 V, estas generalmente se conectan juntas en serie (positivo con negativo) para proporcionar voltajes más grandes. Los paneles se fabrican en una amplia gama de los tamaños para diversos propósitos.

- **Módulos y Conjuntos**

Si una aplicación requiere más energía de la que puede ser proporcionado por un solo panel, pueden ser hechos sistemas más grandes combinando juntos un número de paneles..

Los paneles en los conjuntos funcionan generalmente en serie/paralelo, para limitar el voltaje de la salida entre 12 y 50 voltios, pero con un amperaje más alto (corriente). Esto es por seguridad y para reducir al mínimo las pérdidas de energía.

Los conjuntos de paneles se están utilizando cada vez más en la construcción de edificios en donde cumplen dos funciones, proporcionar una pared o un techo y abastecer de energía eléctrica al edificio. Eventualmente cuando bajen los precios de celdas solares, la construcción de edificios con celdas solares integradas puede convertirse en una fuente de la energía eléctrica importante.

### **12.1.3.3.3. Especificaciones técnicas**

Las especificaciones técnicas de la conexión de los paneles solares a la red eléctrica vienen detalladas en el Real Decreto 1663/2000.

Si el sistema fotovoltaico está instalado tal como requieren las normativas vigentes en cuanto a conexión a red, es decir, en paralelo al contador de consumo eléctrico del edificio, toda la electricidad producida por el sistema fotovoltaico se vende a la red, mientras que se sigue consumiendo electricidad de la red con normalidad, como antes.

Hay que tener en cuenta que los sistemas fotovoltaicos conectados a la red no requieren ningún sistema de acumulación de energía (baterías), a diferencia de los sistemas aislados, con lo cual son más baratos y fiables, y puesto que toda la energía producida se inyecta en la red se evita que se pierda la energía generada cuando los acumuladores estén completamente llenos y, principalmente, nos ahorramos su mantenimiento, además de evitar los problemas derivados del uso de baterías (conservación, descargas limitadas, eliminación posterior, etc.).

Con un sistema conectado a red, el usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico que recibe, manteniendo las mismas ventajas (seguridad de suministro) e inconvenientes (riesgo de eventuales cortes de luz), pero sabiendo que cada kWh que produzca el generador fotovoltaico es uno menos que generarán las centrales contaminantes.

La electricidad generada por el sistema fotovoltaico depende de:

- Fundamentalmente del tipo y cantidad de módulos instalados
- La orientación e inclinación de los paneles
- La radiación solar que les llegue
- El rendimiento de la instalación

La potencia nominal (en vatios pico o kilovatios pico) de los módulos indica la energía que producirían al mediodía de un día soleado, más o menos. En esas condiciones, un módulo de 40 Wp de potencia nominal produciría 40 Wh (vatios-hora) de energía si durante una hora recibe esa radiación máxima; el resto del día, en que la radiación es menor, la potencia real (y por tanto la energía producida) será menor.

Hay que tener en cuenta que la generación de electricidad solar se produce durante el día, coincidiendo con las horas punta de consumo en muchos edificios. Esta producción se realiza en el propio lugar de consumo disminuyendo las pérdidas en concepto de transporte y distribución de energía.

Toda la energía producida se vierte a la red eléctrica independientemente del consumo que se tenga, ya que este consumo se realiza a través de la conexión convencional que se tuviera antes de la instalación de los paneles. De esta manera es más favorable desde el punto de vista económico y medioambiental.

Un caso distinto son los sistemas aislados, donde la autosuficiencia es una necesidad. Se considera que para producir el equivalente al consumo de energía doméstico de una familia se suele requerir una potencia fotovoltaica instalada de entre menos de 1 kWp y 3 ó 4 kWp, en función del uso de la energía que se haga (hábitos de consumo más o menos despilfarradores) y de la eficiencia energética de los aparatos eléctricos utilizados: iluminación, electrodomésticos, etc.

#### **12.1.3.3.4. Ubicación y orientación de los módulos fotovoltaicos**

Los módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados y patios; pero también en las fachadas: en las ventanas, en los balcones, en las paredes y en las cornisas.

Un aspecto fundamental en la localización de los módulos es asegurar que no existen obstáculos que les puedan dar sombra, al menos durante las horas centrales del día (vegetación, nieve, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.).

En nuestras latitudes, la orientación óptima de los módulos fotovoltaicos es hacia el Sur. Sin embargo lo que se deja de generar por estar orientados hacia el Sureste o Suroeste representa sólo un 0,08 % por cada grado de desviación respecto al Sur (cuando se parten de desviaciones  $\pm 25^\circ$  respecto al Sur). Del mismo modo, la inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos depende de la latitud del lugar donde se van a instalar (empleando una inclinación comprendida entre  $5^\circ$  y  $10^\circ$  menos que la latitud; por ejemplo, resultarían unos  $35^\circ$  en el centro de la Península y entre  $25 - 30^\circ$  en el sur) y de la época del año en la que se quiere maximizar la producción (lo normal es colocarlos para que capten el máximo de irradiación anual); aunque 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).

En cualquier caso, es recomendable una inclinación superior a los  $15^\circ$ , para permitir que el agua de la lluvia se escurra; y donde nieva con cierta frecuencia, es recomendable una inclinación superior a  $45^\circ$ , para favorecer el deslizamiento de la nieve. 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  $5^\circ$  y  $10^\circ$  menos que la latitud.

#### **12.1.3.3.5. Superficie necesaria para la instalación**

La superficie que ocupa este tipo de instalación depende de la potencia que se quiera instalar y del tipo de módulos que se utilice, pero en general se considera que se debe contar con que cada kWp de módulos ocupa una superficie comprendida entre 7 y 11 m<sup>2</sup>. Por tanto, es fácil encontrar superficie disponible en la mayoría de los edificios.

#### **12.1.3.3.6. Peso de los paneles fotovoltaicos**

El peso de los módulos puede variar en función del tipo que se utiliza, pero en general se deben considerar unos 15 kg/m<sup>2</sup>; en su caso, la estructura de soporte de los módulos podría pesar otros 10 kg/m<sup>2</sup>.

#### **12.1.3.3.7. Tiempo de funcionamiento**

Los módulos fotovoltaicos generan electricidad durante todo el año, mientras llegue radiación solar. Normalmente en verano es cuando más electricidad generan, debido a la mayor duración del tiempo soleado, aunque la inclinación de los módulos también es importante.

En los días nublados también se genera electricidad, aunque el rendimiento energético se reduce proporcionalmente a la reducción de la intensidad de la radiación. Incluso existen células fotovoltaicas diseñadas para funcionar en el interior de edificios (como las que incorporan algunas calculadoras y distintos aparatos), optimizadas para intensidades más bajas.

Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad a partir de la intensidad de la radiación solar, no del calor. Por lo tanto, el frío no representa ningún problema para el aprovechamiento fotovoltaico. De hecho, como la mayoría de los dispositivos electrónicos, los generadores fotovoltaicos funcionan más eficientemente a más bajas temperaturas (dentro de unos límites).

#### **12.1.3.4. Mantenimiento**

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red es mínimo, y de carácter preventivo; no tiene partes móviles sometidas a desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricación. Entre otras cuestiones, se considera recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones, para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente. Dos aspectos a tener en cuenta son, por un lado, asegurar que ningún obstáculo haga sombra sobre los módulos y, por el otro, mantener limpios los módulos fotovoltaicos, concretamente las caras expuestas al sol. Normalmente la lluvia ya se encarga de hacerlo, pero es importante asegurarlo.

Las "pérdidas" (lo que se deja de generar) producidas por la suciedad pueden llegar a ser de un 5 %, y se pueden evitar con una limpieza con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) después de muchos días sin llover, después de una lluvia de fango o de una nevada (es recomendable a la hora de limpiar los paneles, sobre todo en verano, que se haga fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel).

Es difícil pensar en una fuente de energía con un mantenimiento tan sencillo. Hay un aspecto sobre el que conviene alertar: la proximidad de chimeneas y, por tanto, la posible deposición de hollín sobre los paneles, que naturalmente disminuye el rendimiento.

La experiencia demuestra que los sistemas fotovoltaicos conectados a la red tienen muy pocas posibilidades de avería, especialmente si la instalación se ha realizado correctamente y si se efectúa un mantenimiento preventivo. Básicamente, las posibles reparaciones que puedan ser necesarias son las mismas que cualquier aparato o sistema eléctrico, y que están al alcance de cualquier electricista autorizado.

En muchos casos se pueden prevenir las averías, mediante la instalación de elementos de protección como los interruptores magnetotérmicos.

#### **12.1.3.5. Seguridad**

En los sistemas fotovoltaicos conectados a la red resulta de aplicación el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Como en cualquier otro tipo de instalación eléctrica de baja tensión, existe la posibilidad de descarga eléctrica y/o cortocircuito. Aunque el riesgo es muy bajo, para evitarlo existen los dispositivos de protección que se montan en las instalaciones normales: magnetotérmicos, diferenciales, derivaciones a tierras, aislantes, etc.

Los tejados fotovoltaicos no deben suponer un riesgo añadido, ni para las personas ocupantes del edificio, ni para la red eléctrica, ni para los equipos. Para prevenir riesgos, hay que tener en cuenta algunas medidas a adoptar, entre las que conviene destacar la importancia de la conexión a tierra de todos los elementos metálicos, como medida importante para la seguridad de las personas y porque muchas de las instalaciones existentes en la actualidad descuidan este aspecto. Asimismo, es importante proteger los equipos con las medidas adecuadas.

Por otro lado, los generadores fotovoltaicos conectados a la red no conllevan la exigencia de instalar pararrayos, aunque como en cualquier otra instalación eléctrica ésta puede dañarse por la acción de los rayos. En este sentido, la instalación de conductores a tierra en los elementos externos puede contribuir a paliar el efecto electrostático de los rayos.

### **12.1.3.6. Vida útil de las instalaciones**

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.

### **12.1.3.7. Cambio de las condiciones iniciales de la instalación**

Desde el punto de vista técnico, la sencillez de diseño y el carácter modular de las instalaciones fotovoltaicas son buenos indicadores de versatilidad.

Es posible aumentar la potencia de un sistema doméstico acoplando más paneles y adaptando a la nueva potencia el cableado y el inversor, aunque todo ello implica cambios en la instalación que requieren la revisión del contrato con la compañía distribuidora de electricidad.

Será posible además cambiar los módulos de edificio, ya que es fácil de transportar y de reinstalar. Ahora bien, para vender electricidad será preciso suscribir un nuevo contrato y reiniciar el proceso de conexión a red.

### **12.1.3.8. Aspectos económicos**

La primera pregunta al pensar en invertir en instalaciones de energía solar es ¿por qué no instalar un sistema autónomo e independizarse de la red?

La autosuficiencia de los sistemas fotovoltaicos aislados da autonomía y libertad respecto a las compañías eléctricas, y evita los cortes de corriente de la red. Los sistemas autónomos representan la opción más ecológica y más barata en los lugares alejados de las redes eléctricas.

Sin embargo, en lugares donde ya llega la red eléctrica, la opción más *sencilla, barata y ecológica* en cuanto a la utilización de energía solar es conectar los paneles solares fotovoltaicos a dicha red. La instalación es más sencilla, sólo requiere instalar los módulos, el cableado, el inversor y los contadores, aparte de todo el proceso administrativo asociado.

Conectada la instalación a la red eléctrica:

- No se necesitan baterías, que son componentes tóxicos y uno de los elementos más delicados de los sistemas aislados.
- La instalación es modular, independiente de la electricidad que se prevé consumir.
- No hay riesgo de quedarse sin corriente eléctrica por agotamiento o avería de las baterías.
- Exista, o no, la instalación solar, la electricidad necesaria para el consumo se toma de la red.
- Los módulos generan electricidad que se vende a la red.
- No existe la limitación del consumo, pero se producen claros incentivos para la reducción del mismo, al tomar más conciencia de la diferencia entre lo que se consume y lo que se produce.

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.).

Al hacer una inversión económica que beneficia a la sociedad (reduce las emisiones de gases de efecto invernadero, se minimizan los problemas de residuos radioactivos y accidentes nucleares), el gobierno, que es el encargado de velar por la sociedad en su conjunto, debe devolvernos la parte proporcional de ese beneficio.

Al considerar todo lo que se conoce como externalidades (costes reales no incluidos en los precios), la política económica debe compensar en forma de ayudas, exenciones de impuestos, etc., y aunque ese apartado es siempre impreciso y más lento de lo deseable, también es imparables porque así lo ha asumido toda la comunidad internacional. Mientras se internalizan todas estas externalidades y para hacernos una idea, 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.

En la actualidad no es necesario darse de alta de autónomo, por lo que no es necesario hacer el pago a la seguridad social por la actividad generada a través de la instalación solar fotovoltaica. En esta misma línea, darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas (IAE) no supone ningún coste adicional y además se deja mayor constancia de la actividad. Ha de tenerse claro que darse de alta en este impuesto no significa que se deba pagar.

Si el titular de la instalación es la persona física no se pagará el IAE, pero esta situación cambia cuando el titular es una empresa; en este caso, la empresa estará exenta del pago de este impuesto los 2 primeros años, empezando a pagar a partir de ese momento siempre que su facturación supere el millón de euros.

Dado que se genera una electricidad limpia que se vierte a la red, hay que emitir una factura a la compañía eléctrica correspondiente, por lo que es necesario hacer la Declaración Trimestral de IVA ante Hacienda con un balance de este impuesto realizando los pagos cuando sea necesario.

Todas las facturas se dividen en dos partes: una la base imponible, que es el precio antes de impuestos y los impuestos propiamente dichos, que son un porcentaje que se aplica a la base imponible.

El impuesto que hay que cargar en estas facturas es el IVA y es un 16 % (en Canarias existe un régimen especial aplicándose el IGIC, que es del 2 %).

El IVA no se considera un rendimiento económico de la instalación y, al emitir o recibir facturas, hay que considerarlo como un dinero que se recauda para Hacienda. Después del primer año se puede solicitar la devolución del IVA que aún no se haya compensado.

Según R.D. 809/2006, el valor de la tarifa media regulada a partir del 1 de julio de 2.006 es 7,7644 c€/kWh. Y de acuerdo con el R.D. 436/2004, para las instalaciones fotovoltaicas de no más de 100 kW de potencia instalada, la tarifa de venta de energía será de 575% (durante los primeros 25 años) y para instalaciones de más de 100 kW, será de 300% (durante los primeros 25 años). Por tanto, el precio del kWh es de:

- 44,6 c€/kWh para instalaciones menores o iguales a 100 kW
- 23,3 c€/kWh para instalaciones mayores de 100 kW

#### **12.1.3.9. Ventajas de las instalaciones de energía solar fotovoltaica**

Una instalación de tecnología fotovoltaica se caracteriza por su simplicidad, silencio, larga duración, requerir muy poco mantenimiento y una elevada fiabilidad. La recuperación del consumo energético realizado en la fabricación de los paneles se rentabiliza en 2-3 años de funcionamiento y no produce daños al medio ambiente.

A diferencia de los combustibles fósiles y la energía nuclear, la energía fotovoltaica no contamina. No obstante, ninguna fuente de energía es absolutamente inocua.

En el caso de la fotovoltaica, aunque su uso no origina ningún impacto, la fabricación de las células requiere el uso de elementos tóxicos, por lo que los fabricantes deben reducir el consumo de esos compuestos, reutilizarlos y reciclarlos siempre que sea posible, y evitar el vertido incontrolado de sus residuos.

A pesar de esto, considerando el ciclo de vida completo de la tecnología solar fotovoltaica (desde la extracción de la materia prima hasta el final de su vida útil), el impacto sobre la naturaleza es incomparablemente menor que las tecnologías basadas en combustibles fósiles o nucleares.

Por otro lado, la tecnología fotovoltaica tiene el valor añadido de generar puestos de trabajo y emplear recursos autóctonos, disminuyendo la dependencia energética del exterior, y de utilizar una fuente de energía inagotable: el Sol.

Una instalación solar fotovoltaica puede situarse casi en cualquier lugar y en instalaciones de diferente tamaño. Se trata de una tecnología renovable de generación de electricidad fácilmente instalable y cuya producción puede distribuirse directamente en los puntos de consumo de pueblos y ciudades, donde y cuando se consume la mayoría de la electricidad del país.

De esta forma, cualquier edificio puede convertirse en una pequeña central generadora de electricidad. La generación descentralizada de energía tiene además otros efectos beneficiosos. El más importante es que acerca al ciudadano al uso racional de la energía, despertando hábitos de consumo más respetuosos con el medio ambiente. El usuario de energía solar se convierte en productor de energía, lo que le ayuda a tomar conciencia energética.

## **12.2. Energía Eólica**

### **12.2.1. El viento**

#### **12.2.1.1. Definición**

Todas las fuentes de energía renovables (excepto la mareomotriz y la geotérmica), e incluso la energía de los combustibles fósiles, provienen, en último término, del sol. El sol irradia 174.423.000.000.000 Kwh. de energía hacia la Tierra. En otras palabras, la Tierra recibe  $1,74 \times 10^{17}$  W de potencia.

Alrededor de un 1 a un 2 por ciento de la energía proveniente del sol es convertida en energía eólica. Esto supone una energía alrededor de 50 a 100 veces superior a la convertida en biomasa por todas las plantas de la tierra

El viento es la variable de estado de movimiento del aire. En meteorología se estudia el viento como aire en movimiento tanto horizontal como verticalmente. Los movimientos verticales del aire caracterizan los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes de tormenta.

El viento es aire en movimiento y se produce por diferencia de temperaturas y el movimiento de rotación de la tierra.

#### **12.2.1.2. La circulación general en la atmósfera**

El aire de la atmósfera experimenta unos procesos de circulación de carácter general que determinan la climatología y la estacionalidad y evolución de los fenómenos meteorológicos. Esos procesos son consecuencia de:

- La radiación solar
- Las regiones depresionarias y anticiclónicas

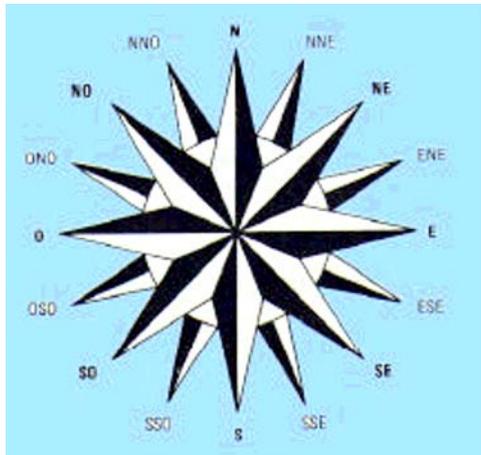
- La influencia de los continentes

### **12.2.1.3. Dirección y velocidad del viento**

La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos; se desplaza de los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones) y su fuerza es tanto mayor cuanto mayor es el gradiente de presiones. En su movimiento, el viento se ve alterado por diversos factores tales como el relieve y la aceleración de Coriolis.

#### **12.2.1.3.1. La dirección del viento**

Viene definida por el punto del horizonte del observador desde el cual sopla. En la actualidad, se usa internacionalmente la rosa dividida en 360°. El cálculo se realiza tomando como origen el norte y contando los grados en el sentido de giro del reloj. De este modo, un viento del SE equivale a 135°; uno del S, a 180°; uno del NW, a 315°, etc.



**Ilustración 15: Rosa de los vientos**

La dirección se suele referir al punto más próximo de la rosa de los vientos que consta de ocho rumbos principales. Se mide con la veleta.

### **12.2.1.3.2. La velocidad del viento**

Se mide preferentemente en náutica en nudos y mediante la escala Beaufort. Esta escala comprende 12 grados de intensidad creciente que describen el viento a partir del estado de la mar. Esta descripción es inexacta pues varía en función del tipo de aguas donde se manifiesta el viento. Con la llegada de los modernos anemómetros, a cada grado de la escala se le ha asignado una banda de velocidades medidas por lo menos durante 10 minutos a 10 metros de altura sobre el nivel del mar.

La unidad del viento en el Sistema Internacional es m/s, sin embargo aún se usan los nudos (kt) y km/h.

$$1 \text{ kt} = 1.8 \text{ km/h} \text{ ó } 1 \text{ kt} = 0.5 \text{ m/s}$$

En la meteorología sinóptica moderna, la escala Beaufort tiende a sustituirse por las mediciones precisas en nudos.

En la alta troposfera entre los 5 a 20 km de altura los vientos pueden llegar a ser mayores a 100 nudos (50 m/s) y se le denomina corriente en chorro (Jet Stream).

### **12.2.1.4. Medición del viento**

El aparato tradicionalmente empleado para medir la dirección del viento es la *veleta* que marca la dirección en grados en la propia rosa. Debe instalarse de acuerdo a los procedimientos internacionales vigentes para evitar las perturbaciones.

Se considera que partir de 10 metros de altura, las perturbaciones no afectan de forma notable a la medida. La velocidad del viento se mide con el *anemómetro*, que es un molinete de tres brazos, separados por ángulos de 120°, que se mueve alrededor de un eje vertical.

Los brazos giran con el viento y permiten medir su velocidad. Hay anemómetros de reducidas dimensiones que pueden sostenerse con una sola mano que son muy prácticos aunque menos precisos debido a las mencionadas perturbaciones.

### 12.2.1.5. Mapa eólico de Europa

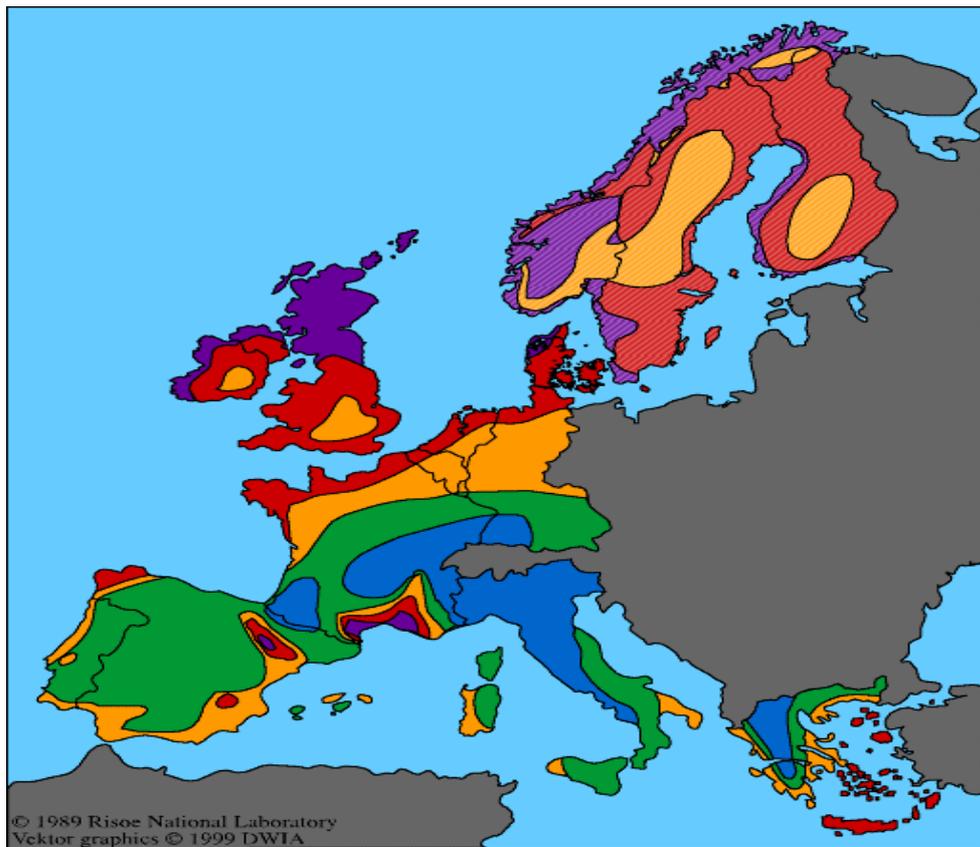


Ilustración 16: Mapa eólico de Europa

Color	terreno accidentado		Plano abierto		En la costa		Mar abierto		Colinas y crestas	
	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>	m/s	W/m <sup>2</sup>
	>6.0	>250	>7.5	>500	>8.5	>700	>9.0	>800	>11.5	>1800
	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
	<3.5	<50	<4.5	<100	<5.0	<150	<5.5	<200	<7.0	<400
			>7.5							
			5.5-7.5							
			<5.5							

Tabla de velocidades y potencias superficiales del viento

## 12.2.2. Energía producida por el viento

### 12.2.2.1. Energía del viento

Un aerogenerador obtiene su potencia de entrada convirtiendo la fuerza del viento en un par (fuerza de giro) actuando sobre las palas del rotor. La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento.

- Densidad del aire

La energía cinética de un cuerpo en movimiento es proporcional a su masa (o peso). Así, la energía cinética del viento depende de la densidad del aire, es decir, de su masa por unidad de volumen.

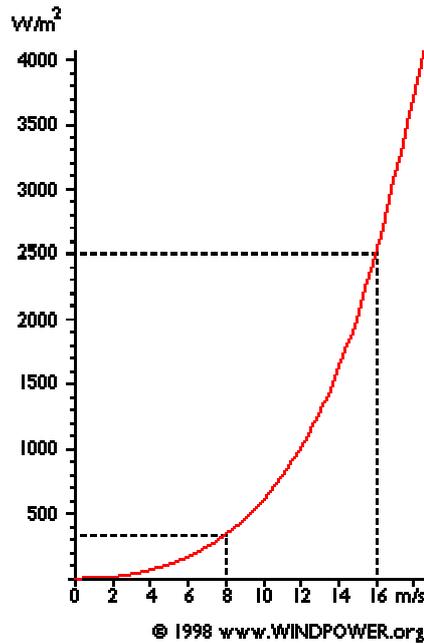
En otras palabras, cuanto "más pesado" sea el aire más energía recibirá la turbina.

- Área de barrido del rotor

Un aerogenerador típico de 1.000 kW tiene un diámetro del rotor de 54 metros, lo que supone un área del rotor de unos 2.300 metros cuadrados. El área del rotor determina cuanta energía del viento es capaz de capturar una turbina eólica. Dado que el área del rotor aumenta con el cuadrado del diámetro del rotor, una turbina que sea dos veces más grande recibirá  $2^2 = 2 \times 2 =$  cuatro veces más energía.

- Velocidad del aire

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; por ejemplo, si la velocidad del viento se duplica la cantidad de energía que contenga será  $2^3 = 2 \times 2 \times 2 =$  ocho veces mayor.



**Ilustración 17: Relación existente entre la velocidad del viento y la energía producida**

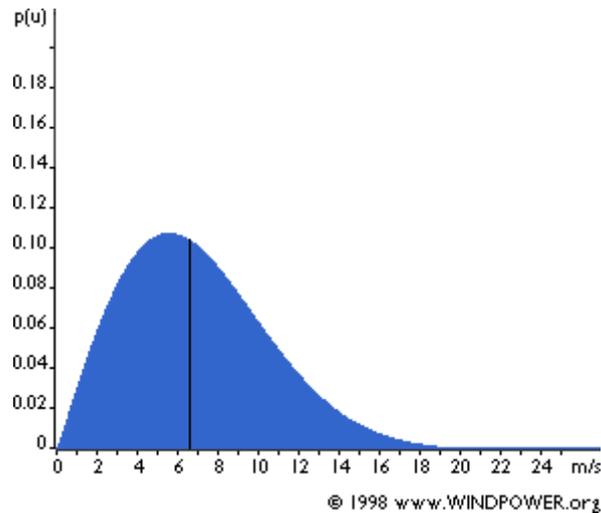
El gráfico muestra que con una velocidad del viento de 8 m/s se obtiene una potencia (cantidad de energía por segundo) de 314 W por cada metro cuadrado expuesto al viento (viento incidiendo perpendicularmente al área barrida por el rotor). A 16 m/s se obtiene una potencia ocho veces mayor, esto es, 2.509 W/m<sup>2</sup>.

#### **12.2.2.2. Descripción de las variaciones del viento: distribución de Weibull**

Para la industria eólica es muy importante ser capaz de describir la variación de las velocidades del viento. Los proyectistas de turbinas necesitan la información para optimizar el diseño de sus aerogeneradores, así como para minimizar los costes de generación. Los inversores necesitan la información para estimar sus ingresos por producción de electricidad.

Si mide las velocidades del viento a lo largo de un año se observará que en la mayoría de áreas los fuertes vendavales son raros, mientras que los vientos frescos y moderados son bastante comunes.

La variación del viento en un emplazamiento típico suele describirse utilizando la llamada *Distribución de Weibull*, como la mostrada en el dibujo. Este emplazamiento particular tiene una velocidad media del viento de 7 metros por segundo, y la forma de la curva está determinada por un parámetro de forma de 2.



**Ilustración 18: Distribución de Weibull**

Este emplazamiento particular tiene una velocidad media del viento de 7 m/s, y la forma de la curva está determinada por un parámetro de forma  $k$  de Weibull. Éste indica cómo de puntiaguda es la distribución, es decir, si las velocidades del viento siempre tienden a estar próximas a un cierto valor, la distribución tendrá un alto valor de  $k$ , y será muy puntiaguda. En el emplazamiento de la figura  $K$  es 2.

El área bajo la curva siempre vale exactamente 1, ya que la probabilidad de que el viento sople a cualquiera de las velocidades, incluyendo el cero, debe ser del 100%.

La velocidad de 6,6 m/s es la mediana de la distribución, lo que significa que la mitad del tiempo el viento soplará a menos de 6,6 m/s y la otra mitad soplará a más.

Como se observa en la gráfica, la distribución de las velocidades del viento es sesgada, es decir, no es simétrica.

A veces tendrá velocidades de viento muy altas, pero son muy raras. Por otro lado, las velocidades del viento de 5,5 m/s son las más comunes. Los 5,5 m/s es el llamado *valor modal de la distribución*. Si multiplicamos cada diminuto intervalo de la velocidad del viento por la probabilidad de tener esa velocidad particular, y los sumamos todos, obtenemos la velocidad del viento media.

La distribución estadística de las velocidades del viento varía de un lugar a otro del globo, dependiendo de las condiciones climáticas locales, del paisaje y de su superficie. Por lo tanto, la distribución de Weibull puede variar tanto en la forma como en el valor medio.

Si el parámetro de forma es exactamente 2, como en el gráfico de esta página, la distribución es conocida como distribución de Rayleigh. Los fabricantes de aerogeneradores proporcionan gráficas de rendimiento para sus máquinas usando la distribución de Rayleigh.

### **12.2.2.3. Potencia media (promedio) del viento**

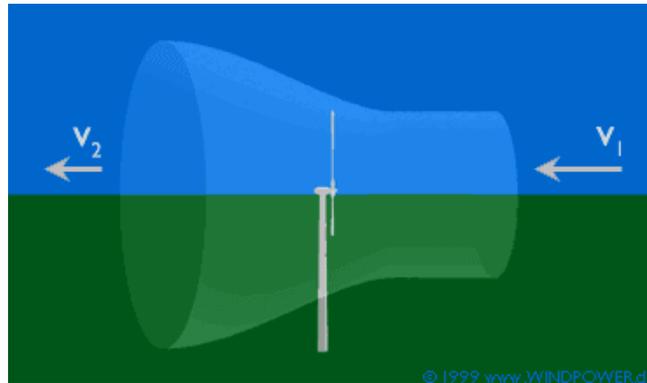
Evidentemente, la razón por la que interesan las velocidades del viento es por su contenido energético.

Cuanto mayor sea la energía cinética que un aerogenerador extraiga del viento, mayor será la ralentización que sufrirá el viento que deja el aerogenerador por su parte izquierda.

Si se intentara extraer toda la energía del viento, el aire saldría con una velocidad nula, es decir, el aire no podría abandonar la turbina. En ese caso no se extraería ninguna energía en absoluto, ya que obviamente también se impediría la entrada de aire al rotor del aerogenerador.

Por tanto, el rotor de la turbina eólica debe obviamente frenar el viento cuando captura su energía cinética y la convierte en energía rotacional. Esto implica que el viento se moverá más lentamente en la parte izquierda del rotor que en la parte derecha.

Dado que la cantidad de aire que pasa a través del área barrida por el rotor desde la derecha (por segundo) debe ser igual a la que abandona el área del rotor por la izquierda, el aire ocupará una mayor sección transversal detrás del plano del rotor.



**Ilustración 19: Área barrida por el rotor de un aerogenerador**

Este efecto puede apreciarse en la imagen superior, donde se muestra un tubo imaginario, el llamado *tubo de corriente*, alrededor del rotor de la turbina eólica. El tubo de corriente muestra cómo el viento moviéndose lentamente hacia la izquierda ocupará un gran volumen en la parte posterior del rotor.

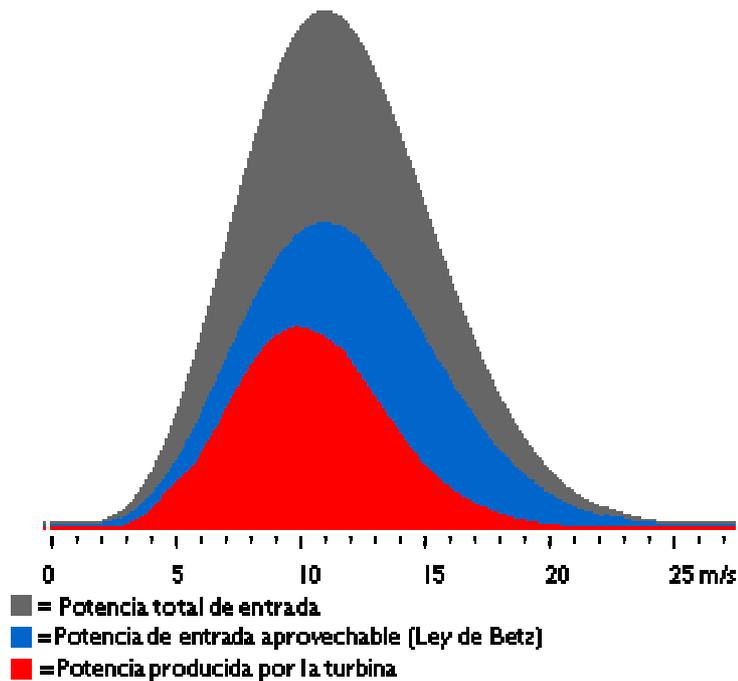
El viento no será frenado hasta su velocidad final inmediatamente detrás del plano del rotor. La ralentización se producirá gradualmente en la parte posterior del rotor hasta que la velocidad llegue a ser prácticamente constante.

La explicación de este fenómeno de frenado del viento se basa en la ley física fundamental para la aerodinámica de los aerogeneradores: Ley de Betz

*“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.”*

Esta ley fue formulada y demostrada, física y matemáticamente, en 1919 por Albert Betz.

El cálculo de la potencia obtenida del viento por un aerogenerador va a basarse en esta ley y en la distribución de Weibull. Si se multiplica la potencia de cada velocidad del viento con la probabilidad de cada velocidad del viento de la gráfica de Weibull, se habrá calculado la distribución de energía eólica a diferentes velocidades del viento, es decir, la densidad de potencia. Un ejemplo de ello es la gráfica mostrada a continuación:



**Ilustración 20: Densidad de potencia**

En este gráfico, el área bajo la curva gris (a lo largo del eje horizontal) da la cantidad de potencia eólica por metro cuadrado de flujo del viento que puede esperarse en este emplazamiento en particular. En este caso se ha representado una velocidad del viento media de 7 m/s, una  $k = 2$ , y una potencia de 402 W/m<sup>2</sup>.

El área bajo la curva azul indica qué cantidad de potencia puede ser teóricamente convertida en potencia mecánica (según la ley de Betz, será 16/27 de la potencia total del viento).

El área total bajo la curva roja representa la potencia eléctrica que un aerogenerador producirá en dicho emplazamiento. Se calcula a partir de las curvas de potencia.

#### 12.2.2.4. Curva de potencia de un aerogenerador

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.

El siguiente gráfico muestra una curva de potencia de un típico aerogenerador de 600 kW.

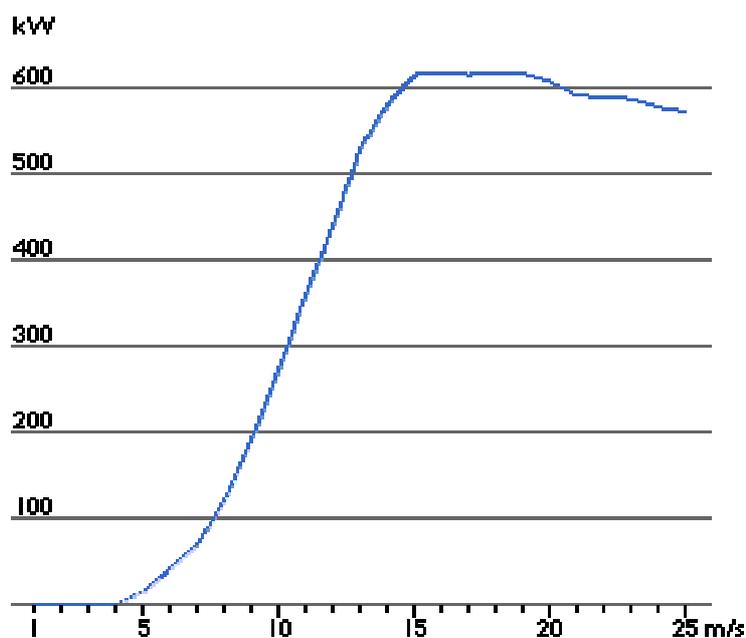


Ilustración 21: Curva de potencia

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 rápidamente, 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.

Sin embargo, las mediciones de curvas de potencia están sujetas a incertidumbre, ya que en la práctica, la velocidad del viento siempre fluctúa, y no se puede medir exactamente la columna de viento que pasa a través del rotor del aerogenerador (colocar un anemómetro justo enfrente del aerogenerador no es una solución factible, ya que el aerogenerador también proyectará un "abrigo" que frenará el viento enfrente de él). Lo que se debe hacer es tomar un promedio de las diferentes medidas para cada velocidad del viento, y dibujar el gráfico con esos promedios

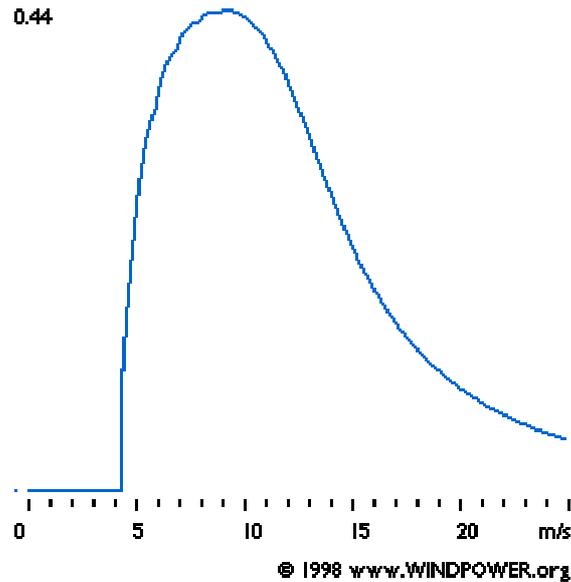
Así pues, en la práctica se debe tomar un promedio de las diferentes medidas para cada velocidad del viento, y dibujar el gráfico con esos promedios.

Además, es difícil hacer medidas exactas de la propia velocidad del viento y, en consecuencia, pueden existir errores hasta de  $\pm 10\%$  incluso en curvas certificadas.

Las curvas de potencia están basadas en medidas realizadas en zonas de baja intensidad de turbulencia, y con el viento viniendo directamente hacia la parte delantera de la turbina. Las turbulencias locales y los terrenos complejos (p.e. aerogeneradores situados en una pendiente rugosa) pueden implicar que ráfagas de viento golpeen el rotor desde diversas direcciones. Por lo tanto, puede ser difícil reproducir exactamente la curva en una localización cualquiera dada.

#### **12.2.2.5. Coeficiente de potencia**

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



**Ilustración 22: Coeficiente de potencia**

Simplemente dividiendo la potencia eléctrica disponible por la potencia eólica de entrada, para medir como de técnicamente eficiente es un aerogenerador. En otras palabras, tomamos la curva de potencia y la dividimos por el área del rotor para obtener la potencia disponible por metro cuadrado de área del rotor. Posteriormente, para cada velocidad del viento, dividimos el resultado por la cantidad de potencia en el viento por metro cuadrado.

Como se puede observar, la eficiencia mecánica más alta (en este caso del 44%) del aerogenerador correspondiente a la curva que se representa en el gráfico anterior, se da a velocidades alrededor de 9 m/s. A bajas velocidades del viento la eficiencia no es tan alta, ya que no hay mucha energía que recoger. A altas velocidades del viento, la turbina debe disipar cualquier exceso de energía por encima de aquella para la que ha sido diseñado el generador. Así pues, la eficiencia interesa sobretodo en la zona de velocidades de viento donde se encuentra la mayor parte de la energía.

No es un fin en si mismo el tener una gran eficiencia técnica en un aerogenerador. Lo que en realidad interesa es el coste de sacar los kWh del viento durante los próximos 20 años.

Dado que en este caso el combustible es gratis no hay necesidad de ahorrarlo. Por tanto, la turbina óptima no tiene por qué ser necesariamente la de mayor producción anual de energía. Por otro lado, cada metro cuadrado de área de rotor cuesta dinero, por lo que, por supuesto, es necesario obtener toda la energía que se pueda (mientras puedan limitarse los costes por kWh).

### 12.2.3. Aerogeneradores

#### 12.2.3.1. Componentes

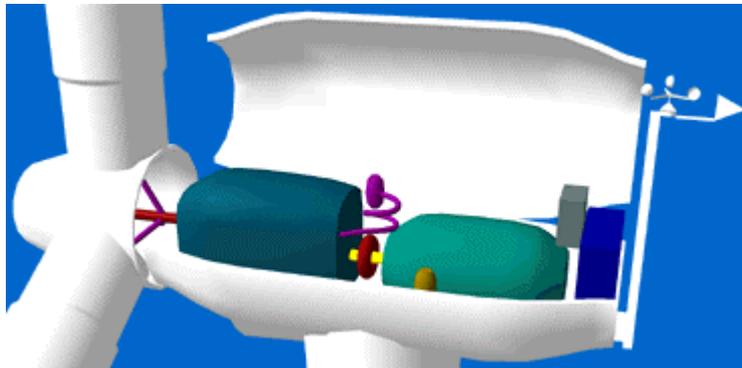


Ilustración 23: Aerogenerador

Un aerogenerador consta de los siguientes elementos:

- *Góndola*: Contiene los componentes clave del aerogenerador, incluyendo el multiplicador y el generador eléctrico. El personal de servicio puede entrar en la góndola desde la torre de la turbina. A la izquierda de la góndola se encuentra el rotor del aerogenerador, es decir, las palas y el buje.
- *Palas del rotor*: Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. En un aerogenerador moderno de 1000 kW cada pala mide alrededor de 27 metros de longitud y su diseño es muy parecido al del ala de un avión.
- *Buje*: Está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador.

- *Eje de baja velocidad:* Conecta el buje del rotor al multiplicador. En un aerogenerador moderno de 600 kW el rotor gira bastante lentamente, de unas 19 a 30 rpm. El eje contiene conductos del sistema hidráulico para permitir el funcionamiento de los frenos aerodinámicos.
- *Eje de alta velocidad con su freno mecánico:* Gira aproximadamente a 1.500 rpm., 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 llamarse generador asíncrono o de inducción. En un aerogenerador moderno la potencia máxima suele estar entre 500 y 3000 kW.
- *Mecanismo de orientación:* Es activado por el controlador electrónico, que vigila la dirección del viento utilizando la veleta. Normalmente, la turbina sólo se orientará unos pocos grados cada vez, cuando el viento cambia de dirección.
- *Controlador electrónico:* Tiene un ordenador que continuamente monitoriza las condiciones del aerogenerador y que controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción (por ejemplo, un sobrecalentamiento en el multiplicador o en el generador), automáticamente para el aerogenerador y llama al ordenador del operario encargado de la turbina a través de un enlace telefónico mediante módem.
- *Sistema hidráulico:* Es utilizado para restaurar los frenos aerodinámicos del aerogenerador.

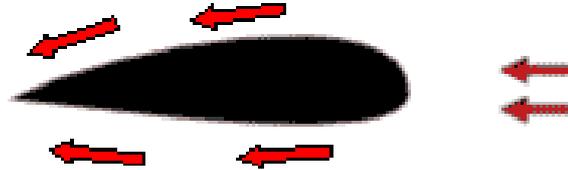
- *Unidad de refrigeración:* Contiene un ventilador eléctrico utilizado para enfriar el generador eléctrico. Además contiene una unidad de refrigeración del aceite empleada para enfriar el aceite del multiplicador. Algunas turbinas tienen generadores enfriados por agua.
- *Torre*
- *Anemómetro y veleta:* Se utilizan para medir la velocidad y la dirección del viento. Las señales electrónicas del anemómetro son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para conectar el aerogenerador cuando el viento alcanza aproximadamente 5 m/s. El ordenador parará el aerogenerador automáticamente si la velocidad del viento excede de 25 m/s, con el fin de proteger a la turbina y sus alrededores. Las señales de la veleta son utilizadas por el controlador electrónico del aerogenerador para girar al aerogenerador en contra del viento, utilizando el mecanismo de orientación

### **12.2.3.2. ¿Cómo funciona un aerogenerador?**

El rotor, compuesto por las palas del rotor y el buje, está situado corriente arriba de la torre y la góndola en la mayoría de aerogeneradores modernos. Esto se hace sobretodo porque la corriente de aire tras la torre es muy irregular (turbulenta).

¿Qué es lo que hace que el rotor gire? La respuesta parece obvia: el viento. Pero en realidad, no se trata simplemente de moléculas de aire que chocan contra la parte delantera de las palas del rotor. Los aerogeneradores modernos toman prestada de los aviones y los helicópteros tecnología ya conocida, además de tener algunos trucos propios más avanzados, ya que los aerogeneradores trabajan en un entorno realmente muy diferente, con cambios en las velocidades y en las direcciones del viento.

### 12.2.3.2.1. Sustentación



**Ilustración 24: Sustentación**

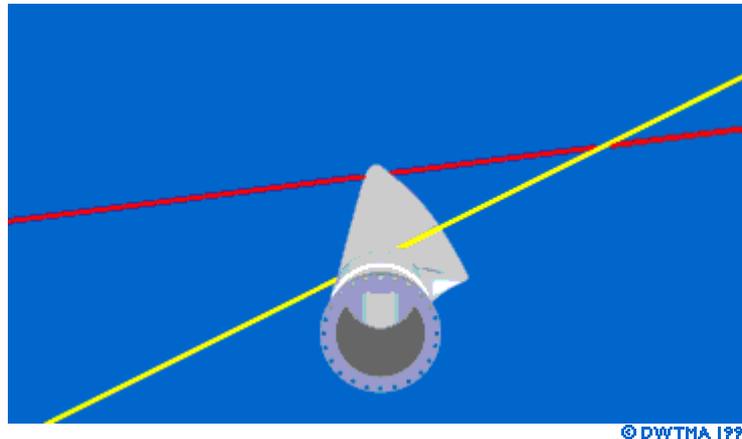
La razón por la que un aeroplano puede volar es que el aire que se desliza a lo largo de la superficie superior del ala se mueve más rápidamente que el de la superficie inferior. Esto implica una presión más baja en la superficie superior, lo que crea la *sustentación*, es decir, la fuerza de empuje hacia arriba que permite al avión volar. La sustentación es perpendicular a la dirección del viento. El fenómeno de la sustentación es desde hace siglos bien conocido por la gente que trabaja en la construcción de tejados: saben, por experiencia, que el material de la cara a sotavento del tejado (la cara que no da al viento) es arrancado rápidamente, si no está correctamente sujeto a su estructura.

### 12.2.3.2.2. Palas del rotor

Dado que la mayoría de las turbinas tienen una velocidad de giro constante, la velocidad a la que se mueve la punta de la pala (velocidad periférica) suele estar alrededor de 64 m/s, mientras que en el centro del buje es nula. A un cuarto de la longitud de la pala, la velocidad será entonces de 16 m/s. Se puede afirmar que la velocidad en el extremo de las palas del rotor es alrededor de 8 veces superior a la velocidad del viento que llega enfrente de la turbina.

Las palas del rotor de los grandes aerogeneradores están siempre torsionadas. Esto se debe a que si el ángulo de ataque del viento sobre el ala es demasiado grande la pala del rotor dejará de proporcionar sustentación.

En el caso particular de aerogeneradores controlados por pérdida aerodinámica ("stall controlled") es importante que la pala esté construida de tal forma que la pérdida de sustentación se produzca de forma gradual desde la raíz de la pala y hacia el exterior a velocidades de viento altas.



**Ilustración 25: Palas del rotor**

En el dibujo se puede ver cómo el ángulo de ataque del viento cambia mucho más bruscamente en la base de la pala (línea amarilla), que en el extremo de la pala (línea roja), cuando el viento cambia. Si el viento llega a ser lo suficientemente fuerte como para que haya una pérdida de sustentación, este fenómeno empezará en la base de la pala.

Como se puede ver, las palas del rotor de un aerogenerador se parecen mucho a las alas de un avión. De hecho, los diseñadores de palas de rotor usan a menudo perfiles clásicos de alas de avión como sección transversal de la parte más exterior de la pala.

Sin embargo, los perfiles gruesos de la parte más interior de la pala suelen estar específicamente diseñados para turbinas eólicas. La elección de los perfiles de las palas del rotor conlleva una solución de compromiso entre unas características adecuadas de sustentación y pérdida de sustentación, y la habilidad del perfil para funcionar bien incluso si hay algo de suciedad en su superficie (lo cual puede ser un problema en áreas en las que llueve poco).

La mayoría de las modernas palas de rotor de grandes aerogeneradores están fabricadas con plástico reforzado con fibra de vidrio ("GRP"), es decir, poliéster o epoxy reforzado con fibra de vidrio.

Utilizar fibra de carbono o aramidas (Kevlar) como material de refuerzo es otra posibilidad, pero normalmente estas palas son antieconómicas para grandes aerogeneradores.

Los materiales compuestos (composites) de madera, madera-epoxy, o madera-fibra-epoxy aún no han penetrado en el mercado de las palas de rotor, aunque existe un desarrollo continuado en ese área. Las aleaciones de acero y de aluminio tienen problemas de peso y de fatiga del metal, respectivamente. Actualmente sólo son utilizados en aerogeneradores muy pequeños.

### **12.2.3.3. Mecanismo de orientación**

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

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 (par flector) 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.

Casi todos los aerogeneradores de eje horizontal emplean orientación forzada, es decir, utilizan un mecanismo que mantiene la turbina orientada en contra del viento mediante motores eléctricos y multiplicadores.

## **13. ANÁLISIS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES POSIBLES**

### **13.1. Datos de interés**

Para dar una idea de cuáles son las instalaciones planteables es necesario conocer previamente la distribución de Easy Industrial Solutions y las condiciones bioclimatológicas de la zona donde se encuentran, por esos motivos es importante identificar cual es exactamente la situación geográfica de la empresa.

#### **13.1.1. Situación geográfica**

Easy Industrial Solutions se encuentra en la provincia de Cádiz, concretamente en el Tecnoparque Bahía de Cádiz, C/ Ingeniería 4, situado en el kilómetro 5,5 de la carretera CA-602 del Puerto de Santa M<sup>a</sup> – Sanlúcar de Barrameda.



Ilustración 26: Situación geográfica del Tecnoparque Bahía de Cádiz

Las coordenadas geográficas son:

- Latitud: 36° 39'12 N
- Longitud: 6° 15'53 O



Ilustración 27: Situación geográfica de Easy Industrial Solutions

### 13.1.2. Descripción de las instalaciones

Las instalaciones de Easy Industrial Solutions se han visto ampliadas hace poco con un nuevo centro de producción de mayor capacidad, que se pondrá en marcha en breve. La Nave 1 pasa a ser el “Centro I+D+i” y la nueva Nave 2 el “Centro de Producción”. También existe una zona de aparcamientos techada.

- *Centro I+D+i*: superficie útil total de 300 m<sup>2</sup> (20 m de largo y 15 m de ancho). El material de su cubierta es chapa coarrugada. Linda en:
  - o Cara Norte con la calle Ingeniería, que accede directamente a la carretera CA-602.
  - o Cara Este con instalaciones de EADS-CASA.
  - o Cara Sur con el futuro “Centro de Producción”.
  - o Cara Oeste con una zona de aparcamientos de la empresa.
- *Centro de Producción*: cuenta con 800 m<sup>2</sup> (40 m de largo y 20 m de ancho). El material de su cubierta es chapa coarrugada. Linda en:
  - o Cara Norte con el “Centro de I+D+i”.
  - o Cara Este y Sur con instalaciones EADS-CASA.
  - o Cara Oeste con una zona de aparcamientos.
- *Zona de aparcamientos*: superficie de 300 m<sup>2</sup> (20 m de largo y 15 m de ancho). El material de su cubierta es chapa coarrugada. Linda en:

- o Cara Norte con la calle Ingeniería, que accede directamente a la carretera CA-602.
- o Cara Este con el Centro I+D+i.
- o Cara Sur con instalaciones EADS-CASA.
- o Cara Oeste con otra zona de aparcamientos de la empresa contigua MECASUR.

### **13.1.3. Bioclimatología y biogeografía**

La zona pertenece al macrobioclima mediterráneo, ya que se haya entre los paralelos 23º a 48º, como ya se puntualizó.

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

De acuerdo con la *Ilustración 1: Irradiación media diaria en España*, proporcionada por el INM y que se muestra en el punto 2.2.1.2., donde se divide España en regiones según la magnitud energética recibida mediante irradiación solar, en El Puerto de Santa María se dispone de más de 5 kWh/m<sup>2</sup>/día.

Desde el punto de vista biogeográfico la zona pertenece al Reino Holártico, Región Mediterránea, Subregión Mediterránea Occidental, Provincia Lusitano – Andaluza Litoral.

### **13.1.4. 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



**Ilustración 28: Rosa de los vientos Cádiz**

Ha sido elaborada durante un periodo de medida de 100 años (1.885 - 1.985), mediante observaciones desde buques en ruta, con un total de:

- Número total de observaciones de 284.568
- Número total de calmas de 20.189

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 (anticuada)	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:

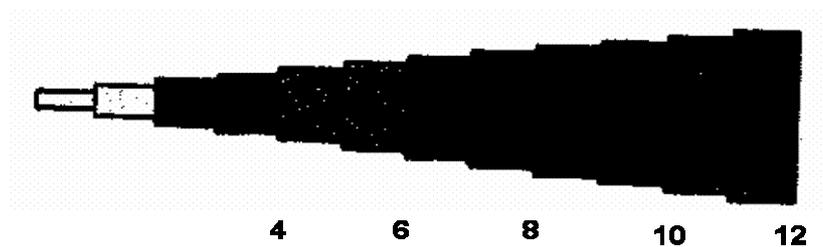


Ilustración 29: Escala Beaufort

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:

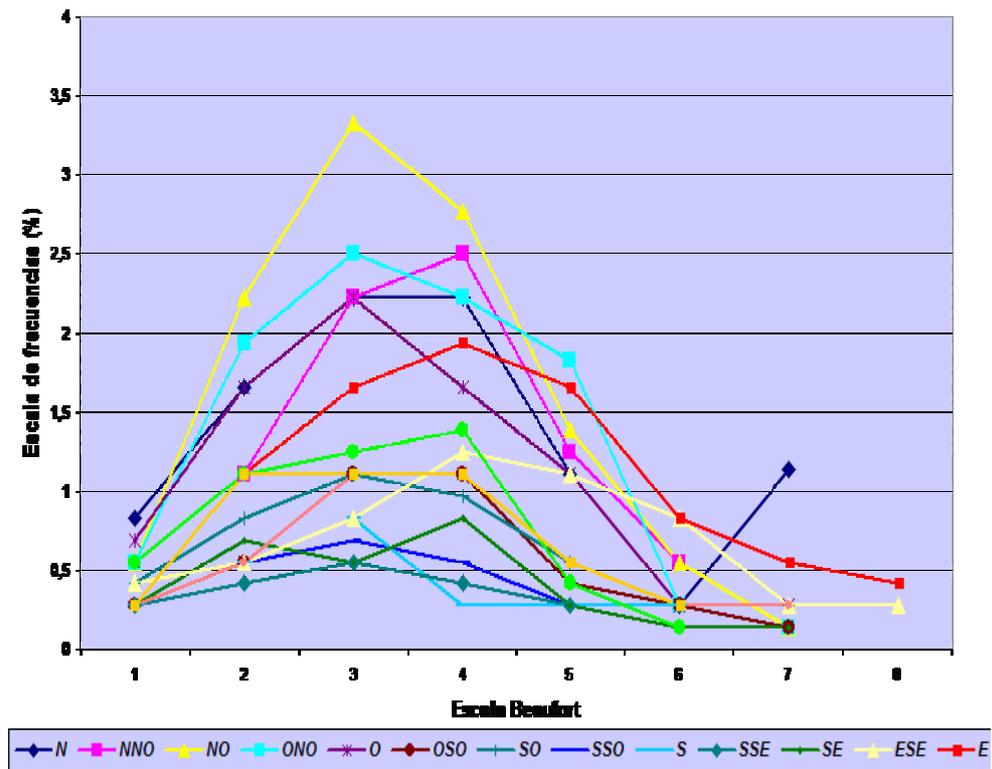


Ilustración 30: Porcentajes de frecuencia en Cádiz

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
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.

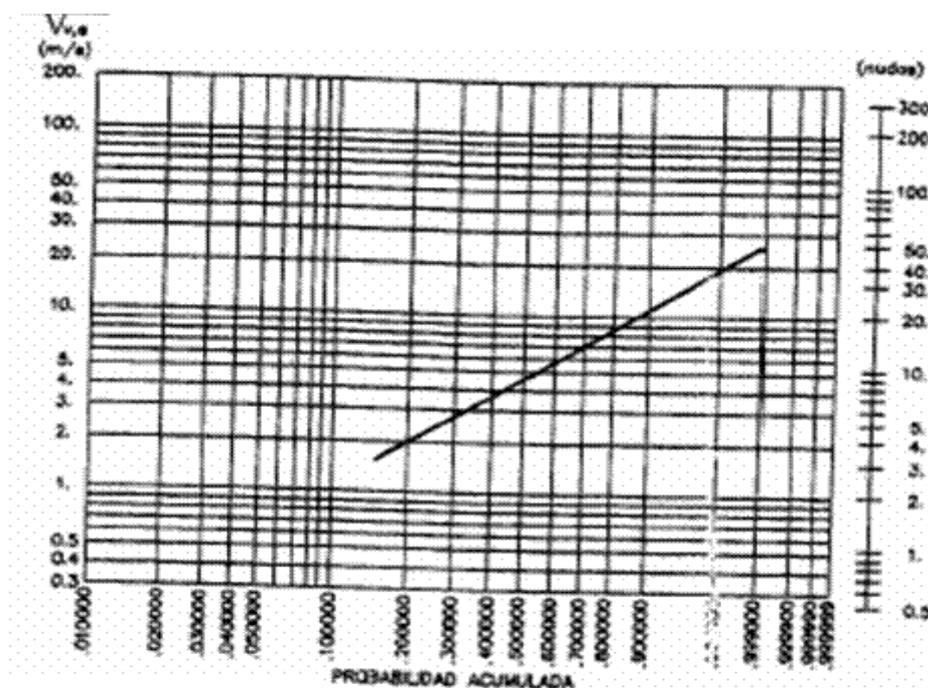


Ilustración 31: Gráfica de régimen medio escalar

## **13.2. *Discusión previa***

Esta discusión se hace en base a la teoría de cada una de las energías expuestas en el punto anterior.

### **13.2.1. Energía solar**

#### **13.2.1.1. *Térmica de baja temperatura***

- *¿Por qué es planteable esta energía solar térmica en Easy Industrial Solutions?*
  - Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m<sup>2</sup>.
  - El gran número de horas de Sol del que se dispone.
  - Existe, a priori, superficie disponible para poder implantar este tipo de energía.
  - Existe la necesidad de producir agua caliente sanitaria.
  
- *¿Cuál es la posibilidad planteable?*
  - Paneles de captación solar en la cubierta del Centro de Producción, para el uso directo del agua caliente sanitaria en los servicios de dicho centro.

### **13.2.1.2. Fotovoltaica**

- *¿Por qué es planteable esta energía solar fotovoltaica en la Easy Industrial Solutions?*
  - Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m<sup>2</sup>.
  - El gran número de horas de Sol del que se dispone.
  - Existe, a priori, superficie disponible para poder implantar este tipo de energía.
  
- *¿Cuál es la posibilidad planteable?*
  - Sistema de generación de electricidad fotovoltaico conectado a red.
  
- *Ventajas y razones por las cuales se piensa que (a priori) una instalación fotovoltaica conectada a red es la mejor opción*
  - Es la opción más sencilla, barata y ecológica. Entre otras razones porque no necesita baterías acumuladoras de energía
  - 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
  - Se evita posibles insuficiencias eléctricas debidas a condiciones climatológicas
  - 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.
  - Se reducen las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub>
  - Se pueden cambiar las condiciones iniciales de la instalación en cualquier momento, bien aumentando o disminuyendo el número de módulos y cambiando el contrato con la empresa suministradora de red convencional.
  - Vida útil de unos 25 años, aunque realmente se puede prolongar con la única consecuencia de pérdida parcial del rendimiento de la instalación (existen instalaciones en funcionamiento con 40 años).
- *Consideraciones a tener en cuenta*
- La instalación de los módulos fotovoltaicos deberían tener una orientación sur. Las pérdidas producidas en orientación son de 0,08% por grado en un entorno de  $\pm 25^{\circ}$ , como la orientación de Easy Industrial Solutions es NNO-SSE, las pérdidas serían como mucho de 1,8%.
  - La inclinación óptima es de 5-10° menos que la latitud, por lo que si la latitud de las instalaciones es de 36,39°, la inclinación óptima estaría entre los 26,39° y los 31,39°.
  - La superficie necesaria es aproximadamente de entre 7 – 11 m<sup>2</sup> por cada kWp

- La potencia nominal de los módulos viene expresada en vatio pico (Wp) que es la energía que producirían al mediodía de un día soleado. El resto del día la potencia sería menor.
- El peso de las instalaciones es de aproximadamente 15 Kg/m<sup>2</sup>. La importancia del peso de las instalaciones radica en aspectos estructurales y en la posible resistencia al viento. En principio no habría problemas de este tipo en la empresa.
- Las instalaciones requieren un mantenimiento mínimo y de carácter preventivo, tales como hacer revisiones periódicas de las instalaciones y mantenerlas limpias, puesto que las pérdidas por suciedad pueden llegar a ser del 5%.

### **13.2.2. Energía eólica**

- *¿Por qué es planteable esta energía eólica en Easy Industrial Solutions?*
  - Soplan vientos de poniente y de levante.
  - Datos teóricos indican que durante la mitad del año soplan vientos de velocidades medias en la zona de 4 - 5 m/s.
- *¿Qué aerogenerador sería necesario?*
  - Puesto que los aerogeneradores convierten menos del 59% de la potencia eólica en energía eléctrica, para escoger uno es necesario conocer, entre otros aspectos, su curva de potencia que no es más que un gráfico que indica cuál será la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades del viento.

- 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 de cara al viento.
- *¿Requerimientos de estudio?*
- Estudiar las posibilidades de espacio en las cubiertas de la empresa, debido a que es a elevadas alturas donde la dirección del viento está más definida y su velocidad es mayor.
- *¿Es viable pensar en energía eólica en la empresa Easy Industrial Solutions?*
- Mínimas pegadas medioambientales por no estar ubicados en un parque natural donde existen rutas avícolas. Por un lado es cierto que se puede perjudicar a las aves pero también existen evidencias de que determinadas razas de aves pueden llegar a acostumbrarse a la existencia de aerogeneradores.
  - Limitaciones de espacio para colocar un aerogenerador de tamaño elevado.
  - Habría que plantear uno o varios aerogeneradores de pequeñas dimensiones.

### 13.3. Análisis F.A.D.O.

Para realizar un análisis de la situación actual de cada una de las energías es necesario realizar constantemente un seguimiento y revisión de las fortalezas, amenazas, debilidades y oportunidades de la organización (análisis F.A.D.O.).

El propósito de un análisis de situación es investigar las fortalezas y debilidades de la compañía (análisis interno) y descubrir las amenazas y oportunidades en el ambiente (análisis externo), de modo que se eviten las amenazas y sacar ventaja de las oportunidades.



Ilustración 32: Análisis FADO

En la figura revela que las fortalezas y debilidades se generan desde dentro de la organización y por lo tanto son en gran medida controlables. En cambio, las amenazas y oportunidades se originan en el ambiente externo y en gran medida quedan fuera del control directo de la organización. A pesar de ello, una organización que está haciendo un cuidadoso seguimiento de los cambios en el ambiente externo se encuentra en posición de anticipar los eventos y, en consecuencia, actuar antes de que los eventos ocurran.

### 13.3.1. Energía solar

#### 13.3.1.1. Térmica de baja temperatura

Puntos Fuertes	Puntos Débiles
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m<sup>2</sup>.</li> <li>2. Superficie disponible para poder implantar este tipo de energía.</li> <li>3. Las instalaciones requieren un mínimo mantenimiento.</li> <li>4. Inquietud por parte de la empresa por ser respetuosa con el medioambiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El coste de la instalación.</li> <li>2. No hay certeza de que la superficie pueda soportar el peso de los paneles solares.</li> <li>3. Posible necesidad de reforzar la cubierta, con lo cual se tendrían costes adicionales.</li> </ol>
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El gran número de horas de Sol del que se dispone</li> <li>2. Se reducen las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub></li> <li>3. Existencia de subvenciones a fondo perdido y bonificación a los tipos de interés para la implantación de esta energía renovable</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El coste de la instalación.</li> </ol>

### 13.3.1.2. Fotovoltaica

Puntos Fuertes	Puntos Débiles
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Situación geográfica tal que la irradiación diaria es mayor a 5 KWh/m<sup>2</sup>.</li> <li>2. Suficiente superficie disponible para poder implantar este tipo de energía.</li> <li>3. Las instalaciones requieren un mínimo mantenimiento.</li> <li>4. Inquietud por parte de la empresa por ser respetuosa con el medioambiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La implantación supone un coste inicial elevado.</li> <li>2. No hay certeza de que las superficies pueden soportar el peso de los paneles solares.</li> <li>3. Posible necesidad de reforzar las cubiertas, con lo cual se tendrían costes adicionales.</li> </ol>
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Situación geográfica.</li> <li>2. El gran número de horas de Sol del que se dispone.</li> <li>3. Posibilidad de implantar un sistema de generación de electricidad fotovoltaico conectado a red, pues es la opción más sencilla, barata y ecológica ya que, entre otras razones, no necesita baterías acumuladoras de energía</li> <li>4. 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.</li> <li>5. La empresa suministradora de energía está obligada a comprar la energía producida a razón de 44,6 c€/KWh (según R.D. 436/2004 y R.D 809/2006)</li> <li>6. Se reducen las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub></li> <li>7. Se pueden cambiar las condiciones iniciales de la instalación en cualquier momento.</li> <li>8. Existencia de subvenciones a fondo perdido y bonificación a los tipos de interés para la implantación de estas energías renovables</li> <li>9. La vida útil de los equipos es de 25 años, a partir de este tiempo se seguirá produciendo electricidad pero con un rendimiento menor.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elevado coste de las instalaciones.</li> <li>2. El rendimiento en la conversión de electricidad con celdas de silicio no supera el 25%.</li> </ol>

### 13.3.2. Energía eólica

Puntos Fuertes	Puntos Débiles
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Situación geográfica.</li> <li>2. Espacio suficiente para la colocación de aerogeneradores de pequeño tamaño.</li> <li>3. Inquietud por parte de la empresa por ser respetuosa con el medioambiente.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La implantación supone un coste inicial elevado.</li> <li>2. No se dispone de suficiente espacio para poner rotores de gran tamaño.</li> <li>3. No hay certeza de que las superficies pueden soportar el peso de los aerogeneradores.</li> <li>4. Posible necesidad de reforzar las cubiertas, con lo cual se tendrían costes adicionales.</li> </ol>
Oportunidades	Amenazas
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Situación geográfica.</li> <li>2. Vientos de levante y poniente.</li> <li>3. Posibilidad de implantar un aerogenerador con mecanismo de orientación que permita aprovechar vientos de levante y de poniente.</li> <li>4. Posibilidad de construir torres delgadas de mástil sostenidas por cables tensores, que suponen un ahorro de peso del aerogenerador.</li> <li>5. Los aerogeneradores pequeños tienen la ventaja de que pueden trabajar durante más horas en el año ya que no necesitan vientos fuertes.</li> <li>6. Las velocidades de viento medias son de 4,5 m/s.</li> <li>7. Energía renovable que cuenta con bonificación a los tipos de interés.</li> <li>8. 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).</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La implantación supone un coste inicial elevado.</li> <li>2. Aspectos medioambientales: puede afectar a las aves.</li> </ol>

## **14. ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO DE DISTINTAS ALTERNATIVAS**

### **14.1. Introducción**

Se van a estudiar técnica y económicamente cada una de las energías renovables posibles, estableciendo una serie de alternativas.

### **14.2. Análisis técnico**

Se va a realizar en base al consumo que se haga de cada energía renovable, es decir:

- Uso directo
- Captación y acumulación
- Captación e incorporación a red

#### **14.2.1. 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.

Para estimar la futura demanda de ACS hay que tener en cuenta que solo harán uso de ella los trabajadores dedicados a la actividad productiva que necesitan una ropa de trabajo especial y que se ducharán una vez finalizada la jornada. Se considera que se gasta de media unos 30 litros por persona en ducharse y que lo harán unos 14 trabajadores. Según estos datos, serían necesarios 420 L/día. Para asegurar la demanda vamos a aproximar a 500 L/día.

Sabiendo que son necesarios aproximadamente 2 kWh para elevar entre 45 y 60° la temperatura de unos 40 litros de agua a temperatura ambiente, se deduce que son necesarios 25 kWh para almacenar 500 litros.

Teniendo en cuenta dicho valor y que en la zona hay aproximadamente 3.000 horas de Sol anuales y la radiación recibida se estima en una media de 5 kWh/m<sup>2</sup>/día, son necesarios 5 m<sup>2</sup> de superficie colectora para abastecer dicha demanda. Como cada colector alberga unos 2 - 2,5 m<sup>2</sup> de superficie son necesarios 2 colectores (ver características de los colectores en el punto 1 del ANEXO 18).

La instalación completa se compone de un circuito primario formado por los colectores (cada uno con estructura soporte y líquido anticongelante), el intercambiador de calor y el circuito hidráulico (tuberías, valvulería y bombas); y por un circuito secundario formado a su vez por depósito acumulador y el correspondiente circuito hidráulico.

El funcionamiento de este tipo de sistemas viene descrito en el apartado 3.1.2.2.1.

El lugar adecuado para esta instalación es la cubierta del Centro de Producción, ya que es en dicho centro donde desempeñarán sus funciones los trabajadores que harán uso del ACS en las duchas de los servicios de este centro. No obstante, el circuito hidráulico se puede prolongar hasta el Centro I+D+i sin problemas en caso de que también se quiera hacer uso de la ducha instalada en ese centro.

Se prevé que, en principio, la cubierta tiene resistencia suficiente para soportar el peso de los paneles solares y el depósito de 500 litros iría sobre unos soportes anclados a las bigas del techo, para que estas aguanten su peso. Si esto no fuera así, habría que reforzar la cubierta.

Para una instalación de este tipo, formada por dos colectores de 2 - 2,5 m<sup>2</sup> colocados de forma adecuada para captar la radiación solar y un depósito de 500 litros (aproximadamente 0,72 m de diámetro y 1,61 m de largo), serán necesarios unos 10 m<sup>2</sup> de la cubierta del Centro de Producción, teniendo en cuenta el dejar un espacio libre alrededor en caso de implantar alguna otra instalación en esta cubierta.

Otro aspecto importante es la ausencia de sombras para el correcto funcionamiento de las placas. De acuerdo con la distribución de las instalaciones que rodean el Centro de Producción, su cubierta no se ve sometida a sombras de ningún tipo.

## **14.2.2. Captación y acumulación**

Este es el caso de:

### **14.2.2.1. *Sistemas aislados de energía solar fotovoltaica***

La única diferencia entre un sistema de energía solar fotovoltaico aislado y un sistema conectado a red radica en la existencia de baterías de acumulación.

La función prioritaria de las baterías en un sistema de generación fotovoltaico es acumular la energía que se produce durante las horas de luminosidad para poder ser utilizada en la noche o durante periodos prolongados de poca iluminación. Éstas almacenan la energía en corriente continua y por tanto se encuentra entre los paneles y el inversor que es el que convierte la energía a corriente alterna a las condiciones de la corriente de red (220V y 50 Hz).

El análisis técnico del resto de las instalaciones es similar al de energía solar fotovoltaica conectada a red.

En el siguiente apartado realizaremos una comparativa entre los sistemas de energía solar fotovoltaica aislados y conectados a red.

#### **14.2.2.2. Energía eólica**

Cuando el viento se da con muy baja frecuencia es necesario colocar instalaciones de baterías que almacenen la energía producida para poder utilizarla.

El precio de las baterías frente al de los aerogeneradores no las hace rentables además de que, como es sabido, aportan un cierto carácter contaminante a la instalación.

#### **14.2.3. Captación e incorporación a red**

En este caso disponemos de:

##### **14.2.3.1. Sistemas de energía solar fotovoltaica conectados a red**

La energía captada por los paneles de energía pasa por el inversor para ser convertida a corriente alterna a las condiciones de la red de la empresa suministradora de energía.

La demanda eléctrica de la planta en el año 2.006 ha sido de 98.714,4 kWh. Vamos a aproximar a 100 MWh para hablar de un consumo general. Pero en el año 2.006 solo estaba en funcionamiento la Nave 1 que pasará a ser el Centro I+D+i cuando, en breve, se ponga en funcionamiento la Nave 2 que pasará a ser el Centro de Producción.

Para estudiar la cobertura eléctrica de las alternativas que se van a plantear es interesante hacerlo respecto al consumo total anual que se espera tener en los próximos años cuando esté en funcionamiento la Nave 2 como Centro de Producción y la Nave 1 como Centro I+D+i. Para estimar este consumo total vamos a recordar que, como se pudo observar en la Auditoría Energética, la partida de producción es la principal responsable del consumo eléctrico que se da en Easy Industrial Solutions, quedando una mínima parte en manos de la iluminación, climatización y equipos de oficina. Sabiendo además que el equipo de mayor potencia instalado en la empresa y, por tanto, de mayor consumo energético es el autoclave, calculamos el consumo futuro en función del consumo de este equipo presente en cada centro y que supone el 30% del consumo total en cada uno de ellos.

El autoclave del Centro I+D+i, de 113 kW, realizará unos 250 ciclos al año. El consumo de este equipo, estimándolo como se explicó en la auditoría, resulta ser de 21,5 MWh/año y, por tanto, el consumo total de este centro es de aproximadamente 72 MWh/año.

El autoclave del Centro de Producción, de 340 kW, realizará en torno a 400 ciclos al año. El consumo de este equipo, estimándolo de igual forma que para el autoclave del Centro I+D+i, será de 103,8 MWh/año y, por tanto, en este centro el consumo total será aproximadamente de 346 MWh/año.

Conocidos los consumos de cada uno de los centros, estimamos el consumo futuro total de la empresa resultando ser 418 MWh/año.

Este valor de *418 MWh/año* es el que se va a utilizar como *consumo general de Easy Industrial Solutions* para calcular los porcentajes de cobertura eléctrica de las distintas alternativas que se van a plantear y que ayudará a decidir cuáles resultan más ventajosas para la empresa.

- **Paneles solares fotovoltaicos colocados en superficie**

Las superficies disponibles para una instalación de este tipo son:

- *Superficie A:* 300 m<sup>2</sup> de la cubierta del Centro I+D+i
- *Superficie B:* 800 m<sup>2</sup> de la cubierta del Centro de Producción
- *Superficie C:* 300 m<sup>2</sup> de la cubierta de la zona de aparcamientos

Esto plantea una serie de alternativas en función de la superficie total a considerar, como son las siguientes:

- *Alternativa 1:* 300 m<sup>2</sup> (superficie A o C)
- *Alternativa 2:* 600 m<sup>2</sup> (superficie A + C)
- *Alternativa 3:* 800 m<sup>2</sup> (superficie B)
- *Alternativa 4:* 1.100 m<sup>2</sup> (superficie B + A o C)
- *Alternativa 5:* 1.400 m<sup>2</sup> (superficie A + B + C)

Sabiendo entonces que:

- 1 kWp instalado produce 1.500 kWh/año en esta zona geográfica, teniendo en cuenta el número de horas de sol anuales, según la base de datos de Censolar (Centro de estudios de la Energía Solar),
- 1 kWp ocupa una media de 8 m<sup>2</sup> dependiendo del modelo comercial y del fabricante,
- los módulos fotovoltaicos más comunes miden 1,6 x 0,79 m (1,264 m<sup>2</sup>) y son de 160 Wp;

se necesitarían las siguientes instalaciones:

Alternativa	Nº Módulos	Pot. nominal planta (kWp)	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica
1	189	30,4	45.570	11
2	379	60,8	91.139	22
3	506	81	121.519	29
4	696	111,4	167.089	40
5	886	141,8	212.658	51

Los cálculos a realizar para obtener los datos que se muestran en la anterior tabla son iguales para todas las alternativas y se explican detalladamente en el punto 1 del ANEXO 19 con la alternativa 1.

Las características generales de los módulos fotovoltaicos a instalar son las siguientes:

- Orientados hacia el sur, teniendo en cuenta que las pérdidas producidas en orientación son de 0,08% por grado en un entorno de  $\pm 25^\circ$ . La orientación de Easy Industrial Solutions es NNO-SSE con lo que las pérdidas por orientación serían como mucho de 1,8%.
- La inclinación óptima es de  $5-10^\circ$  menos que la latitud, por lo que si la latitud del edificio es la planta es de  $36,39^\circ$ , la inclinación óptima estaría entre los  $26,39^\circ$  y los  $31,39^\circ$ . Las pérdidas derivadas de una inclinación no adecuada son de 0,2% por grado en un entorno de  $\pm 15^\circ$ .
- La superficie necesaria es de  $7-11 \text{ m}^2$  por kWp instalado. Aunque según los modelos comerciales consultados se ha tomado el valor de  $8 \text{ m}^2$  para el presente análisis.
- El peso de los paneles es en general de  $15 \text{ kg/m}^2$  de módulo. Se prevé que, en principio, las cubiertas donde irían colocados estos paneles tienen resistencia suficiente para soportar el peso. Si esto no fuera así, habría que reforzarlas.

- El tiempo de funcionamiento depende de la radiación solar y de las condiciones meteorológicas.
- Deben de ubicarse considerando la importancia de la ausencia de sombras. De acuerdo con la descripción del terreno que se dio en el punto 4.1.3., ni las cubiertas de los centros ni la de la zona de aparcamientos se ven sometidas a sombras debido a las instalaciones que rodean a la empresa.

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.

Las características de los módulos fotovoltaicos y de los inversores comerciales que se podrían colocar se pueden observar en el punto 2 del ANEXO 18.

- **Paneles solares fotovoltaicos colocados en fachada**

Existe otra posibilidad que no se ha comentado hasta ahora y que es instalar módulos fotovoltaicos en las fachadas. Pero debido a la orientación que deben tener estos, solo se podrían colocar en las fachadas oeste y sur del Centro de Producción y la oeste del Centro I+D+i. Parte de estas fachadas están ocupadas por ventanas y puertas, quedando una superficie mínima disponible para los módulos. Este hecho, unido a que las instalaciones que rodean a Easy Industrial Solutions sí producen sombras en estas fachadas, hace que esta opción quede descartada.

A continuación se muestra una comparativa entre los sistemas aislados y conectados a red para comprender mejor las características de cada uno.

<b>Sistemas aislados</b>	<b>Sistemas conectados a red</b>
Requieren baterías de acumulación de energía	Toda la energía producida se vende a la empresa suministradora de energía y por tanto no necesita de baterías de acumulación
La electricidad que se consume es la electricidad producida por las células fotovoltaicas	Toda la energía producida se vende a la red y se sigue consumiendo la electricidad de la empresa suministradora
Se está expuesto a la variabilidad de las condiciones meteorológicas, con las consiguientes bajadas y picos en la producción de energía	Las condiciones meteorológicas no afectan a la actividad del edificio o industria en cuestión. Por tanto se está sujeto a las ventajas (por ejemplo, el mantenimiento de la potencia de la red) o desventajas (por ejemplo los cortes eventuales) derivadas de la red de suministro
Se pierde energía cuando los acumuladores están completamente llenos y no se necesita toda la energía que tienen	No existen problemas de saturación ni pérdida de energía
Son recomendables en lugares donde la autosuficiencia energética es una necesidad, por ejemplo en lugares agrícolas	Son recomendables en cualquier lugar donde no se precisa de autosuficiencia energética y la principal causa de su implantación es una elevada conciencia medioambiental.
Los acumuladores precisan de un mantenimiento exhaustivo mucho mayor al del resto de las instalaciones	El mantenimiento es mínimo y de carácter preventivo. Las instalaciones no tienen partes móviles sometidas a desgastes, ni requieren de cambio de piezas ni lubricación
Los sistemas de acumulación encarecen las instalaciones y añaden problemas medioambientales derivados de los materiales que componen las baterías (plomo, antimonio, selenio, calcio, ácido,.. entre otros)	Son más económicos que los sistemas aislados

### **14.2.3.2. Energía eólica**

El planteamiento técnico que se hará en el presente proyecto en cuanto a esta energía, será la posibilidad de implantar una instalación eólica en la empresa y la energía producida conectarla a red para ser vendida a la empresa suministradora. Para ello se van a comparar aerogeneradores de diferentes tamaños y potencias.

Anteriormente se expuso que la potencia de un aerogenerador es proporcional a cuadrado del diámetro del rotor y al cubo de la velocidad. Sin embargo, la potencia eléctrica disponible en un aerogenerador es función de otros aspectos como la tecnología disponible o la mera imposibilidad de obtener toda la energía que posee el viento, tal y como expone la ley de Betz (apartado 3.2.2.3.). Por tanto, se ha decidido tomar aerogeneradores comerciales para la propuesta, ya que así se da una idea lo más cercana posible a una futura realidad.

A continuación, se van a describir los modelos de aerogeneradores, de acuerdo con los datos que aparecen en el punto 3 del ANEXO 18, 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. A esta velocidad la potencia producida por cada aerogenerador es menor a la nominal y se deduce de la curva de potencia en función de la velocidad, proporcionada por el fabricante.

- Características de los aerogeneradores

Características	AIR-X	Whisper H40	INCLIN 1.500
<b>Potencia nominal</b>	400 W	900 W	1.500W
<b>Diámetro Rotor</b>	1,14 m	2,13 m	2,86 m
<b>Nº Hélices</b>	2	2	2
<b>Peso</b>	6 kg	20 kg	42 kg
<b>Voltaje</b>	12, 24 V	24 V	12, 24, 48, 220 V
<b>Vel. de arranque</b>	3 m/s	3 m/s	3 m/s
<b>Vel. para potencia nominal</b>	12 m/s	12 m/s	12 m/s
<b>Vel. para freno</b>	14 m/s	14 m/s	14 m/s
<b>Producción</b>	1,3 MWh/año	3,3 MWh/año	4,5 MWh/año

Todos los modelos de aerogeneradores están contruidos en composite de fibra de carbono y fundición de aluminio de calidad aeronáutica.

- **Aerogeneradores en superficie**

Al igual que para las instalaciones fotovoltaicas, las superficies disponibles para una instalación de este tipo son:

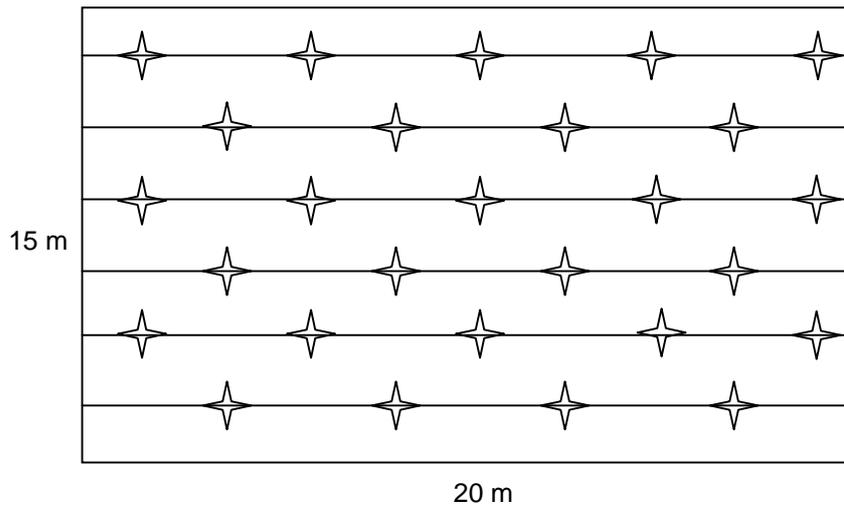
- *Superficie A:* 300 m<sup>2</sup> de la cubierta del Centro I+D+i
- *Superficie B:* 800 m<sup>2</sup> de la cubierta del Centro de Producción
- *Superficie C:* 300 m<sup>2</sup> de la cubierta de la zona de aparcamientos

Se prevé que, en principio, las cubiertas donde irían colocados estos aerogeneradores tienen resistencia suficiente para soportar el peso. Si esto no fuera así, habría que reforzarlas.

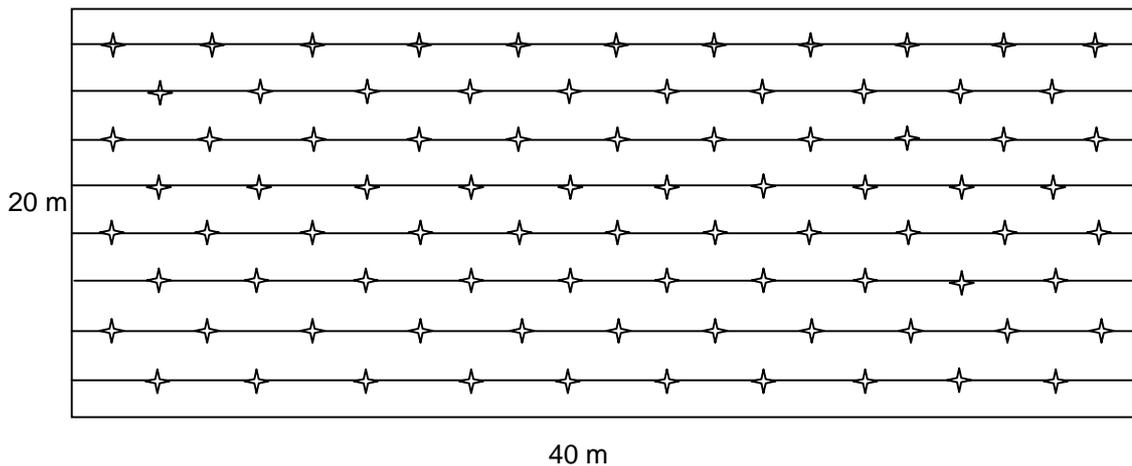
En este caso las alternativas a plantear no sólo son en función de la superficie total a considerar, sino también del modelo de aerogenerador a escoger.

<b>Alternativa</b>	<b>Superficie</b>	<b>Modelo aerogenerador</b>
1	300 m <sup>2</sup> (superficie A o C)	AIR-X
2		Whisper H40
3		INCLIN 1.500
4	600 m <sup>2</sup> (superficie A + C)	AIR-X
5		Whisper H40
6		INCLIN 1.500
7	800 m <sup>2</sup> (superficie B)	AIR-X
8		Whisper H40
9		INCLIN 1.500
10	1.100 m <sup>2</sup> (superficie B + A o C)	AIR-X
11		Whisper H40
12		INCLIN 1.500
13	1.400 m <sup>2</sup> (superficie A + B + C)	AIR-X
14		Whisper H40
15		INCLIN 1.500

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. Para entender como sería esta disposición para evitar turbulencias, se muestran en las siguientes figuras las alternativas 1 y 8.



**Ilustración 33: Disposición de aerogeneradores AIR- X en superficie de 300 m<sup>2</sup>**



**Ilustración 34: Distribución de aerogeneradores AIR-X en superficie de 800 m<sup>2</sup>**

Con cada modelo de aerogenerador, evidentemente, se tendrá una disposición diferente debido a las dimensiones. A continuación, se indican cuales serían estas disposiciones.

- En superficie A o C (300 m<sup>2</sup>):
  - o *AIR-X*: 6 filas de aerogeneradores, tres con 5 y otras tres con 4.
  - o *Whisper H40*: 3 filas, dos con 3 aerogeneradores y otra con 2.

- o *INCLIN 1.500*: 2 filas, una con 2 aerogeneradores y otra con 1.
- En superficie B (800 m<sup>2</sup>):
  - o *AIR-X*: 8 filas de aerogeneradores, cuatro con 11 y otras cuatro con 10.
  - o *Whisper H40*: 4 filas, dos con 6 aerogeneradores y otra dos con 5.
  - o *INCLIN 1.500*: 3 filas, dos con 4 aerogeneradores y otra con 3

El resto de superficies consideradas en las alternativas son combinaciones de éstas, por ese motivo basta solo con sumar los aerogeneradores para conocer las características de las instalaciones que se plantean y que se muestran a continuación.

Alternativa	Nº Aerogeneradores	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica
1	27	35.478	8
2	8	26.280	6
3	3	13.534	3
4	54	70.956	16
5	16	52.560	13
6	6	27.068	6
7	84	110.376	26
8	22	72.270	17
9	11	49.625	12
10	111	145.854	35
11	30	98.550	24
12	14	63.160	15
13	138	181.332	43
14	38	124.830	30
15	17	76.694	18

Los cálculos a realizar para obtener los datos que se muestran en la anterior tabla son iguales para todas las alternativas y se explican detalladamente en el punto 1 del ANEXO 20 con la alternativa 1.

## **14.3. Análisis económico**

### **14.3.1. Introducción**

Se van a discutir cuantitativamente cada energía renovable sin tener en cuenta si es uso directo, captada y acumulada o captada y conectada a red ya que ese enfoque se ha discutido en el apartado anterior referente al análisis técnico de las instalaciones.

Para decidir que alternativas resultan más ventajosas para la empresa desde el punto de vista económico, es necesario estimar el porcentaje de beneficios, sobre el coste del consumo total eléctrico, de cada una de las alternativas. Por eso, previamente, debemos conocer cual es dicho coste. Para los 100 MWh que se consumen actualmente al año el coste está en torno a 16.000 €, por tanto, considerando que el consumo futuro sea de 418 MWh/año (estimación que se hizo al considerar el funcionamiento conjunto del Centro I+D+i y del Centro de Producción) su coste será aproximadamente de 67.000 €.

### **14.3.2. Energía solar térmica a baja temperatura**

La demanda de la planta para el consumo de agua caliente se estimó en 25 KWh/día (9.125 kWh/año). Para esta demanda eran necesarios unos 2 colectores, que suponiendo un precio medio por cada colector de 900€, el coste total de los colectores ascendería a 1.800 €. En este tipo de instalaciones se considera que el precio de los colectores supone entorno al 50 % del coste total, por lo tanto se puede estimar el coste final en 3.600 €.

Si se quiere tener una idea del grado de rentabilidad de la inversión se debe comparar con el coste que supone responder a la demanda mencionada con combustibles.

Tomando el gas oil como referencia, conociendo que 1.100 kWh de energía se obtienen con 100 L de gasoil, para cubrir la demanda de ACS de la planta se necesitarían aproximadamente 830 L de dicho combustible. Si el coste medio del mismo es de 0,45€/L, la producción de ACS usando combustible asciende a 375 €.

Según datos del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, 1kg de gas propano equivale a 14 kWh o a 1,30 L de gas oil. Si el combustible consumido en la empresa fuera propano, se precisarían 640 kg que a 0,8628 €/kg (dato tomado del boletín oficial del estado 073 de 27/03/2.006) suponen un coste aproximado de 550 €/año.

La instalación quedaría amortizada en unos 6 años y medio, sin tener en cuenta que la subida en el precio de los combustibles fósiles se supone de 7 veces el precio actual en los próximos 10 años (según multitud de estudios como el de "Corporate & Investment Bank –CALYON). Tampoco se ha tenido en cuenta las subvenciones económicas existentes por parte del gobierno en la implantación de energías renovables y, por consiguiente, es posible que la amortización de las instalaciones fuese considerablemente menor.

### **14.3.3. Energía solar fotovoltaica**

Ya se ha expuesto anteriormente que la empresa suministradora de energía está obligada por ley a comprar la energía producida mediante energías renovables. En el R.D.436/2.004, se detalla que:

- Para instalaciones fotovoltaicas de no más de 100 kW de potencia instalada, la tarifa de venta de energía será de 575% durante los primeros 25 años y de 460% a partir de entonces.
- Para instalaciones fotovoltaicas de más de 100 kW de potencia instalada, la tarifa de venta de energía será de 300% durante los primeros 25 años y de 240% a partir de entonces.

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.

Desde este punto de vista hay que pensar en la energía solar fotovoltaica conectada a red como una oportunidad de reducir los costes eléctricos anuales de la empresa de forma respetuosa con el medioambiente.

Considerando que el precio aproximado de una instalación de 100 kWp son unos 600.000€, sin tener en cuenta el IVA ya que se tiene derecho a la devolución del mismo en cada declaración trimestral y tampoco el impuesto de sociedades ya que por el hecho de invertir en energía renovable se tiene derecho a su deducción, se mostrarán a continuación los aspectos económicos de las alternativas planteadas.

Alternativa	Pot. nominal planta (kWp)	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Beneficios sobre coste	Amortización (años)	
1	300 m2	30,4	45.570	11	182.278	20.345	30	9
2	600 m2	60,8	91.139	22	364.557	40.689	61	9
3	800 m2	81	121.519	29	486.076	54.253	81	9
4	1.100 m2	111,4	167.089	40	668.354	74.597	111	9
5	1.400 m2	141,8	212.658	51	850.633	94.942	142	9

Los cálculos a realizar para obtener los datos que se muestran en esta tabla son iguales para todas las alternativas y se explican detalladamente en el punto 2 del ANEXO 19 con la alternativa 1.

A partir de 9 años las instalaciones empezarían a producir beneficios. En la alternativa 1, los beneficios supondrían un ahorro aproximado del 30% sobre los costes eléctricos totales de la empresa, en la alternativa 2, el ahorro sería del 61%, en la alternativa 3 del 81% y ya con las alternativas 4 y 5 no solo se ahorrarían los costes eléctricos de la empresa sino que supondría unos ingresos extras.

Las instalaciones son mucho más rentables en el caso de ser iguales o menores de 100 kWp, por la existencia de subvenciones económicas por parte del gobierno. Por este motivo, en principio, las alternativas 4 y 5 se desestimarían.

#### **14.3.4. Energía eólica**

Los aerogeneradores pequeños abarcan una amplia gama de precios y características.

Cada aerogenerador cuesta aproximadamente:

- *AIR-X*: 750 €
- *Whisper H40*: 2.000 €
- *INCLIN 1.500*: 4.000 €

Los presupuestos que se mostrarán a continuación para cada alternativa se van a sobredimensionar un 20% con el objetivo de incluir otros costes de las instalaciones eólicas como son, por ejemplo, los costes de ingeniería.

Los beneficios obtenidos por las instalaciones se originan en la venta de la electricidad a la empresa suministradora. Al igual que en el caso de la energía solar fotovoltaica, en el RD 436/2.004 se establece la tarifa de venta del kWh eólico:

- Para instalaciones de no más de 5MW de potencia instalada será del 90% durante los quince primeros años desde su puesta en marcha y del 80% a partir de entonces.
- Para el resto, será del 90% durante los cinco primeros años, del 85% durante los 10 años siguientes y del 80% a partir de entonces.

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.

Alternativa		Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Presupuesto estimado (€)	Beneficios (€/año)	% Beneficios sobre coste	Amortización (años)	
1	300 m <sup>2</sup>	AIR-X	35.478	8	25.313	2.479	4	10
2		Whisper H40	26.280	6	20.000	1.836	3	11
3		INCLIN 1.500	13.534	3	15.000	946	1	16
4	600 m <sup>2</sup>	AIR-X	70.956	16	50.625	4.958	7	10
5		Whisper H40	52.560	13	40.000	3.673	5	11
6		INCLIN 1.500	27.068	6	30.000	1.892	3	16
7	800 m <sup>2</sup>	AIR-X	110.376	26	78.750	7.713	11	10
8		Whisper H40	72.270	17	55.000	5.050	7	11
9		INCLIN 1.500	49.625	12	55.000	3.468	5	16
10	1.100 m <sup>2</sup>	AIR-X	145.854	35	104.063	10.192	15	10
11		Whisper H40	98.550	24	75.000	6.887	10	11
12	1.100 m <sup>2</sup>	INCLIN 1.500	63.160	15	70.000	4.414	7	16
13	1.400 m <sup>2</sup>	AIR-X	181.332	43	129.375	12.671	19	10
14		Whisper H40	124.830	30	95.000	8.723	13	11
15		INCLIN 1.500	76.694	18	68.000	5.359	8	16

Los cálculos a realizar para obtener los datos que se muestran en la tabla anterior son iguales para todas las alternativas y se explican detalladamente en el punto 2 del ANEXO 20 con la alternativa 1.

Sabiendo que el tiempo de vida media de los aerogeneradores es de 25 años, lo más conveniente es tener instalaciones cuyo tiempo de amortización sea relativamente bajo, es decir, instalaciones compuestas por aerogeneradores AIR-X, que son las alternativas que mayor cobertura eléctrica presentan y más beneficios generan.

## 15. PROPUESTAS FINALES

### 15.1. Introducción

Las demandas energéticas a cubrir en Easy Industrial Solutions son de agua caliente sanitaria y de electricidad.

En la siguiente tabla van a aparecer todas las energías renovables posibles y la combinación entre ellas, junto con las demandas energéticas que son capaces de cubrir.

Energías renovables	ACS	E. Eléctrica
EST	X	-
ESF	-	X
EEo	-	X
EST+ESF	X	X
EST+EEo	X	X
ESF+EEo	-	X
EST+ESF+EEo	X	X

La nomenclatura seguida en la tabla es la siguiente:

- ACS: Agua caliente sanitaria
- EST: Energía Solar Térmica a baja temperatura
- ESF: Energía Solar Fotovoltaica
- EEo: Energía Eólica

A continuación se mostrará el resultado del primer descarte, donde se han rechazado todas aquellas situaciones en las cuales no se cubre alguna de las demandas.

<b>Energías renovables</b>	<b>ACS</b>	<b>E. Eléctrica</b>
EST+ESF	X	X
EST+EEo	X	X
EST+ESF+EEo	X	X

Como se puede comprobar, la última opción tiene múltiples combinaciones.

Seguidamente se van a plantear una serie de propuestas, que van a exponerse en orden, teniendo en cuenta desde la más tangible hasta la menos, como es el caso de la energía eólica.

## 15.2. Propuesta 1

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST(*)	-	-	3.600	550	-	7
TOTAL	-	-	3.600	550	-	7

(\*) Se otorgan 10 m<sup>2</sup> de la superficie de la cubierta del Centro de Producción para la implantación de esta instalación.

### 15.3. Propuesta 2

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST	-	-	3.600	550	-	7
ESF en 300 m <sup>2</sup> (*)	45.570	11	182.278	20.345	30	9
TOTAL	45.570	11	185.878	20.895	30	9

(\*) Los 300 m<sup>2</sup> pueden corresponder a la cubierta del Centro I+D+i o a la de la zona de aparcamientos.

### 15.4. Propuesta 3

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST	-	-	3.600	550	-	7
ESF en 600 m <sup>2</sup> (*)	91.139	22	364.557	40.689	61	9
TOTAL	91.139	22	368.157	41.239	61	9

(\*) Los 600 m<sup>2</sup> corresponden al conjunto formado por la superficie de la cubierta del Centro I+D+i más la de la zona de aparcamientos.

### 15.5. Propuesta 4

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	% Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST	-	-	3.600	550	-	7
ESF en 790 m <sup>2</sup> (*)	120.000	29	480.000	53.574	80	9
TOTAL	120.000	29	483.600	54.124	80	9

(\*) En esta opción, la superficie disponible para la instalación fotovoltaica es de 790 m<sup>2</sup> porque se está considerando la cubierta del Centro de Producción de 800 m<sup>2</sup> donde irán también la instalación de EST a la que se le otorga una superficie de 10 m<sup>2</sup>.

### 15.6. Propuesta 5

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST	-	-	3.600	550	-	7
ESF en 792 m <sup>2</sup>	120.000	29	480.000	53.574	80	9
EEO en 300 m <sup>2</sup> (*)	35.478	8	25.313	2.479	4	10
<b>TOTAL</b>	<b>155.478</b>	<b>37</b>	<b>508.913</b>	<b>56.603</b>	<b>84</b>	<b>10</b>

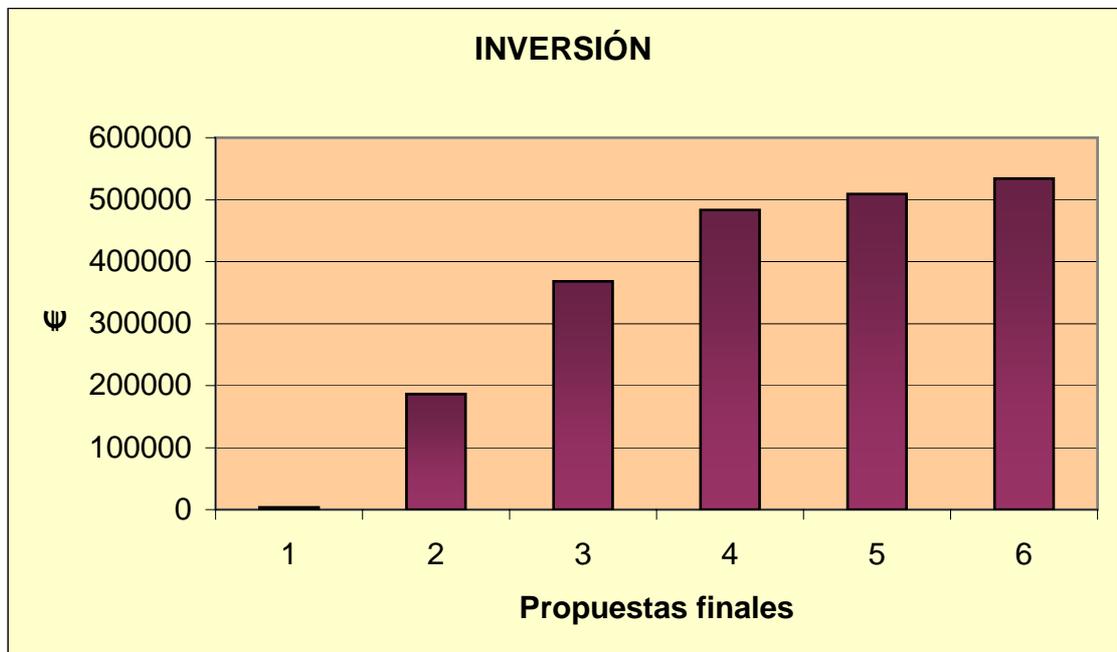
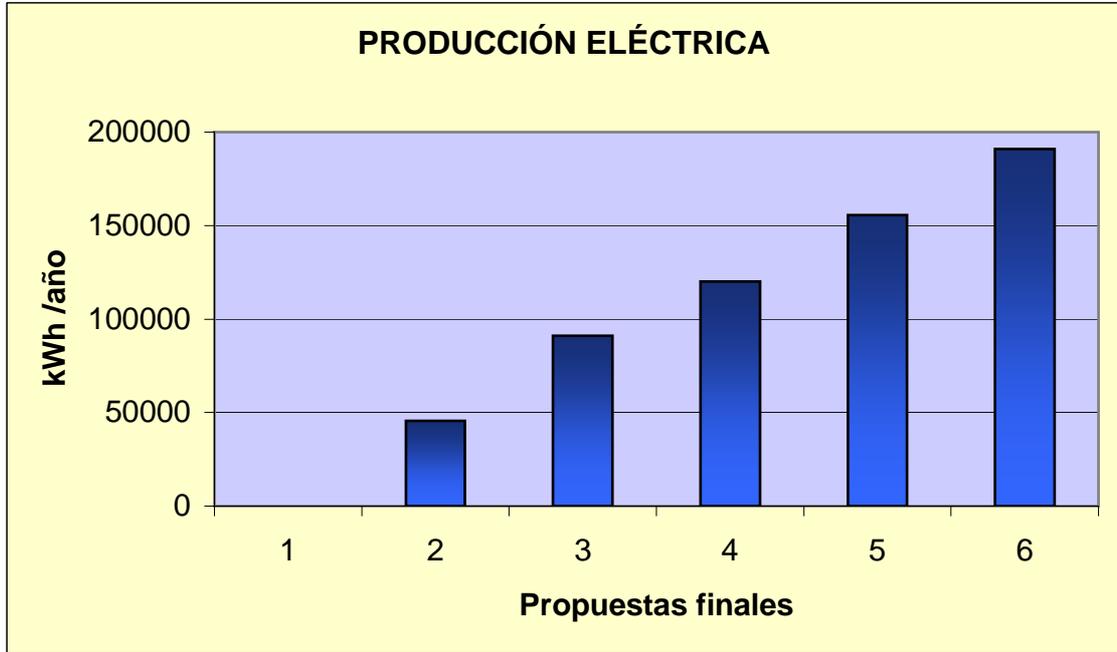
(\*) Los 300 m<sup>2</sup> pueden corresponder a la cubierta del Centro I+D+i o a la de la zona de aparcamientos. La EST y la ESF ocuparían la superficie de la cubierta del Centro de Producción.

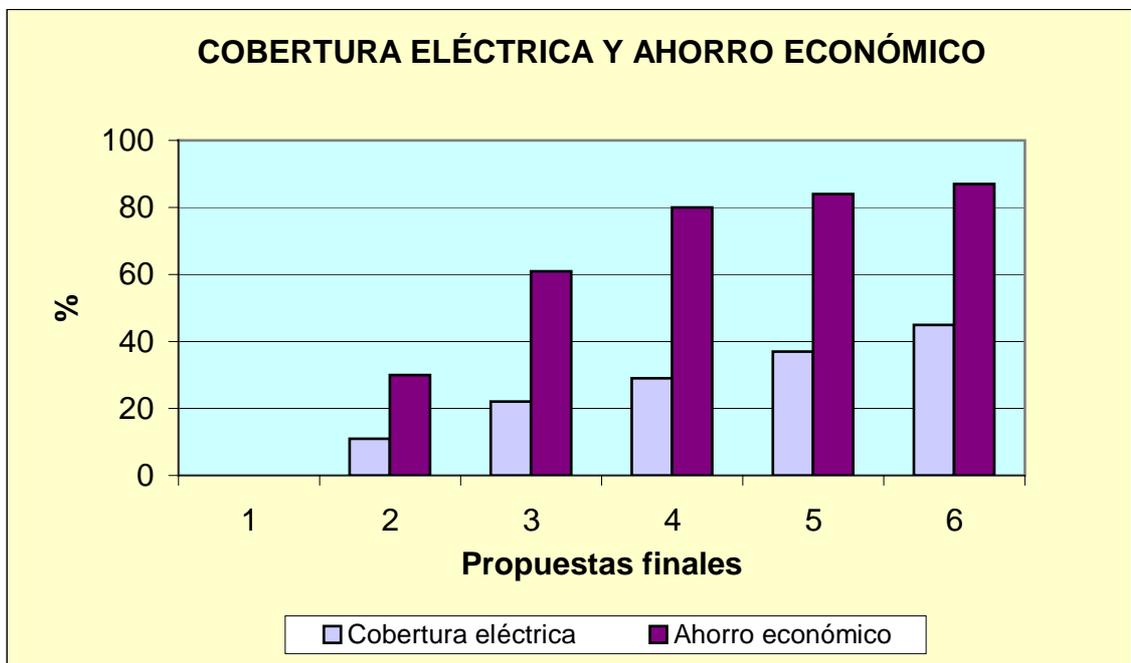
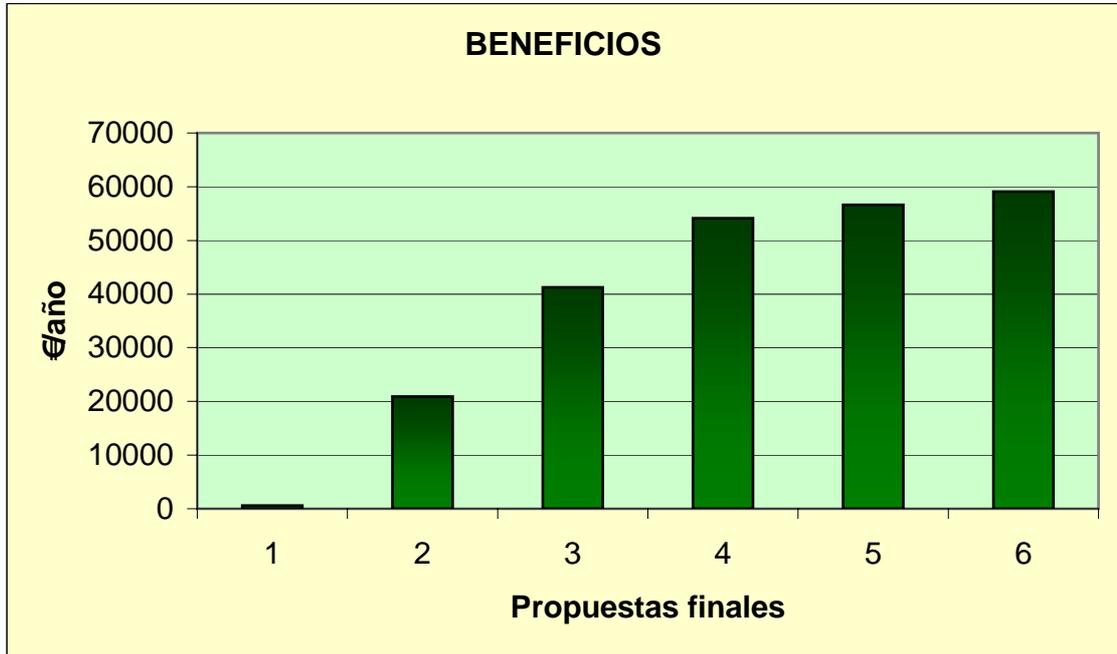
### 15.7. Propuesta 6

Característica de la instalación	Producción (kWh/año)	%Cobertura eléctrica	Inversión estimada (€)	Beneficios (€/año)	% Ahorro económico	Amortización (años)
EST	-	-	3.600	550	-	7
ESF en 790 m <sup>2</sup>	120.000	29	480.000	53.574	80	9
EEO en 600 m <sup>2</sup> (*)	70.956	16	50.625	4.958	7	10
TOTAL	190.956	45	534.225	59.082	87	10

(\*) Los 600 m<sup>2</sup> corresponden al conjunto formado por la superficie de la cubierta del Centro I+D+i más la de la zona de aparcamientos. La EST y la ESF ocuparían la superficie de la cubierta del Centro de Producción.

### 15.8. Comparativa de datos

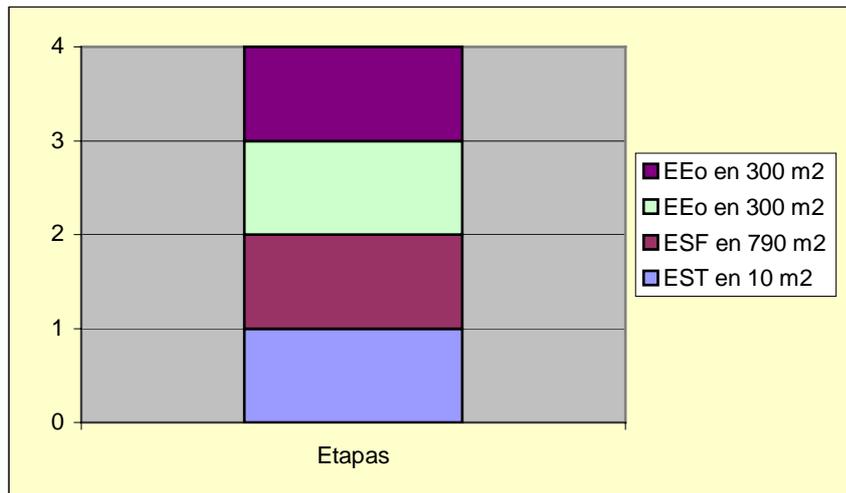




## 16. CONCLUSIONES

- 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.
- 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.
- La previsión de aumento del IPC energético es de aproximadamente un 1,5% anual, por lo que el precio de la energía aumentará anualmente. El disponer de instalaciones productoras de energía eléctrica en ese entorno económico, supondrá un ahorro más valorado.
- El precio de venta de la energía producida aumentará también según la revisión anual de IPC energético. Es por ello que empresas que dispongan de instalaciones productoras de energía eléctrica no notarán el aumento del precio energético. Además, cuando se firma el contrato de venta de la energía eléctrica con la empresa suministradora se establece como mínimo precio de venta el que prevalezca en ese momento, de manera que si en algún momento el IPC cae, las instalaciones que ya estén firmadas se verán beneficiadas por esa caída.
- En las instalaciones solares térmicas se ha expuesto que los beneficios derivan del ahorro de combustible. Se prevé un importante aumento del precio del combustible en los próximos años con lo que dicho ahorro aumentará.

- Las energías renovables aplicables a la empresa se podrán incorporar de forma paulatina y por etapas. Como ejemplo de la última propuesta, que resulta la más completa ya que alberga las tres energías renovables posibles y toda la superficie disponible para dichas instalaciones, las etapas a seguir serían las siguientes:



- La primera y segunda etapa se pueden llevar a cabo de forma simultánea. La primera consiste en la instalación de placas solares y un depósito de agua en la cubierta del Centro de Producción, otorgando para ello unos 10 m<sup>2</sup> de superficie. En la etapa dos se colocarían los módulos fotovoltaicos en la superficie restante de dicha cubierta (790 m<sup>2</sup>). De acuerdo con el estudio técnico y económico, resulta más ventajosa la instalación de energía solar fotovoltaica en esta superficie que la energía eólica, el único inconveniente es que para que el gobierno conceda las subvenciones existentes para este tipo de energía la instalación debe ser menor o igual a 100 kWp y, por tanto, si se pretende percibir esta ayuda ya no sería posible realizar más instalaciones fotovoltaicas en el resto de superficies disponibles. Por ello, la etapa 3 y 4 consisten en la instalación de aerogeneradores en la cubierta del Centro I+D+i y en la de la zona de aparcamiento, respectivamente. Esta opción asegura que los aerogeneradores no produzcan sombras en las placas solares ni en los módulos fotovoltaicos.

- 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 19 y 20. 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 ANEXO 21).
- 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 seis propuestas finales se pueden tener múltiples.
- Se anexan las páginas Excel que estudian las instalaciones renovables fotovoltaicas y eólicas que aparecen en las propuestas finales:
  - ESF en 300 m<sup>2</sup> (la ESF en 600 m<sup>2</sup> es simplemente el doble de producción, inversión y ahorro)
  - ESF en 790 m<sup>2</sup>
  - EEO en 300 m<sup>2</sup> con aerogeneradores AIR-X (la EEO en 600 m<sup>2</sup> con aerogeneradores AIR-X es simplemente el doble de producción, inversión y ahorro).

# ANEXOS

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1: CUESTIONARIO.....</b>	<b>3</b>
<b>ANEXO 2: INVENTARIO DE EQUIPOS DE CONSUMO ENERGÉTICO .....</b>	<b>11</b>
<b>ANEXO 3: POTENCIA INSTALADA.....</b>	<b>15</b>
<b>ANEXO 4: FACTURACIÓN REAL .....</b>	<b>20</b>
<b>ANEXO 5: CICLO DE AUTOCLAVE.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO 6: CONSUMO MENSUAL ESTIMADO POR PARTIDAS.....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO 7: TIPOS DE DISCRIMINACIÓN HORARIA .....</b>	<b>37</b>
<b>ANEXO 8: CONSUMO ELÉCTRICO ESTIMADO .....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXO 9: COSTE TOTAL ESTIMADO .....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXO 10: COMPARACIÓN DEL CONSUMO Y DEL COSTE REAL Y ESTIMADO .....</b>	<b>51</b>
<b>ANEXO 11: RECARGOS Y BONIFICACIONES DEL COMPLEMENTO POR ENERGÍA REACTIVA .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 12: FACTOR DE POTENCIA DEL TRANSFORMADOR .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 13: PANEL DE INDICADORES ENERGÉTICOS.....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 14: CARTEL DE AHORRO ENERGÉTICO .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 15: INFORME DE OPTIMIZACIÓN EN ILUMINACIÓN.....</b>	<b>68</b>
<b>ANEXO 16: MEDIDOR DE POTENCIA.....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO 17: BATERÍA DE CONDENSADORES.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO 18: EQUIPOS DE ENERGÍAS RENOVABLES .....</b>	<b>81</b>

<b>ANEXO 19: CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 1 DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO 20: CÁLCULOS DEL ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DE LA ALTERNATIVA 1 DE ENERGÍA EÓLICA .....</b>	<b>99</b>
<b>ANEXO 21: PÁGINA EXCEL PARA ESTUDIO DE VIABILIDAD DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS.....</b>	<b>104</b>

## **ANEXO 1: Cuestionario**

**1.**

### **Datos Generales**

1. Nombre/C.I.F. de la empresa
2. Dirección
3. Teléfono
4. Representante

### **2. Características del edificio**

5. Superficie construida
6. Superficie climatizada
7. Índice de ocupación medio del edificio
8. Número de plantas y superficie
9. Orientación del edificio
10. Coeficiente global de transmisión de calor del edificio
11. Coeficientes de transmisión térmica de los cerramientos (cubiertas, fachadas, etc.)
12. Superficies acristaladas tipo
13. ¿Dispone de protecciones solares?
14. Tipo de puertas de acceso al edificio
15. ¿Tienen todas las puertas externas mecanismos de cierre?
16. ¿Están permanentemente selladas todas las puertas y ventanas que no se usan?
17. ¿Están aisladas las paredes con cámara de aire?
18. ¿Están debidamente aislados todos los techos?
19. ¿Existen claraboyas?

### **3. Energía**

20. ¿Cómo se analiza y supervisa el consumo de energía?

- a. Desde la dirección de la empresa o en el sitio de consumo.
  - b. De manera continua o periódica.
  - c. De acuerdo a un programa o irregularmente.
21. ¿Si periódicamente, cuando fue la última vez?
22. ¿Cómo se analiza el consumo de energía?
- a. Por departamentos
  - b. Por productos
  - c. Por fuentes de energía
  - d. Mensualmente o por número de días laborales (o turnos)
  - e. Por costos
  - f. Distribuido entre iluminación, agua caliente, fuerza motriz, refrigeración, etc.
  - g. Por oficinas, planta, almacenes, depósitos, bodegas, transporte.
23. ¿Identifica el análisis la relación entre el consumo de energía y el nivel de producción (de actividad)?
24. ¿Qué unidades se emplean?
25. ¿Cuáles son las condiciones en que se hacen las lecturas de los contadores?
26. ¿Con qué frecuencia se leen los contadores?
27. ¿Hay contadores internos, qué registros se llevan?
28. ¿Existe un estimado de costos/presupuesto de energía?
29. ¿Se han establecido estándares, esto es, estándares de consumo de energía para cada proceso o para cada edificio o planta?
30. ¿Es comparable el consumo de energía con el de...?
- a. Períodos anteriores
  - b. Otros lugares
  - c. Otras compañías

d. Otras industrias

(La comparación debe tener en cuenta las condiciones del clima y los días trabajados).

31. ¿Ha establecido la administración metas?
  - a. Para valores absolutos de consumo de energía;
  - b. Para valores de consumo basados en la actividad
  - c. Para diferentes niveles de inactividad
  - d. Porcentajes de reducción de consumo
32. ¿Considera la administración la información sobre consumo de energía como parte esencial del sistema de información de la administración?
33. ¿Qué campañas de educación o propaganda dirigida a los empleados se han adelantado para promover la conservación de energía?
34. ¿Qué acciones se adelantan o se han adelantado para reciclar energía?
  - a. Vender subproductos o desechos con contenido energético intrínseco
  - b. Recuperación de calor del aire, agua, productos calientes, etc.
  - c. Utilización de residuos como combustible
35. ¿Existe ya y/o se está considerando una lista de inversiones de ahorro de energía, clasificadas de acuerdo a una orden de prioridades, con cálculos detallados de costos y retorno de la inversión?

**4. Electricidad**

36. Compañía suministradora
37. Nº Acometidas
38. Transformadores (número y potencia)
39. Tensión de suministro
40. Potencia eléctrica contratada
41. Tipo de tarifa y discriminación horaria
42. Energía reactiva y factor de potencia.

- 43. Batería de condensadores (potencia y escalones)
- 44. Potencia total instalada
- 45. Potencia instalada por áreas y equipos
- 46. Consumo eléctrico y coste total

**5. Instalaciones de iluminación**

- 47. Número y tipo de plantas luminarias
- 48. Sistema de encendido y regulación de la iluminación
- 49. ¿El sistema de iluminación fluorescente tiene equipos de encendido convencionales (cebador + reactancia) o balasto electrónico?
- 50. ¿Se usan fotocélulas para controlar automáticamente las luces internas?

**6. Instalación de calefacción**

- 51. Sistema de calefacción
- 52. Potencia y número de generadores
- 53. Tipo de elementos terminales y regulación
- 54. ¿Dispone de contadores de combustible?
- 55. ¿El aire acondicionado se controla manualmente, mediante termostato o con temporizador?
- 56. ¿Están los termostatos y sensores de temperatura colocados en los lugares correctos?
- 57. ¿Están los temporizadores de calefacción/ventilación programados para los ciclos de ocupación?
- 58. Si se tiene calefacción eléctrica, ¿se apaga automáticamente cuando no se necesita?
- 59. ¿Se apagan los calentadores automáticamente cuando se abren las puertas de las zonas de carga, garajes y talleres?

**7. Instalación de A.C.S.**

- 60. Sistema de producción de A.C.S
- 61. Potencia y número de generadores
- 62. Sistema de acumulación
- 63. Tipo de griferías (temporizada...)
- 64. Sistema de regulación automático

**8. Instalación de refrigeración**

- 65. Sistema de refrigeración
- 66. Potencia y número de equipos
- 67. Nº etapas y parcialización
- 68. Sistema de regulación automático
- 69. Tipo de elementos terminales y regulación

**9. Instalación de ventilación**

- 70. ¿Se emplea algún sistema de enfriamiento gratuito del edificio o ventilación natural total?
- 71. ¿Incorpora el sistema de ventilación la recirculación de aire?
- 72. ¿Es excesiva la ventilación?
- 73. ¿Están los ventiladores equipados con clapetas de cierre?

**10. Control centralizado por ordenador**

- 74. Sistema empleado
- 75. Instalación que controla

**11. Combustibles**

- 76. Tipo de combustible empleado para cada instalación y consumo anual estimado

77. Almacenamiento de combustibles

- a. ¿Es necesario calentar los tanques de almacenamiento? En caso afirmativo:
- b. ¿Cómo se hace?
- c. ¿Se mantienen a la temperatura más económica?
- d. ¿Están adecuadamente aislados?

**12. Agua**

- 78. Consumo medio estimado
- 79. Precio del m<sup>3</sup> de agua
- 80. Empresa suministradora
- 81. Presión de alimentación
- 82. Características del grupo de presión
- 83. Capacidad del depósito de almacenamiento
- 84. ¿Se emplea algún tratamiento para el agua de consumo?
- 85. ¿Se emplea algún tratamiento para el agua de las instalaciones?
- 86. Uso estimado del agua en % (agua potable, instalaciones, PCI,...)
- 87. Nivel freático
- 88. ¿Existe algún cauce de agua natural, pozo o aguas subterráneas aprovechables?
- 89. ¿Tienen todos los depósitos de los WC únicamente una capacidad de 7 litros?
- 90. ¿Grifos de cuarto de giro o con estranguladores de flujo (pulsador)?

**13. Aguas residuales**

- 91. Vertidos de aguas residuales previsto (volumen, características,...)
- 92. Reutilización del vertido previsto de aguas residuales
- 93. Posibilidad de aprovechamiento de efluentes térmicos

94. ¿Se aprovecha el agua de condensación de las baterías de frío?

**14. Residuos sólidos**

95. Cuantía prevista

96. Sistema actual de tratamiento de los residuos

97. ¿Se prevé algún tipo de tratamiento?

**15. Procesos**

98. ¿Hasta qué punto el mantenimiento que se realiza es un mantenimiento planificado?

99. ¿Están adecuadamente aislados las tuberías y los tanques?

100. ¿Se recupera el condensado?

101. ¿Se ha verificado la eficiencia de calderas y hornos?

102. ¿Se han ajustado las temperaturas de los procesos al nivel mínimo requerido?

103. ¿Se mantiene la purga de las calderas en el nivel óptimo?

104. ¿Está operando eficientemente la planta de refrigeración?

105. ¿Hay fugas de vapor, agua caliente o aire comprimido?

## **ANEXO 2: Inventario de equipos de consumo energético**

<b>Divisiones</b>	<b>Zona</b>	<b>Grupo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Características básicas</b>	<b>Potencia (W)/ud</b>	<b>nº unidades</b>
<b>Consultoria</b>	<i>Oficina general</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	18	64
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1300-1400	2
		Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	70	5
			Portatiles	-	25	1
			Impresoras	-	16	1
			Fotocopiadora/impresora	-	1050	1
			Fax	-	6	1
	Máquina de agua	-	100	1		
	<i>Despacho</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	18	8
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1300-1400	1
Equipos de oficina		Trituradora de papel	-	8	1	
		Portatiles	-	25	1	
<i>Sala reuniones</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	18	8	
	Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1300-1400	1	
<b>Materiales compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	18
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1200-1300	2
	Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	70	5	
		Portatiles	-	25	2	
		Fotocopiadora/impresora	-	1050	1	
		Plotter	-	150	1	

Divisiones	Zona	Grupo	Equipos	Características básicas	Potencia (W)/ud	nº unidades
			Máquina café	-	1800	1
			Máquina refrescos	-	600	1
			Microondas	-	1200	1
	<i>Despacho1</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	4
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1200-1300	1
		Equipos de oficina	Portátil	-	25	1
	<i>Despacho2</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	4
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1200-1300	1
		Equipos de oficina	Portátil	-	25	1
	<i>Sala reuniones</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	12
		Climatización	Aire acondicionado	para frío y calor	1200-1300	1
		Equipos de oficina	Proyector	-	180	1
	<i>Sala limpia</i>	Alumbrado	Fluorescente	con reactancia	18	82
		Equipos de oficina	Ordenadores	de pantalla plana	70	1
		Equipos de producción	Frigorífico	-	240	1
			Bomba de vacío	-	2200	1
			Equipo acondicionamiento	-	24360	1
	<i>Producción</i>	Alumbrado	Vapor de mercurio	-	25	2
		Equipos de producción	Autoclave	-	113000	1
			Bomba vacío autoclave	-	150	1

<b>Divisiones</b>	<b>Zona</b>	<b>Grupo</b>	<b>Equipos</b>	<b>Características básicas</b>	<b>Potencia (W)/ud</b>	<b>nº unidades</b>
			Bombas agua autoclave	-	3000	2
			Compresor aire	-	11000	1
			Máquina de corte	-	2500	1
			Extractor de polvo	-	370	1
			Cámara frigorífica	-	2400	1
<b>Servicios públicos</b>	<i>Zona común</i>	Alumbrado	Fluorescentes	con reactancia	18	8
	<i>Ducha</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	1
	<i>Servicio hombre</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	1
	<i>Servicio mujer</i>	Alumbrado	CFL	integrada	26	1
<b>Exterior</b>	<i>Exterior</i>	Alumbrado	Vapor de mercurio	-	490	1

## **ANEXO 3: Potencia instalada**

## 1. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

División	Zona	Equipos	nº unidades	Potencia (Kw)/ud	Potencia total (Kw)	nº horas funcionamiento/día
<i>Materiales compuestos</i>	<i>Producción</i>	Autoclave	1	113	113	4,32 horas/ciclo
		Bomba vacío autoclave	1	0,15	0,15	0,17 horas/ciclo
		Bombas agua autoclave	2	3	6	4,32 horas/ciclo
		Compresor aire	1	11	11	4,32 horas/ciclo 10 horas/día
		Máquina de corte	1	2,5	2,5	10
		Extractor de polvo	1	0,37	0,37	10
		Cámara frigorífica (junto registro temperatura)	1	2,4	2,4	24
	<i>Sala limpia</i>	Frigorífico	1	0,24	0,24	24
		Bomba de vacío	1	2,2	2,2	16
		Equipo de acondicionamiento	1	24,36	24,36	16

**POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EQUIPOS DE PRODUCCIÓN: 162,22 Kw**

## 2.

## EQUIPOS DE OFICINA

División	Área	Equipo	nº unidades	Potencia (Kw)/ud	Potencia total (Kw)	nº horas funcionamiento/día
<b>Consultoría</b>	<i>Oficina general</i>	Ordenadores (pantalla plana)	3	0,07	0,21	8
			2	0,07	0,14	4
		Portátiles	1	0,025	0,025	5
		Impresoras	1	0,016	0,016	0,1
		Fotocopiadora/impresora	1	1,05	1,05	0,2
		Fax	1	0,006	0,006	0,1
	Máquina de agua	1	0,1	0,1	0,3	
	<i>Despacho</i>	Portátiles	1	0,025	0,025	5
	Trituradora de papel	1	0,008	0,008	0	
<b>Mat. Compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	Ordenadores (pantalla plana)	5	0,07	0,35	8
		Portátiles	2	0,025	0,05	4
			2	0,025	0,05	8
		Fotocopiadora/impresora	1	1,05	1,05	0,2
		Plotter	1	0,15	0,15	0
		Máquina café	1	1,8	1,8	0,3
		Máquina refrescos	1	0,6	0,6	0,3
	Microondas	1	1,2	1,2	0,3	
	<i>Sala reunión</i>	Proyector	1	0,18	0,18	0
<i>Sala limpia</i>	Ordenadores (pantalla plana)	1	0,07	0,07	16	

**POTENCIA TOTAL INSTALADA EN EQUIPOS DE OFICINA: 7,08 Kw**

### 3. EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

División	Área	Tipo climatización	Unidades	Potencia (Kw)/ud	Potencia total (Kw)	nº horas funcionamiento/día
<b>Consultoría</b>	<i>Oficina general</i>	Aire acondicionado	2 splits	1,3 (frío) 1,4 (calor)	2,8	3 - 5
	<i>Despacho</i>		1 split		1,4	2 - 3
	<i>Sala reuniones</i>		1 split		1,4	0,5
<b>Materiales compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	Aire acondicionado	2 splits	1,2 (calor) 1,3 (frío)	2,6	4 - 6
	<i>Despacho1</i>		1 split		1,3	2 - 3
	<i>Despacho2</i>		1 split		1,3	2 - 3
	<i>Sala reuniones</i>		1 split		1,3	0,5

**POTENCIA TOTAL INSTALADA EN CLIMATIZACIÓN: 12,1 Kw**

### 4.

## EQUIPOS DE ALUMBRADO

División	Área	Tipo de lámpara	nº lámparas/ luminarias	nº luminarias	Potencia (Kw)/lámpara	Potencia total (Kw)	nº horas funcionamiento/día
<b>Consultoría</b>	Oficina general	Fluorescente + reactancia	4	8	0,018	0,576	8
			4	8	0,018	0,576	4
	Despacho		4	2	0,018	0,144	4
	Sala reuniones		4	2	0,018	0,144	2
<b>Materiales compuestos</b>	Oficina general	CFL integrada	2	9	0,026	0,468	8
	Despacho1	CFL integrada	2	2	0,026	0,104	2
	Despacho2	CFL integrada	2	2	0,026	0,104	2
	Sala reuniones	CFL integrada	2	6	0,026	0,312	2
	Sala limpia	Fluorescente + reactancia	4	21	0,018	1,512	16
	Producción	Vapor de mercurio	1	2	0,25	0,5	12
<b>Servicios públicos</b>	Zona comùn	Fluorescente + reactancia	4	2	0,018	0,144	1
	Ducha	CFL integrada	1	1	0,026	0,026	1
	Servicio hombre	CFL integrada	1	1	0,026	0,026	1
	Servicio mujer	CFL integrada	1	1	0,026	0,026	1
<b>Exterior</b>	Alumbrado exterior	Vapor de mercurio	1	3	0,4	1,2	0

**POTENCIA TOTAL INSTALADA EN ILUMINACIÓN: 5,862 Kw**

## **ANEXO 4: Facturación real**

## 1. DATOS DE FACTURAS ELÉCTRICAS AÑO 2006

	<b>Factura 1</b>	<b>Factura 2</b>	<b>Factura 3</b>	<b>Factura 4</b>	<b>Factura 5</b>
<b>Periodo facturación</b>	9/8/05 a 21/12/05	21/12/05 a 1/6/06	1/6/06 a 26/9/06	26/9/06 a 3/11/06	3/11/06 a 28/11/06
<b>Consumo activa (Kwh)</b>	32.399	34.304	34.302	10.915	9.981
<b>Energía reactiva (KVArh)</b>	32.236	31.499	31.499	9.640	8.084
<b>Coste reactiva (€)</b>	421,9	652,62	626,68	185,9	109,76
<b>Coste total (€)</b>	4.935,23	5.837,54	5.521,48	1.835,54	1.377,85
<b>Meses</b>	4,46	5,4	3,9	1,26	0,63
<b>Consumo mensual activa (Kwh)</b>	7.264,35	6.352,59	8.795,38	8.662,70	1.5842,86
<b>Energía reactiva mensual (KVArh)</b>	7.227,80	5.833,15	8.076,67	7.650,79	1.2831,75
<b>Coste mensual reactiva (€)</b>	94,59	115,85	160,69	147,54	174,22
<b>Coste mensual total (€)</b>	1.106,55	1.081,02	1.415,76	1.456,78	2.187,06

## 2.

## CONSUMO Y COSTE ELÉCTRICO DEL AÑO 2006

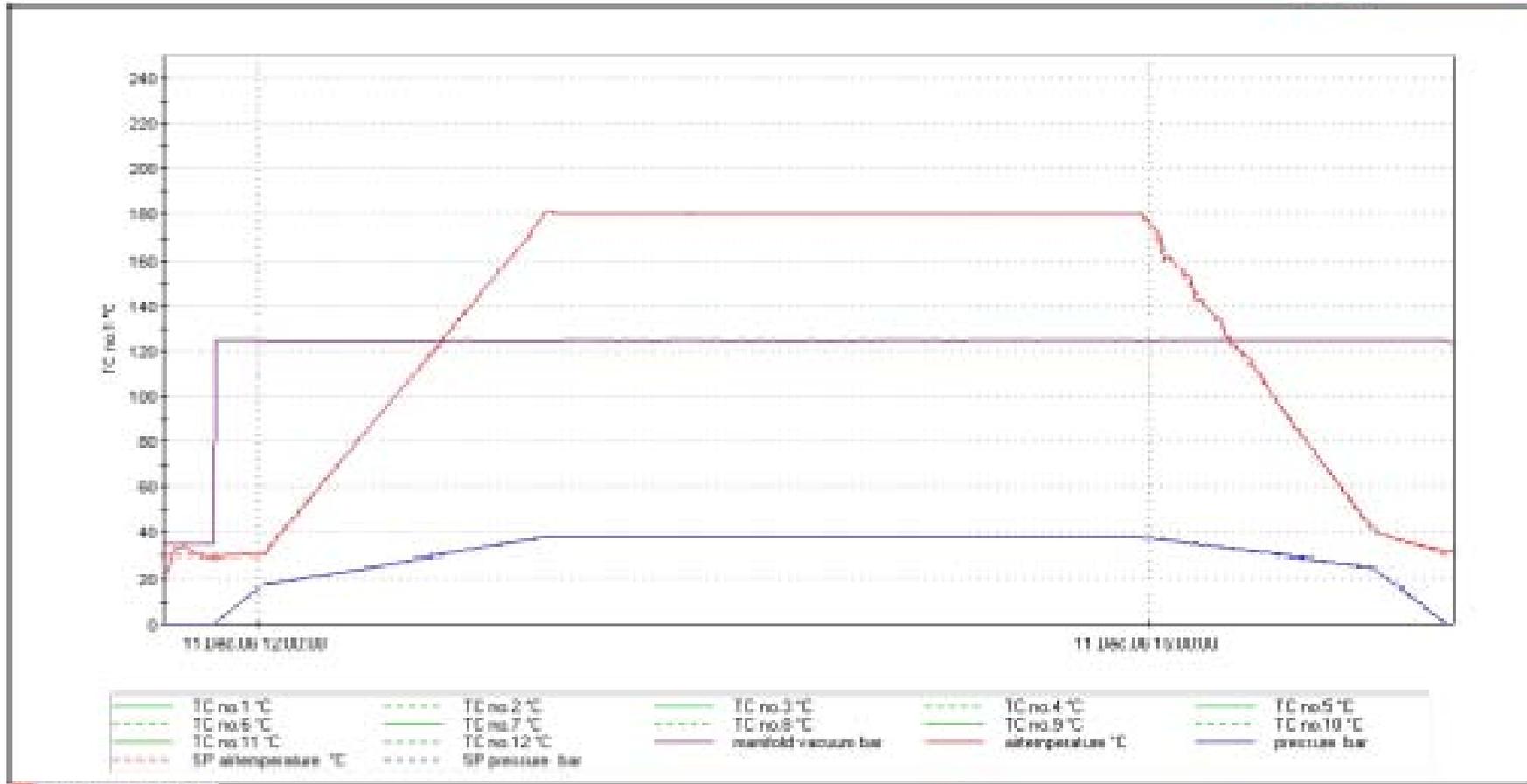
Mes	Consumo activa (Kwh)	Consumo reactiva (KVArh)	Coste reactiva (€)	€/KVArh	Coste total (€)
<i>Enero</i>	6.352,59	5.833,15	115,85	0,019861	1.081,02
<i>Febrero</i>	6.352,59	5.833,15	115,85	0,019861	1.081,02
<i>Marzo</i>	6.352,59	5.833,15	115,85	0,019861	1.081,02
<i>Abril</i>	6.352,59	5.833,15	115,85	0,019861	1.081,02
<i>Mayo</i>	6.352,59	5.833,15	115,85	0,019861	1.081,02
<i>Junio</i>	8.795,38	8.076,67	160,69	0,019895	1.415,76
<i>Julio</i>	8.795,38	8.076,67	160,69	0,019895	1.415,76
<i>Agosto</i>	8.795,38	8.076,67	160,69	0,019895	1.415,76
<i>Septiembre</i>	8.795,38	8.076,67	160,69	0,019895	1.415,76
<i>Octubre</i>	8.662,70	7.650,79	147,54	0,019284	1.456,78
<i>Noviembre</i>	15.842,86	12.831,75	174,22	0,013577	2.187,06
<i>Diciembre</i>	7.264,35	7.227,80	94,59	0,013088	1.106,55
<b>Anual</b>	<b>98.714,41</b>	<b>89.182,75</b>	<b>1.638,38</b>	<b>0,018371</b>	<b>15.818,58</b>

## **ANEXO 5: Ciclo de autoclave**

# Batch Run - autoclave no.1

Batch No.: 540 Operator: operator  
 Batch Name: CICLO 180 C

Time of Batch Start: 11/12/2005 / 11:41:10  
 Time of Batch End: 11/12/2005 / 16:02:05



Copyright © 2000 STANGE Elektronik GmbH

Date: 13/12/2005

## **ANEXO 6: Consumo mensual estimado por partidas**

## 1. CONSUMO MENSUAL ESTIMADO DE LOS EQUIPOS DE PRODUCCIÓN

División	Zona	Equipos	Capacidad	nº unidades	Potencia (Kw)/uds	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes	
<b>Materiales Compuestos</b>	<b>Producción</b>	Autoclave	Según fase del ciclo	1	86,2 Kwh/ciclo		28 ciclos/mes	2.413,6	
		Bomba vacío autoclave	100%	1	0,15	0,17 horas/ciclo	28 ciclos/mes	0,7	
		Bombas agua autoclave	100%	2 pero funcionan alternativamente	3	4,32 horas/ciclo		28 ciclos/mes	362,9
		Compresor aire	50%	1	11 11	4,32 horas/ciclo 10	28 ciclos/mes 4	665,3 220	
		Máquina de corte	100%	1	2,5	10	4	100	
		Extractor de polvo	100%	1	0,37	10	4	14,8	
		Cámara frigorífica (junto registro temperatura)	60%	1	2,4	24	30	1036,8	
	<b>Sala limpia</b>	Frigorífico	60%	1	0,24	24	30	103,7	
		Bomba de vacío	50%	1	2,2	16	24	422,4	
		Equipo de acondicionamiento	75% <sup>1</sup>	1	La potencia consumida depende del mes	16	24	s/mes	

**CONSUMO MENSUAL ESTIMADO EN EQUIPOS DE PRODUCCIÓN: 5.304,2 Kwh (exceptuando el equipo de acondicionamiento)**

<sup>1</sup> La capacidad total del equipo de acondicionamiento dependerá de la época del año, por eso se realiza un estudio individualizado de dicho equipo.

**2. CONSUMO MENSUAL ESTIMADO DEL EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE SALA LIMPIA**

Mes	T(° C)	%	Pot. Equipo (kw)	Capacidad (75%)	Pot. Consumida (Kw)	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
<i>Enero</i>	14	64	24,36	18,27	11,69	16	24	<b>4.490,04</b>
<i>Febrero</i>	16	48			8,77			<b>3.367,53</b>
<i>Marzo</i>	19	24			4,38			<b>1.683,76</b>
<i>Abril</i>	21	8			1,46			<b>561,25</b>
<i>Mayo</i>	25	24			4,38			<b>1.683,76</b>
<i>Junio</i>	30	64			11,69			<b>4.490,04</b>
<i>Julio</i>	35	100			18,27			<b>7.015,68</b>
<i>Agosto</i>	37	100			18,27			<b>7.015,68</b>
<i>Septiembre</i>	32	80			14,62			<b>5.612,54</b>
<i>Octubre</i>	25	24			4,38			<b>1.683,76</b>
<i>Noviembre</i>	21	8			1,46			<b>561,25</b>
<i>Diciembre</i>	15	56			10,23			<b>3.928,78</b>

3.

### CONSUMO MENSUAL ESTIMADO DE LOS EQUIPOS DE OFICINA

División	Área	Equipo	nº unidades	Potencia (Kw)/ud	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
<b>Consultoría</b>	<i>Oficina general</i>	Ordenadores (pantalla plana)	3	0,07	8	22	37
			2	0,07	4	22	12,3
		Portátiles	1	0,025	5	22	2,8
		Impresoras	1	0,016	0,1	22	0,04
		Fotocopiadora/impresora	1	1,05	0,2	22	4,6
		Fax	1	0,006	0,1	22	0,013
	Máquina de agua	1	0,1	0,3	22	0,66	
	<i>Despacho</i>	Portátiles	1	0,025	5	22	2,8
	Trituradora de papel	1	0,008	0	0	0	
<b>Materiales Compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	Ordenadores (pantalla plana)	5	0,07	8	24	67,2
		Portátiles	2	0,025	8	22	8,8
		Fotocopiadora/impresora	1	1,05	0,2	24	5
		Plotter	1	0,15	0	0	0
		Máquina café	1	1,8	0,3	24	13
		Máquina refrescos	1	0,6	0,3	24	4,3
		Microondas	1	1,2	0,3	15	5,4
	<i>Despacho1</i>	Portátil	1	0,025	4	20	2
	<i>Despacho2</i>	Portátil	1	0,025	4	20	2
	<i>Sala reunión</i>	Proyector	1	0,18	0	0	0

División	Área	Equipo	nº unidades	Potencia (Kw)/ud	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
	<i>Sala limpia</i>	Ordenadores (pantalla plana)	1	0,025	16	24	26,9

**CONSUMO MENSUAL TEÓRICO EN EQUIPOS DE OFICINA: 194,7 Kwh**

4.

## CONSUMO TOTAL ESTIMADO DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN

### 4.1. POTENCIA ESTIMADA<sup>2</sup>

Mes	T(° C)	%	División	Unidades	Pot. (Kw)/ud.	Capacidad (80%)	Pot. Consumida (Kw)
<b>Enero</b>	14	80	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,4	1,12	0,896
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,2	0,96	0,768
<b>Febrero</b>	16	64	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,4	1,12	0,717
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,2	0,96	0,614
<b>Marzo</b>	19	40	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,4	1,12	0,448
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,2	0,96	0,384
<b>Abril</b>	21	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.					
<b>Mayo</b>	25	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.					
<b>Junio</b>	30	48	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,499
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,499
<b>Julio</b>	35	88	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,915
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,915
<b>Agosto</b>	37	100	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	1,04

<sup>2</sup> La capacidad total de los equipos depende de la época del año, al igual que ocurre con el equipo de acondicionamiento de la sala limpia.

<b>Mes</b>	<b>T(° C)</b>	<b>%</b>	<b>División</b>	<b>Unidades</b>	<b>Pot. (Kw)/ud.</b>	<b>Capacidad (80%)</b>	<b>Pot. Consumida (Kw)</b>	
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	1,04	
<b>Septiembre</b>	32	64	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,666	
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,3	1,04	0,666	
<b>Octubre</b>	25	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Noviembre</b>	21	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Diciembre</b>	15	72	Consultoría	4 splits (1 no se usa)	1,4	1,12	0,806	
			Materiales Compuestos	5 splits (1 no se usa)	1,2	0,96	0,691	

#### 4.2. CONSUMO MENSUAL ESTIMADO

Mes	División	Área	Unidades	Pot. Consumida (Kw)	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
<b>Enero</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,896	5	22	98,56
		Despacho1	1		3		59,14
		Sala reuniones	1		0,5		9,86
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,768	6	24	110,59
		Despacho1	1		3		55,30
		Despacho2	1		3		55,30
		Sala reuniones	1		0,5		9,22
<b>Febrero</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,717	5	22	78,85
		Despacho1	1		3		47,31
		Sala reuniones	1		0,5		7,88
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,614	6	24	88,47
		Despacho1	1		3		44,24
		Despacho2	1		3		44,24
		Sala reuniones	1		0,5		7,37
<b>Marzo</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,448	3	22	29,57
		Despacho1	1		2		19,71
		Sala reuniones	1		0,5		4,93
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,384	4	24	36,86
		Despacho1	1		2		18,43

Mes	División	Área	Unidades	Pot. Consumida (Kw)	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
		Despacho2	1		2		18,43
		Sala reuniones	1		0,5		4,61
<b>Abril</b>	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Mayo</b>	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Junio</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,499	3	22	32,95
		Despacho1	1		2		21,96
		Sala reuniones	1		0,5		5,49
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,499	4	24	47,92
		Despacho1	1		2		23,96
		Despacho2	1		2		23,96
		Sala reuniones	1		0,5		5,99
	<b>Julio</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,915	5	22
Despacho1			1	3		60,40	
Sala reuniones			1	0,5		10,07	
Mat. Compuestos		Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,915	6	24	131,79
		Despacho1	1		3		65,89
		Despacho2	1		3		65,89
		Sala reuniones	1		0,5		10,98
<b>Agosto</b>		Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	1,04	5	22
	Despacho1		1	3		68,64	
	Sala reuniones		1	0,5		11,44	

Mes	División	Área	Unidades	Pot. Consumida (Kw)	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	1,04	6	24	149,76
		Despacho1	1		3		74,88
		Despacho2	1		3		74,88
		Sala reuniones	1		0,5		12,48
<b>Septiembre</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,666	3	22	43,93
		Despacho1	1		2		29,29
		Sala reuniones	1		0,5		7,32
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,666	4	24	63,90
		Despacho1	1		2		31,95
		Despacho2	1		2		31,95
		Sala reuniones	1		0,5		7,99
<b>Octubre</b>	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Noviembre</b>	Durante este mes no se usan los equipos de climatización.						
<b>Diciembre</b>	Consultoría	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,806	5	22	88,70
		Despacho1	1		3		53,22
		Sala reuniones	1		0,5		8,87
	Mat. Compuestos	Oficina general	2 (sólo se usa 1)	0,691	6	24	99,53
		Despacho1	1		3		49,77
		Despacho2	1		3		49,77
		Sala reuniones	1		0,5		8,29

#### 4.3. CONSUMO TOTAL MENSUAL ESTIMADO

<b>Mes</b>	<b>Kwh total / mes</b>
<i>Enero</i>	<b>397,95</b>
<i>Febrero</i>	<b>318,36</b>
<i>Marzo</i>	<b>132,54</b>
<i>Abril</i>	<b>0</b>
<i>Mayo</i>	<b>0</b>
<i>Junio</i>	<b>162,2</b>
<i>Julio</i>	<b>445,70</b>
<i>Agosto</i>	<b>506,48</b>
<i>Septiembre</i>	<b>216,32</b>
<i>Octubre</i>	<b>0</b>
<i>Noviembre</i>	<b>0</b>
<i>Diciembre</i>	<b>358,16</b>

## 5. CONSUMO MENSUAL ESTIMADO DE EQUIPOS DE ALUMBRADO

División	Área	Tipo de lámpara	nº lámparas	Potencia (Kw)/lámpara	nº horas funcionamiento/día	Días/mes	Kwh/mes
<b>Consultoría</b>	<i>Oficina general</i>	Fluorescente + reactancia	32	0,018	8	22	101,4
			32	0,018	4		50,7
	<i>Despacho</i>		8	0,018	4	22	12,7
	<i>Sala reuniones</i>		8	0,018	2	22	6,3
<b>Materiales compuestos</b>	<i>Oficina general</i>	CFL integrada	18	0,026	8	24	89,9
	<i>Despacho1</i>		4	0,026	2	20	4,2
	<i>Despacho2</i>		4	0,026	2	20	4,2
	<i>Sala reuniones</i>		12	0,026	2	24	15
	<i>Sala limpia</i>	Fluorescente + reactancia	84	0,018	16	24	580,6
	<i>Producción</i>	Vapor de mercurio	2	0,25	12	24	192
<b>Servicios públicos</b>	<i>Zona común</i>	Fluorescente + reactancia	4	0,018	1	24	3,5
	<i>Ducha</i>	CFL integrada	1	0,026	1	24	0,6
	<i>Servicio hombre</i>		1	0,026	1	24	0,6
	<i>Servicio mujer</i>		1	0,026	1	24	0,6
<b>Exterior</b>	<i>Alumbrado exterior</i>	Vapor de mercurio	1	0,49	0	0	0

**CONSUMO MENSUAL TEÓRICO EN ALUMBRADO: 966,2 Kwh**

## **ANEXO 7: Tipos de discriminación horaria**

Según la O.M. de 12-01-95 por la que se establecen tarifas eléctricas, los tipos de discriminación horaria son los siguientes:

❖ **Tipo 0**

PERIODO HORARIO	DURACIÓN
<i>Horas Punta y Llano</i>	16 h/día (7-23h invierno) (8-24h verano)
<i>Horas Valle</i>	8 h/día

❖ **Tipo 1**

Recargo del 20% en todas las horas del día.

❖ **Tipo 2**

PERIODO HORARIO	DURACIÓN
<i>Horas Punta</i>	4h/día (9-13h invierno) (10-14h verano)
<i>Horas Llano</i>	20 h/día (0-9,13-24h invierno) (0-10, 14-24h verano)

❖ **Tipo 3**

PERIODO HORARIO	DURACIÓN
<i>Horas Punta</i>	4h/día (18-22h invierno) (10-14h verano)
<i>Horas Llano</i>	12h/día (8-18, 22-24 invierno) (8-10, 14-24h verano)
<i>Horas Valle</i>	8h/día (0-8 h)

❖ **Tipo 4**

PERIODO HORARIO	DURACIÓN
<i>Horas Punta</i>	6h/día (12-23h invierno) (10-16h verano)
<i>Horas Llano</i>	12h/día (8-17, 23-24 invierno) (8-10, 16-24h verano)
<i>Horas Valle</i>	8h/día (0-8 h) Días no laborables

❖ **Tipo 5**

Categoría	Número de días
Pico	70
Alto	80
Medio	80
Bajo	Resto

PERIODO HORARIO	CATEGORÍA	DURACIÓN (h/día)
<i>Horas Punta</i>	Pico	10
	Alto	4
<i>Horas Llano</i>	Pico	6
	Alto	12
	Medio	8
<i>Horas Valle</i>	Pico	8
	Alto	8
	Medio	16
	Bajo	24
	Siguiente día bajo	8

En Easy Industrial Solutions la discriminación horaria contratada es la de tipo 3.

## **ANEXO 8: Consumo eléctrico estimado**

**1. CONSUMO ESTIMADO DE ENERGÍA ACTIVA**

<b>Mes</b>	<b>Consumo equipos producción (Kwh)</b>	<b>Consumo equipo acondicionamiento (Kwh)</b>	<b>Consumo equipos oficina (Kwh)</b>	<b>Consumo en climatización (Kwh)</b>	<b>Consumo en alumbrado (Kwh)</b>	<b>Consumo mensual total (Kwh)</b>
<i>Enero</i>	5.304,2	4.490,0	194,7	397,9	966,2	11.389
<i>Febrero</i>	5.304,2	3.367,5	194,7	318,4	966,2	10.186,9
<i>Marzo</i>	5.304,2	1.683,8	194,7	132,5	966,2	8.317,3
<i>Abril</i>	5.304,2	561,2	194,7	0	966,2	7.062,3
<i>Mayo</i>	5.304,2	1.683,8	194,7	0	966,2	8.184,8
<i>Junio</i>	5.304,2	4.490	194,7	162,2	966,2	11.153,3
<i>Julio</i>	5.304,2	7.015,7	194,7	445,7	966,2	13.962,4
<i>Agosto</i>	5.304,2	7.015,7	194,7	506,5	966,2	14.023,2
<i>Septiembre</i>	5.304,2	5.612,5	194,7	216,3	966,2	12.329,9
<i>Octubre</i>	5.304,2	1.683,8	194,7	0	966,2	8.184,8
<i>Noviembre</i>	5.304,2	561,2	194,7	0	966,2	7.062,3
<i>Diciembre</i>	5.304,2	3.928,8	194,7	358,2	966,2	10.788
<b>Anual</b>	<b>64.081,8</b>	<b>42.094,1</b>	<b>2.336,5</b>	<b>2.537,7</b>	<b>11.593,9</b>	<b>122.644,1</b>

## 2. CONSUMO ESTIMADO EN EL PERIODO PUNTA

Mes	Consumo equipos producción (Kwh)	Consumo equipo acondicionamiento (Kwh)	Consumo equipos oficina (Kwh)	Consumo en climatización (Kwh)	Consumo en alumbrado (Kwh)	Consumo mensual total (Kwh)
Enero	887,9	1.122,5	28,1	38,1	231,2	2.307,8
Febrero	887,9	841,9	28,1	30,5	231,2	2.019,6
Marzo	887,9	420,9	28,1	19,1	231,2	1.587,2
Abril	3.380,3	140,3	107,5	0	336,9	3.965,0
Mayo	3.380,3	420,9	107,5	0	336,9	4.245,6
Junio	3.380,3	1.122,5	107,5	127,3	336,9	5.074,5
Julio	3.380,3	1.753,9	107,5	361,5	336,9	5.940,1
Agosto	3.380,3	1.753,9	107,5	410,8	336,9	5.989,4
Septiembre	3.380,3	1.403,1	107,5	169,7	336,9	5.397,6
Octubre	887,9	420,9	28,1	0	231,2	1.568,1
Noviembre	887,9	140,3	28,1	0	231,2	1.287,5
Diciembre	887,9	982,2	28,1	34,3	231,2	2.163,7
<b>Anual</b>	<b>25.609,2</b>	<b>10.523,5</b>	<b>813,3</b>	<b>1.191,4</b>	<b>3.408,8</b>	<b>41.546,2</b>

### 3. CONSUMO ESTIMADO EN EL PERIODO LLANO

Mes	Consumo equipos producción (Kwh)	Consumo equipo acondicionamiento (Kwh)	Consumo equipos oficina (Kwh)	Consumo en climatización (Kwh)	Consumo en alumbrado (Kwh)	Consumo mensual total (Kwh)
<i>Enero</i>	4.045,7	3.086,9	163,4	359,8	688,1	8344
<i>Febrero</i>	4.045,7	2.315,1	163,4	287,8	688,1	7.500,3
<i>Marzo</i>	4.045,7	1.157,6	163,4	113,5	688,1	6.168,3
<i>Abril</i>	1.553,7	385,9	84	0	582,4	2.605,6
<i>Mayo</i>	1.553,7	1.157,6	84	0	582,4	3.377,3
<i>Junio</i>	1.553,7	3.086,9	84	35	582,4	5.341,6
<i>Julio</i>	1.553,7	4.823,3	84	84,2	582,4	7.127,2
<i>Agosto</i>	1.553,7	4.823,3	84	95,7	582,4	7.138,7
<i>Septiembre</i>	1.553,7	3.858,6	84	46,6	582,4	6125
<i>Octubre</i>	4.045,7	1.157,6	163,4	0	688,1	6.054,8
<i>Noviembre</i>	4.045,7	385,9	163,4	0	688,1	5.283,1
<i>Diciembre</i>	4.045,7	2.701	163,4	323,8	688,1	7.922,1
<b>Anual</b>	<b>33.594</b>	<b>28.939,7</b>	<b>1.485</b>	<b>1.346,4</b>	<b>7.623,1</b>	<b>72.988</b>

#### 4. CONSUMO ESTIMADO EN EL PERIODO VALLE

Mes	Consumo equipos producción (Kwh)	Consumo equipo acondicionamiento (Kwh)	Consumo equipos oficina (Kwh)	Consumo en climatización (Kwh)	Consumo en alumbrado (Kwh)	Consumo mensual total (Kwh)
<i>Enero</i>	406,6	280,6	1,7	0	48,5	737,4
<i>Febrero</i>	406,6	210,5	1,7	0	48,5	667,2
<i>Marzo</i>	406,6	105,2	1,7	0	48,5	562,0
<i>Abril</i>	406,6	35,1	1,7	0	48,5	491,8
<i>Mayo</i>	406,6	105,2	1,7	0	48,5	562,0
<i>Junio</i>	406,6	280,6	1,7	0	48,5	737,4
<i>Julio</i>	406,6	438,5	1,7	0	48,5	895,2
<i>Agosto</i>	406,6	438,5	1,7	0	48,5	895,2
<i>Septiembre</i>	406,6	350,8	1,7	0	48,5	807,5
<i>Octubre</i>	406,6	105,2	1,7	0	48,5	562,0
<i>Noviembre</i>	406,6	35,1	1,7	0	48,5	491,8
<i>Diciembre</i>	406,6	245,5	1,7	0	48,5	702,3
<b>Anual</b>	4.878,7	2.630,9	20,2	0	582	<b>8.111,8</b>

## 5. CONSUMO REAL Y ESTIMADO DE ENERGÍA REACTIVA

Mes	Consumo energía activa real (Kwh)	Energía reactiva real (KVARh)	Consumo energía activa estimado (Kwh)	Energía reactiva estimado (KVARh)
<i>Enero</i>	6.352,6	5.833,1	11.389,0	1.0457,7
<i>Febrero</i>	6.352,6	5.833,1	10.186,9	9.353,9
<i>Marzo</i>	6.352,6	5.833,1	8.317,3	7.637,2
<i>Abril</i>	6.352,6	5.833,1	7.062,3	6.484,8
<i>Mayo</i>	6.352,6	5.833,1	8.184,8	7.515,5
<i>Junio</i>	8.795,4	8.076,7	11.153,3	10.241,9
<i>Julio</i>	8.795,4	8.076,7	13.962,4	12.821,5
<i>Agosto</i>	8.795,4	8.076,7	14.023,2	12.877,3
<i>Septiembre</i>	8.795,4	8.076,7	12.329,9	11.322,3
<i>Octubre</i>	8.662,7	7.650,8	8.184,8	7.228,7
<i>Noviembre</i>	15.842,9	12.831,7	7.062,3	5.720,0
<i>Diciembre</i>	7.264,3	7.227,8	10.788,0	10.733,7
<b>Anual</b>	98.714,4	<b>89.182,7</b>	122.644,1	<b>110.801,8</b>

## **ANEXO 9: Coste total estimado**

**1. PRECIOS DE TÉRMINO DE POTENCIA POR PERIODOS**

Periodo horario	<i>Periodo punta</i>	<i>Periodo llano</i>	<i>Periodo valle</i>
Precio (€/Kw y año)	16,723787	10,31311	2,364914

**2. COSTE POR TÉRMINO DE POTENCIA**

	Pot. contratada periodo punta (Kw)	Pot. Contratada periodo llano (Kw)	Pot. Contratada periodo valle (Kw)	Coste periodo punta (€)	Coste periodo llano (€)	Coste periodo valle (€)	Coste total (€)
<i>Mensual</i>	156	156	156	217,4	134,1	30,7	382,2
<i>Anual</i>	156	156	156	2.608,9	2.608,9	2.608,9	4.586,7

**3. PRECIOS DE TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA POR PERIODOS**

Periodo horario	<i>Periodo punta</i>	<i>Periodo llano</i>	<i>Periodo valle</i>
Precio (cent./KWh)	10,1233	8,9947	6,5368

#### 4. COSTE POR TÉRMINO DE ENERGÍA ACTIVA

Mes	Consumo Punta (Kwh)	Consumo Llano (kwh)	Consumo Valle (Kwh)	Coste Punta (€)	Coste Llano (€)	Coste Valle (€)	Coste total (€)
Enero	2.307,8	8.344,0	737,4	233,6	750,5	48,2	1.032,3
Febrero	2.019,6	7.500,3	667,2	204,4	674,6	43,6	922,7
Marzo	1.587,2	6.168,3	562,0	160,7	554,8	36,7	752,2
Abril	3.965,0	2.605,6	491,8	401,4	234,4	32,1	667,9
Mayo	4.245,6	3.377,3	562,0	429,8	303,8	36,7	770,3
Junio	5.074,5	5.341,6	737,4	513,7	480,5	48,2	1.042,4
Julio	5.940,1	7.127,2	895,2	601,3	641,1	58,5	1.300,9
Agosto	5.989,4	7.138,7	895,2	606,3	642,1	58,5	1.307,0
Septiembre	5.397,6	6.125,0	807,5	546,4	550,9	52,8	1.150,1
Octubre	1.568,1	6.054,8	562,0	158,7	544,6	36,7	740,1
Noviembre	1.287,5	5.283,1	491,8	130,3	475,2	32,1	637,7
Diciembre	2.163,7	7.922,1	702,3	219,0	712,6	45,9	977,5
<b>Anual</b>	<b>41.546,2</b>	<b>72.988,0</b>	<b>8.111,8</b>	<b>4.205,9</b>	<b>6.565,1</b>	<b>530,3</b>	<b>11.301,2</b>

## 5. COSTE POR TÉRMINO DE ENERGÍA REACTIVA

<b>Mes</b>	<b>Energía reactiva (KVArh)</b>	<b>€/KVArh</b>	<b>Coste reactiva (€)</b>
<i>Enero</i>	10.457,9	0,018371	192,12
<i>Febrero</i>	9.354,1		171,84
<i>Marzo</i>	7.637,4		140,30
<i>Abril</i>	6.484,9		119,13
<i>Mayo</i>	7.515,7		138,07
<i>Junio</i>	10.242,0		188,15
<i>Julio</i>	12.821,6		235,54
<i>Agosto</i>	12.877,4		236,57
<i>Septiembre</i>	11.322,5		208
<i>Octubre</i>	7.228,8		132,80
<i>Noviembre</i>	5.720,0		105,08
<i>Diciembre</i>	10.733,8		197,19
<b>Anual</b>	110.801,8		<b>2.035,55</b>

## 6. COSTE TOTAL ESTIMADO

Mes	Coste (€) Término de potencia	Coste (€) Término de energía activa	Coste (€) Término de reactiva	Coste (€) Alquiler equipos	Base imponible (€)	I.V.A. 16%	Coste total (€)
<i>Enero</i>	382,2	1.032,3	192,120194	30,0	1.636,7	261,9	1.898,6
<i>Febrero</i>	382,2	922,7	171,8420891	30,0	1.506,8	241,1	1.747,8
<i>Marzo</i>	382,2	752,2	140,3042962	30,0	1.304,8	208,8	1.513,5
<i>Abril</i>	382,2	667,9	119,1329217	30,0	1.199,3	191,9	1.391,1
<i>Mayo</i>	382,2	770,3	138,0684232	30,0	1.320,6	211,3	1.531,9
<i>Junio</i>	382,2	1.042,4	188,154959	30,0	1.642,7	262,8	1.905,6
<i>Julio</i>	382,2	1.300,9	235,5443024	30,0	1.948,7	311,8	2.260,5
<i>Agosto</i>	382,2	1.307,0	236,5696142	30,0	1.955,7	312,9	2.268,7
<i>Septiembre</i>	382,2	1.150,1	208,0038885	30,0	1.770,3	283,3	2.053,6
<i>Octubre</i>	382,2	740,1	132,7992604	30,0	1.285,1	205,6	1.490,7
<i>Noviembre</i>	382,2	637,7	105,0828975	30,0	1.155,0	184,8	1.339,8
<i>Diciembre</i>	382,2	977,5	197,1895625	30,0	1.586,9	253,9	1.840,8
<b>Anual</b>	<b>4.586,7</b>	<b>11.301,2</b>	<b>2.035,55131</b>	<b>360,0</b>	<b>18.283,4</b>	<b>2.925,3</b>	<b>21.208,7</b>

## **ANEXO 10: Comparación del consumo y del coste real y estimado**

## 1. CONSUMO Y COSTE REAL

<b>Mes</b>	<b>Consumo energía activa (Kwh)</b>	<b>Consumo energía reactiva (KVArh)</b>	<b>Coste total (€)</b>
<i>Enero</i>	6.352,6	5.833,1	1.081,0
<i>Febrero</i>	6.352,6	5.833,1	1.081,0
<i>Marzo</i>	6.352,6	5.833,1	1.081,0
<i>Abril</i>	6.352,6	5.833,1	1.081,0
<i>Mayo</i>	6.352,6	5.833,1	1.081,0
<i>Junio</i>	8.795,4	8.076,7	1.415,8
<i>Julio</i>	8.795,4	8.076,7	1.415,8
<i>Agosto</i>	8.795,4	8.076,7	1.415,8
<i>Septiembre</i>	8.795,4	8.076,7	1.415,8
<i>Octubre</i>	8.662,7	7.650,8	1.456,8
<i>Noviembre</i>	15.842,9	12.831,7	2.187,1
<i>Diciembre</i>	7.264,3	7.227,8	1.106,6
<b>Anual</b>	<b>98.714,4</b>	<b>89.182,7</b>	<b>15.818,6</b>

## 2. CONSUMO Y COSTE ESTIMADO

<b>Mes</b>	<b>Consumo energía activa (Kwh)</b>	<b>Consumo energía reactiva (KVArh)</b>	<b>Coste total (€)</b>
<i>Enero</i>	11.389,0	10.457,7	1.908,7
<i>Febrero</i>	10.186,9	9.353,9	1.756,9
<i>Marzo</i>	8.317,3	7.637,2	1.520,9
<i>Abril</i>	7.062,3	6.484,8	1.397,4
<i>Mayo</i>	8.184,8	7.515,5	1.539,2
<i>Junio</i>	11.153,3	10.241,9	1.915,5
<i>Julio</i>	13.962,4	12.821,5	2.272,9
<i>Agosto</i>	14.023,2	12.877,3	2.281,1
<i>Septiembre</i>	12.329,9	11.322,3	2.064,6
<i>Octubre</i>	8.184,8	7.228,7	1.497,7
<i>Noviembre</i>	7.062,3	5.720,0	1.339,8
<i>Diciembre</i>	10.788,0	10.733,7	1.851,2
<b>Anual</b>	<b>122.644,1</b>	<b>110.801,8</b>	<b>21.208,7</b>

## **ANEXO 11: Recargos y bonificaciones del complemento por energía reactiva**

Según REAL DECRETO 1556/2006, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2006, los recargos y bonificaciones del complemento por energía reactiva son:

<b>cos <math>\varphi</math></b>	<b>Recargo %</b>	<b>Descuento %</b>
1,00	-	4,0
0,97	-	1,7
0,95	-	0,0
0,90	0,0	0,0
0,85	4,4	-
0,80	9,6	-
0,75	15,8	-
0,70	23,5	-
0,65	33,0	-
0,60	45,0	-
0,58	50,7	-

## **ANEXO 12: Factor de potencia del transformador**

## 1. DATOS SEGÚN FACTURAS

- ❖ Consumo energía activa anual: 98.714,4 KWh
- ❖ Consumo energía reactiva anual: 89.182,7 KVArh

## 2. CÁLCULO DEL F.D.P. DEL TRANSFORMADOR

$$\cos \varphi = \frac{\text{Energía.o.Pot. activa(KW)}}{\text{Energía.o.Pot.aparente(KVA)}} = \frac{KWh}{\sqrt{KWh^2 + KVArh^2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{98.714,4}{\sqrt{(98.714,4)^2 + (89.182,7)^2}} = 0,742 \Rightarrow \varphi = 42,09^\circ$$

$$\mathbf{F.D.P.= 0,74}$$

## **ANEXO 13: Panel de indicadores energéticos**

## 1. INDICADOR DE CONSUMO ELÉCTRICO (ICME)

### **Instrucciones de uso del Indicador ICME:**

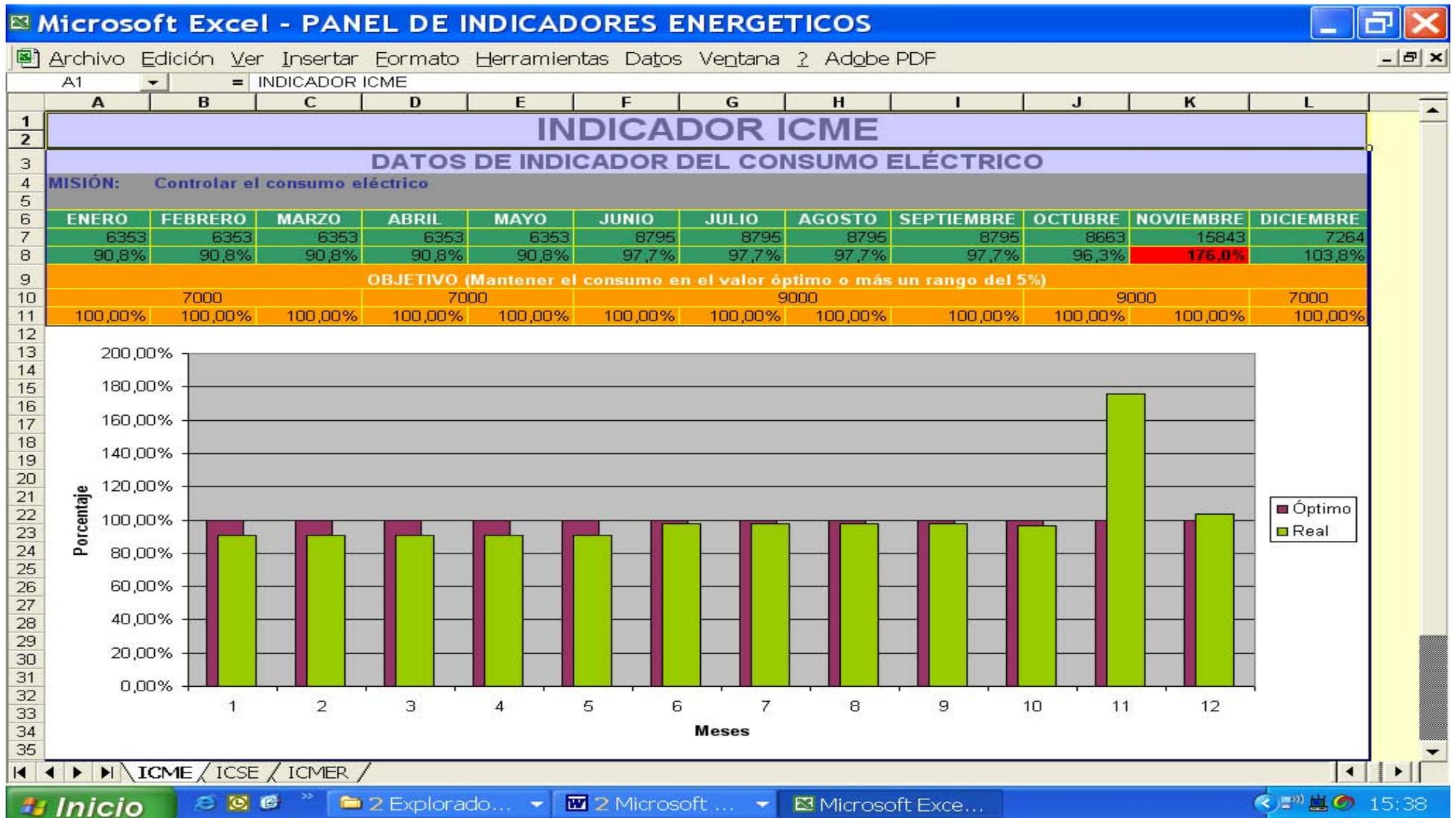
Se trata de una simple hoja de cálculo Excel, que se muestra en la siguiente figura.

En la fila 7 se introducen los valores de consumo de energía activa según facturas.

A continuación, hay que observar si en la fila 8 hay alguna celda de color rojo, en ese caso durante ese mes no se estará cumpliendo el objetivo. Este objetivo es mantener el consumo en el valor óptimo o superarlo como mucho en un 5%.

Los valores óptimos vienen indicados en la fila 10 y se pueden actualizar cuando sea necesario, ya que de momento son algo orientativo basado en el consumo del pasado año 2006.

La información numérica introducida se transforma automáticamente en información gráfica, que aparece en la misma hoja de cálculo y que permite visualizar fácilmente la tendencia de consumo eléctrico y los meses en los que no se cumple el objetivo.



## **2. INDICADOR DE COSTE ELÉCTRICO (ICSE)**

### **Instrucciones de uso del Indicador ICSE:**

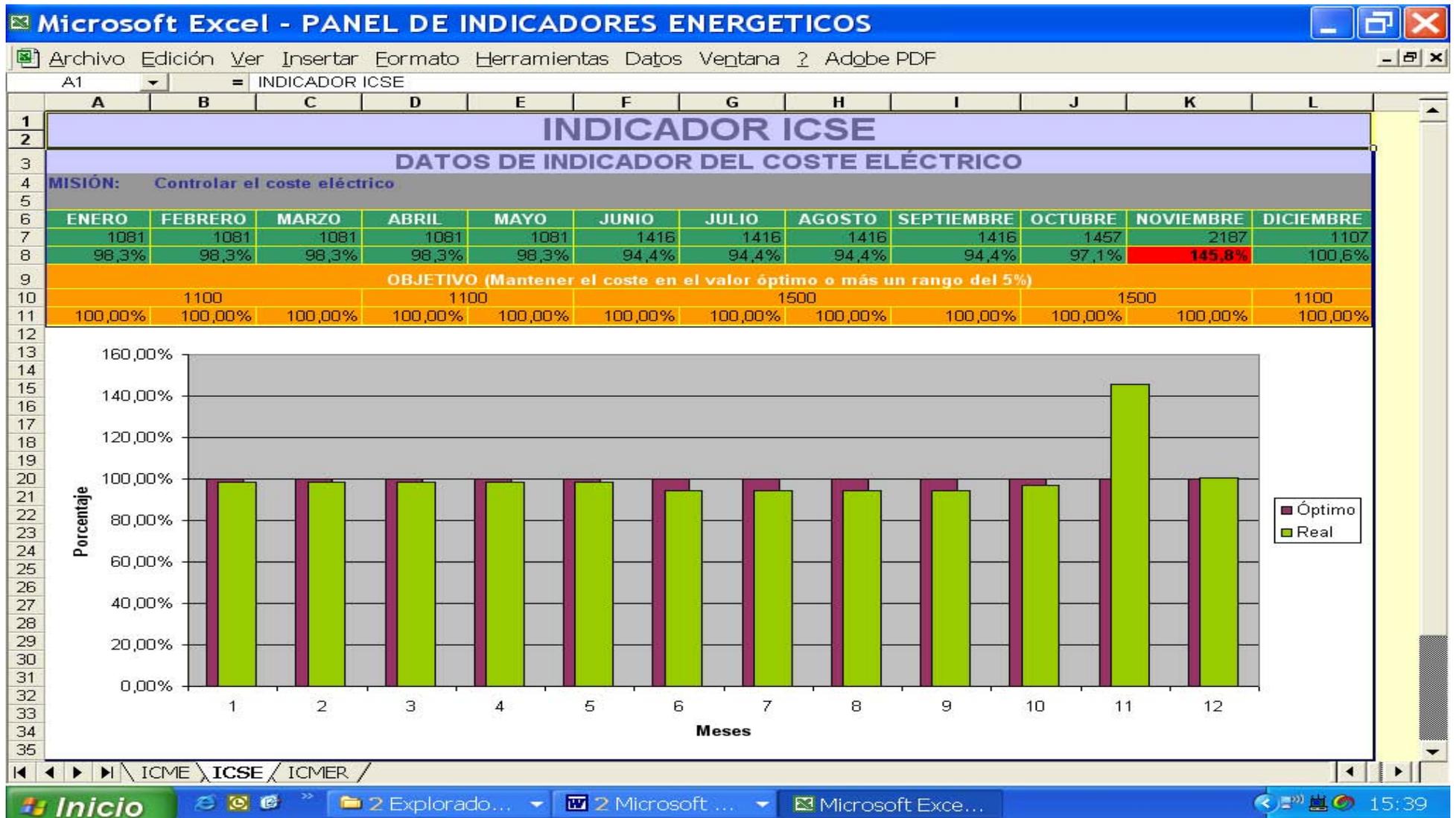
Al igual que en el indicador anterior, se trata de una simple hoja de cálculo Excel, que se muestra en la figura siguiente.

En la fila 7 se introducen los valores de coste eléctrico total según facturas.

A continuación, hay que observar si en la fila 8 hay alguna celda de color rojo, en ese caso durante ese mes no se estará cumpliendo el objetivo. Este objetivo es mantener el coste eléctrico en el valor óptimo o superarlo como mucho en un 5%

Los valores óptimos vienen indicados en la fila 10 y se pueden actualizar cuando sea necesario, ya que de momento son algo orientativo basado en el coste del pasado año 2006.

La información numérica introducida se transforma automáticamente en información gráfica, que aparece en la misma hoja de cálculo y que permite visualizar fácilmente la tendencia del coste eléctrico y los meses en los que no se cumple el objetivo.



### **3. INDICADOR DE CONSUMO DE ENERGÍA REACTIVA (ICMER)**

#### **Instrucciones de uso del Indicador ICMER:**

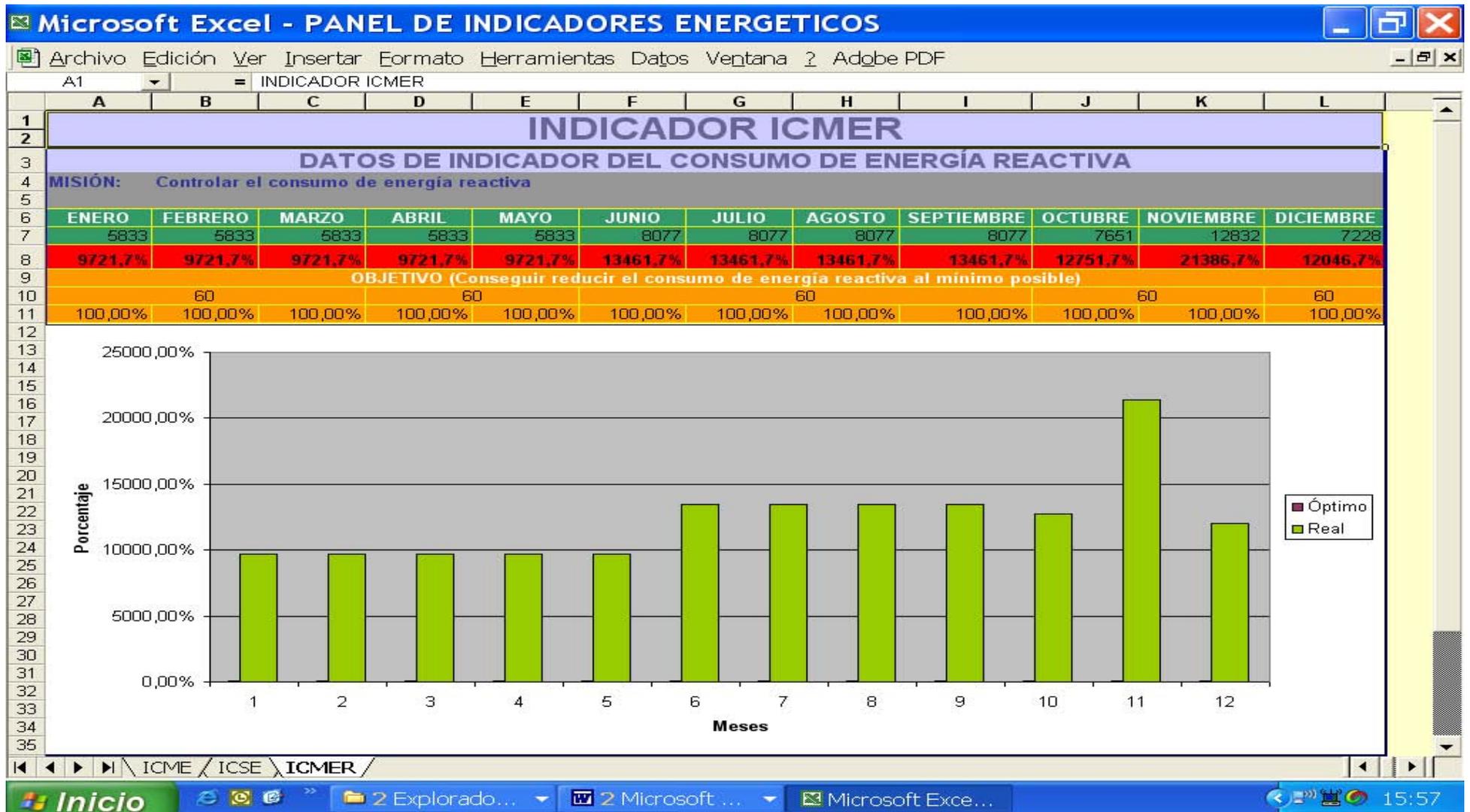
Se trata de una simple hoja de cálculo Excel, como en los casos anteriores, que se muestra en la figura siguiente.

En la fila 7 se introducen los valores de consumo de energía reactiva según facturas.

A continuación, hay que observar si en la fila 8 hay alguna celda de color rojo, en ese caso durante ese mes no se estará cumpliendo el objetivo. Este objetivo es conseguir reducir el consumo de energía reactiva al mínimo posible.

Los valores óptimos vienen indicados en la fila 10 y se pueden actualizar cuando sea necesario, por ejemplo cuando se sepa que tipo de batería de condensadores se instale, ya que de momento el cálculo para sacar el valor óptimo se ha realizado con f.d.p.= 0,999955, es decir, prácticamente 1.

La información numérica introducida se transforma automáticamente en información gráfica, que aparece en la misma hoja de cálculo y que permite visualizar fácilmente la tendencia de consumo de energía reactiva y los meses en los que no se cumple el objetivo.



## **ANEXO 14: Cartel de ahorro energético**



# easy

## ¿Sabía que...



- Un monitor apagado consume un 98% menos de energía?
- Un portátil consume un 50-80% menos de energía que cualquier PC de escritorio con un monitor CRT?
- Una pantalla plana (LCD) consume un 50% menos de energía que un monitor CRT?
- La variación de un grado en el aire acondicionado supone un ahorro energético del 8%?
- Cerrar puertas y ventanas para evitar escapes de aire permite ahorrar un 20-25% de energía en climatización?
- Una elección adecuada de la fuente de luz reduce un 75% el gasto energético?

## Guía de Buenas Prácticas



### >Ahorro energético en climatización

- Aprovechar la regulación natural de la temperatura (Abrir/Cerrar ventanas).
- Usar los dispositivos de climatización sólo cuando sea necesario.
- Puertas y ventanas cerradas mientras funcionan los equipos de climatización.
- Mantener una temperatura aproximadamente de 20°C en invierno y de 24°C en verano.



### >Ahorro energético en iluminación

- Mantener cortinas y persianas abiertas mientras haya luz solar.
- Luz apagada cuando no sea necesaria.
- En caso de ausentarnos menos de 15 minutos no apagar las lámparas.



### >Ahorro energético en equipos de ofimática

- Activar el sistema de ahorro de energía (ENERGY STAR®)
- Activación automática a un modo de reposo (sleep mode), en lugar de usar protectores de pantalla.
- Apagar la pantalla del ordenador cuando no se esté utilizando.
- Apague el ordenador si va a estar inactivo durante más de una hora.
- Apagar ordenador, impresoras y demás aparatos eléctricos una vez finalice la jornada de trabajo.

Industrial solutions  
ENERGÉTICO  
AHORRO



easy industrial solutions

## ¿Sabía que...



- Un monitor apagado consume un 98% menos de energía?
- Un portátil consume un 50-80% menos de energía que cualquier PC de escritorio con un monitor CRT?
- Una pantalla plana (LCD) consume un 50% menos de energía que un monitor CRT?
- La variación de un grado en el aire acondicionado supone un ahorro energético del 8%?
- Cerrar puertas y ventanas para evitar escapes de aire permite ahorrar un 20-25% de energía en climatización?
- Una elección adecuada de la fuente de luz reduce un 75% el gasto energético?

## Guía de Buenas Prácticas



### >Ahorro energético en climatización

- Aprovechar la regulación natural de la temperatura (Abrir/Cerrar ventanas).
- Usar los dispositivos de climatización sólo cuando sea necesario.
- Puertas y ventanas cerradas mientras funcionan los equipos de climatización.
- Mantener una temperatura aproximadamente de 20°C en invierno y de 24°C en verano.



### >Ahorro energético en iluminación

- Mantener cortinas y persianas abiertas mientras haya luz solar.
- Luz apagada cuando no sea necesaria.
- En caso de ausentarnos menos de 15 minutos no apagar las lámparas.



### >Ahorro energético en equipos de ofimática

- Activar el sistema de ahorro de energía (ENERGY STAR®)
- Activación automática a un modo de reposo (sleep mode), en lugar de usar protectores de pantalla.
- Apagar la pantalla del ordenador cuando no se esté utilizando.
- Apague el ordenador si va a estar inactivo durante más de una hora.
- Apagar ordenador, impresoras y demás aparatos eléctricos una vez finalice la jornada de trabajo.

A H O R R O E N E R G É T I C O

## **ANEXO 15: Informe de optimización en iluminación**

## DATOS DEL EDIFICIO

INVENTARIO DE LAS INSTALACIONES							
Estancia	Tipo de lámpara	Lámparas/Luminaria	Potencia lámpara (W)	Luminarias	Horas/Día	Días/Semana	Consumo (kWh/año)
MC. Oficina general	Bajo consumo integradas	2	26	9	8	5	--
MC. Despacho1	Bajo consumo integradas	2	26	2	2	5	--
MC. Despacho2	Bajo consumo integradas	2	26	2	2	5	--
MC. Sala reuniones	Bajo consumo integradas	2	26	6	2	5	--
MC. Producción	Vapor de mercurio	1	250	2	12	6	--
SP. Duchas	Bajo consumo integradas	1	26	1	1	6	--
SP. Servicios hombre	Bajo consumo integradas	1	26	1	1	6	--
SP. servicios mujer	Bajo consumo integradas	1	26	1	1	6	--
Exterior	Vapor de mercurio	1	400	3	1	1	--
C. Oficina general	Fluorescente+Reactancia	4	18	8	8	5	--
C. Oficina general	Fluorescente+Reactancia	4	18	8	4	5	--
C. Despacho	Fluorescente+Reactancia	4	18	2	4	5	--
C. Sala reuniones	Fluorescente+Reactancia	4	18	2	4	5	--
MC. Sala limpia	Fluorescente+Reactancia	4	18	21	16	6	--
SP. Zona común	Fluorescente+Reactancia	4	18	2	1	6	--

### MEDIDA 1:

Fluorescente	Luminarias/Edificio	Potencia total (W)	Consumo Anual(kWh/Año)	Ahorro Energético(kWh/Año)	Ahorro Económico (Euros/Año)	Inversión (Euros)	P.R.S.(Años)
4x18	43	3.096,00	13.080,78	3.924,23	380,65	2.279,00	5,98

Instalación de balastos electrónicos	
Ahorro con esta medida (%)	30,00
Ahorro económico(Euros/año)	380,65
Ahorro energético (kWh/año)	3.924,23
Inversión(Euros)	
P.R.S. (Años)	5,98

### MEDIDA 2:

Fluorescente Actual	Fluorescente propuesto	Luminarias/ Edificio	Potencia Total (W)	Consumo Anual(kWh/Año)	Ahorro Energético (kWh/Año)	Ahorro Económico (Euros/Año)	Inversión (Euros)	P.R.S. (Años)
---------------------	------------------------	----------------------	--------------------	------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------	---------------

Sustitución de fluorescentes por otros de menor diámetro								
Ahorro con esta medida (%)						10,00		
Ahorro económico(Euros/año)						--		
Ahorro energético (kWh/año)						--		
Inversión(Euros)								
P.R.S. (Años)						--		

### MEDIDA 3:

Potencia Incandescente (W)	Potencia Bajo Consumo (W)	Lámparas/ Edificio	Potencia Total (W)	Consumo Anual (kWh/Año)	Coste cambio lámparas (Euros/Año)	Ahorro Energético (kWh/año)	Ahorro Económico (Euros/Año)	Inversión (Euros)	P.R.S.(Euros)
----------------------------	---------------------------	--------------------	--------------------	-------------------------	-----------------------------------	-----------------------------	------------------------------	-------------------	---------------

Sustitución de lámparas incandescentes por bajo consumo									
Ahorro con esta medida (%)						20,00			
Ahorro económico(Euros/año)						--			
Ahorro energético (kWh/año)						--			
Inversión (Euros)									
P.R.S. (Años)						--			

### MEDIDA 4:

Lámparas/Edificio	Vapor de Mercurio		Vapor de Sodio					
	Potencia (W)	Consumo (kWh/Año)	Potencia (W)	Consumo estimado (para vapor de Sodio) (kWh/Año)	Inversión (Eq. Aux.)(Euros)	Ahorro Energético (kWh/Año)	Ahorro Económico (Euros/Año)	P.R.S.(Años)
	400							
	250							

Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio	
Ahorro con esta medida (%)	39,91
Ahorro económico(Euros/año)	79,96
Ahorro energético (kWh/año)	888,03
Inversión (Euros)	
P.R.S. (Años)	4,46

Hipotesis de Cálculo	
<b>Medida 1: Instalación de balastos electrónicos</b>	
Precio kWh	0.097 Euros
Precio Balasto(1 lámpara/luminaria)	36,00 Euros
Precio Balasto(2 lámpara/luminaria)	38,00 Euros
Precio Balasto(3 lámpara/luminaria)	
Precio Balasto(4 lámpara/luminaria)	50,00 Euros
Coste instalación balasto	3,00 Euros
<b>Medida 2: Sustitución de fluorescentes por otros de menor diámetro</b>	
Coste unitario tubo fluorescente 18 W	2,40 Euros
Coste unitario tubo fluorescente 36 W	2,40 Euros
Coste unitario tubo fluorescente 58 W	4,46 Euros
<b>Medida 3: Sustitución de lámparas incandescentes por bajo consumo</b>	
Vida media incandescente	1000 horas
Vida media bajo consumo	6000 horas
Coste lámpara Bajo Consumo menor o igual de 25 W	16,00 Euros
Coste lámpara Bajo Consumo mayor de 25 W	10,60 Euros
Coste lámpara Incandescente menor de 40 W	1,17 Euros
Coste lámpara Incandescente entre 40 W y 60 W ambas inclusive	0,81 Euros
Coste lámpara Incandescente mayor de 60 W	0,93 Euros
<b>Medida 4: Sustitución de lámparas de vapor de mercurio por vapor de sodio</b>	
Coste lámpara sodio 50 W	29,12 Euros
Coste lámpara sodio 70 W	28,42 Euros
Coste lámpara sodio 150 W	30,43 Euros
Coste lámpara sodio 250 W	32,56 Euros
Coste lámpara sodio 400 W	35,77 Euros
Vida media lámpara mercurio	16000 horas

Vida media lámpara incandescente	16000 horas
Coste lámpara mercurio 80 W	7,57 Euros
Coste lámpara mercurio 125 W	7,73 Euros
Coste lámpara mercurio 250 W	17,54 Euros
Coste lámpara mercurio 400 W	25,28 Euros
Coste lámpara mercurio 700 W	78,47 Euros
Coste sustitución lámpara mercurio 50 W	58,63 Euros
Coste sustitución lámpara mercurio 70 W	57,91 Euros
Coste sustitución lámpara mercurio 150 W	66,73 Euros
Coste sustitución lámpara mercurio 250 W	74,56 Euros
Coste sustitución lámpara mercurio 400 W	90,77 Euros

## **ANEXO 16: Medidor de potencia**

### **Medidor de potencia de tres fases TES-3600**

**medidor de potencia de tres fases y medidor de energía (en tiempo real)  
con memoria de datos, interfaz para el PC y software**

El medidor de potencia de tres fases (Power Analyzer) TES-3600 sirve para medir la potencia en una o en tres fases. Para ello, su gran pantalla presenta hasta 10 valores. Se pueden adaptar hasta 4 pinzas de corriente a la vez. En el modo manual el medidor de potencia puede guardar 99 valores de manera directa. En el modo de registro de datos se pueden guardar hasta 20000 valores, por eso este medidor de potencia de tres fases es ideal para realizar análisis de larga duración. Los valores guardados en el aparato pueden ser transmitidos al PC para su posterior valoración. En el envío encontrará todo lo necesario para realizar la medición y la valoración (también el software y el cable de datos).

El medidor de potencia se entrega calibrado de fábrica y puede contar con una calibración de laboratorio y un certificado ISO opcionales (al realizar el pedido o al realizar la recalibración anual). Aquí encontrará una [enlace](#) desde la cual podrá encontrar cualquier tipo de medidor de potencia que pueda necesitar.

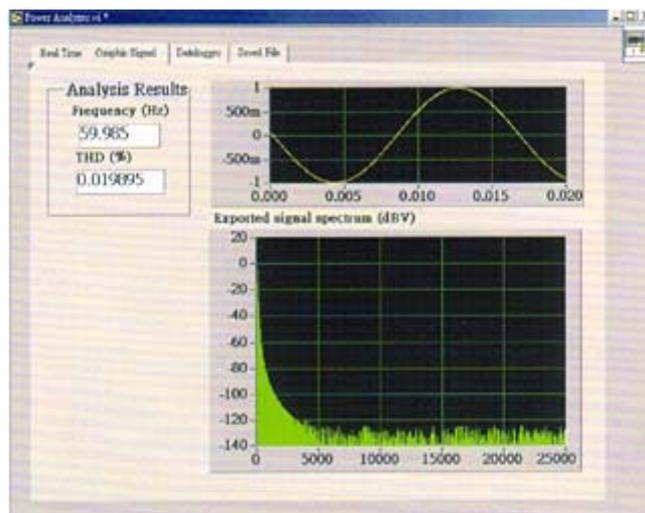
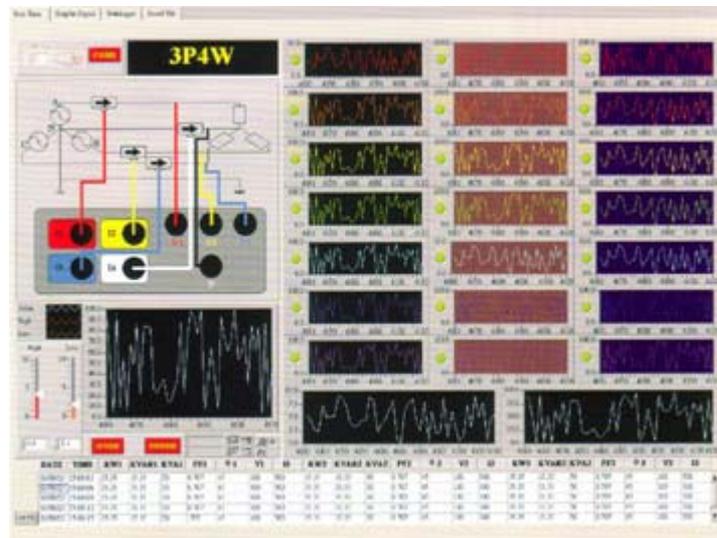


- Control en tiempo real, grabación y medición de corriente y de tensión con 10 indicaciones.
- Posibilidad de calibración ISO adicional.

### Especificaciones técnicas

Rangos de medición / Precisión / Resolución	
Medición de tensión	0 ... 999,9 V valor efectivo real ± 0,3 % del valor de medición + 10 dgts / 0,1 V
Medición de corriente	0 ... 999,9 A valor efectivo real ± 0,5 % del valor de medición + 15 dgts / 0,1 A
Potencia efectiva P	0 ... 999,9 kW ± 1 % del valor de medición + 20 dgts / 0,1 KW
Potencia aparente S	0 ... 999,9 kVA ± 1 % del valor de medición + 20 dgts / 0,1 KVA
Potencia reactivada Q	0 ... 999,9 kVar ± 1 % del valor de medición + 20 dgts / 0,1 KVar
Factor de potencia PF	0 ... + 1 ± 3 dgts / 0,001
Ángulo de fase	- 90° .... + 90° ± 3 dgts / 0,1
Medición de frecuencia (U > 50V)	40 ... 100 Hz ± 0,1 % del valor de medición + 2 dgts / 0,1 Hz
Reconocimiento de campo giratorio (UL > 50V)	0 ... 9999 MWh
Trabajo efectivo	± 1 % del valor de medición + 20 dgts 0 ... 9999 MVAh
Trabajo aparente	± 1 % del valor de medición + 20 dgts 0 ... 9999 MVarh
Trabajo reactivado	± 1 % del valor de medición + 20 dgts
Memoria de datos	512 kB (memoria no volátil)
Interfaz	RS-232 con aislamiento óptico
Software y cable de datos	ambos en el envío, se puede utilizar con Win 2000, XP, y ME
Pantalla	pantalla LCD con iluminación de fondo
Alimentación	8 baterías de 1,5 V tipo AA (Mignon)
Dimensiones	235 x 117 x 54 mm
Peso	730 g
Condiciones ambientales	85 % máx. de humedad relativa / 0 ... + 50 °C
Tipo de protección / Normativa	IP 65 / IEC 1010 - 1, 600 V CAT III

## Software



## Contenido del envío

Medidor de potencia de tres fases TES-3600, 4 pinzas de corriente, 4 pinzas de presión aislados con un cable de 3 m cada una, 4 cables de medición de seguridad, 8 baterías, adaptador, bolso de transporte, cable RS-232 para el PC, software (inglés, alemán) e instrucciones de uso



**Componentes opcionales**

- Certificado de calibración ISO (para empresas que deseen incorporar el aparato a las herramientas de control interno de la empresa o para la recalibración anual.

La certificación ISO contiene una calibración de laboratorio con certificado de control incluido con todos los valores de medición.



- Adaptador USB - RS-232 (para la transmisión de datos a un laptop)

## **ANEXO 17: Batería de condensadores**

## 1. DATOS SEGÚN FACTURAS

- ❖ Potencia máxima registrada: 132,6 KW
- ❖ Coste energía reactiva anual: 1.638,4 €

## 2. BATERÍA DE CONDENSADORES F.D.P. 0,90

### 2.1. Potencia de la batería de condensadores

$$\text{Potencia Batería (KVAr)} = \text{Pot. (KW)} \times (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2)$$

- $\text{Pot.} = 132,6 \text{ KW}$
- f.d.p. del transformador = 0,74  $\Rightarrow \varphi_1 = 42,09^\circ \Rightarrow \text{tg}\varphi_1 = 0,90$
- f.d.p. requerido = 0,90  $\Rightarrow \cos\varphi_2 = 0,90 \Rightarrow \varphi_2 = 25,84^\circ \Rightarrow \text{tg}\varphi_2 = 0,48$

$$\text{Potencia Batería} = 132,6 \times (0,90 - 0,48) = \mathbf{55,57 \text{ KVAr}}$$

**Normalizando** se seleccionará un condensador de **55 KVAr**

### 2.2. Inversión

El coste promedio de un condensador es por KVAr es de 25 – 30 €

Para este caso la inversión será: 55 KVAr x 30 €/KVAr = **1.650 €**

### 2.3. Amortización

- Inversión: 1.650 €
- Coste reactiva anual: 1.638,4 €

Amortización: 1.650 € / 1.638,4 € = 1,007 años  $\Rightarrow$  **1 año**

### 3. BATERÍA DE CONDENSADORES F.D.P. 0,97

#### 3.1. Potencia de la batería de condensadores

$$\text{Potencia Batería (KVAr)} = \text{Pot. (KW)} \times (\text{tg}\varphi_1 - \text{tg}\varphi_2)$$

- Pot.= 132,6 KW
- f.d.p. del transformador = 0,74  $\Rightarrow \varphi_1 = 42,09^\circ \Rightarrow \text{tg}\varphi_1 = 0,90$
- f.d.p. requerido = 0,97  $\Rightarrow \cos\varphi_2 = 0,97 \Rightarrow \varphi_2 = 14,07^\circ \Rightarrow \text{tg}\varphi_2 = 0,25$

$$\text{Potencia Batería} = 132,6 \times (0,90 - 0,25) = \mathbf{86,56 \text{ KVAr}}$$

**Normalizando** se seleccionará un condensador de **85 KVAr**

#### 3.2. Inversión

El coste promedio de un condensador es por KVAr es de 25 – 30 €

Para este caso la inversión será: 85 KVAr x 30 €/KVAr = **2.550 €**

#### 3.3. Amortización

- Inversión: 2.550 €
- Coste reactiva anual: 1.638,4 €

Amortización: 2.550 € / 1.638,4 € = 1, 556 años  $\Rightarrow$  **1 año y 7 meses**

## **ANEXO 18: Equipos de energías renovables**

Se van a proponer equipos comerciales para cada una de las tecnologías de energía renovable.

## 1. **ENERGÍA SOLAR TÉRMICA**

Se va a proponer un tipo de colector comercial.

### 1.1. **Colector plano WOLF**



#### ➤ Características:

- Panel de alto rendimiento según DIN 4757.
- Homologado por el MINER e IDAE.
- Aislamiento doble con lana mineral de alta calidad, de 70mm de espesor, resistente a altas temperaturas.
- Absorbedores de cobre macizo con recubrimiento de superficie selectiva de alto rendimiento que permite una absorción de hasta un 97% y pérdidas por radiación de tan solo un 5%.
- Vidrio de seguridad antirreflectante, de 4mm de grosor, garantizando una transmisión de energía del 92%.
- Unión entre carcasa de aluminio para reducir peso y vidrio con compensador de temperatura.
- Filtros de aire permanentes para asegurar ventilación
- Distintivo Ángel Azul de medioambiente por el alto de rendimiento y la alta calidad de los materiales totalmente reciclables.
- Los conjuntos de montaje (en tejado, sobre tejado, sobre cubierta plana) permite instalar los paneles de forma fácil y cómoda.

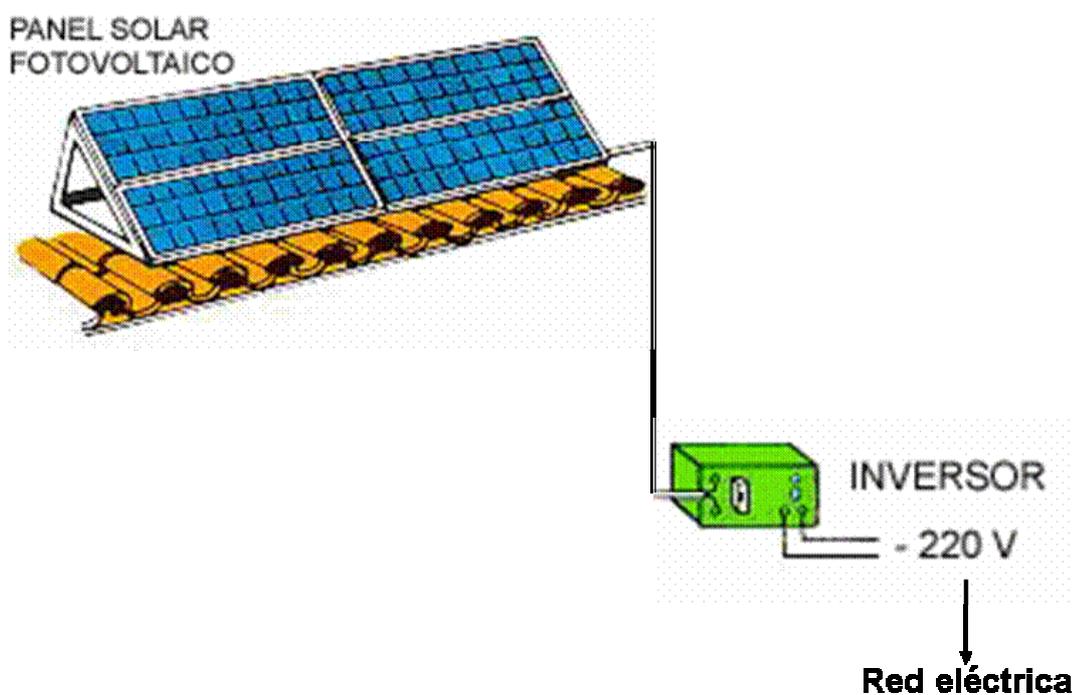
- La cantidad de líquido que contiene el panel se ha reducido al mínimo, de forma que el medio puede absorber rápidamente el calor y transmitirlo al interacumulador.
- 5 años de garantía.

Característica técnica	Descripción
Longitud	2.090mm
Ancho	1.083 mm
Profundidad	105mm
Superficie del panel	2,27 m <sup>2</sup>
Absorción (de energía)	97%
Emisión (pérdidas por radiación)	5%
Resistencia térmica máx	200°C
Punto de ebullición del fluido térmico	160°C
Capacidad	1L
Caudal	90L/h
Pérdida de carga	20mbar
Presión de régimen admisible	2 – 10bar
Peso	45Kg

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 °C.

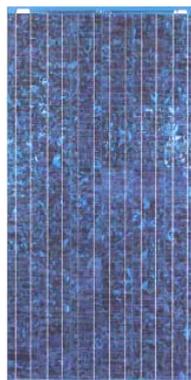
## 2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

El esquema de la instalación fotovoltaica a instalar sería la siguiente:



### 2.1. Modulo Fotovoltaico BP 3160

- Fabricado por BP Solar.
- El módulo fotovoltaico BP 3160 está diseñado para generar corriente eléctrica a partir de los rayos solares, incluso con bajos niveles de radiación. Sus niveles de tensión de salida están preparados para cargar una batería de 24V gracias a sus 72 células de silicio policristalino.
- Pueden conectarse en serie, permitiendo tensiones mayores como las habituales de 48V o 120V. Su marco de aluminio permite un fácil anclaje a los diferentes tipos de estructuras.
- Las 72 células fotovoltaicas son de eficacia avanzada de silicio policristalinas y pueden trabajar en sistemas tanto aislados como de conexión a red.



- Ofrece una garantía de potencia de salida durante los 25 años.

Características técnicas	Detalle
Peso	12,4 Kg
Dimensiones	1587 x 790 x 50 mm
Potencia de salida	Cable conductor con conectores multicontacto clase II de 600 mm de longitud
Potencia máxima nominal	160W
Tensión de Pmax	35,1V
Intensidad de Pmax (Imp)	4,55A
Corriente de cortocircuito (Isc)	4,8A
Tensión a circuito abierto Voc	44,2V
Potencia mínima garantizada	150W
Máximo voltaje del sistema	600V
Coefficiente de Temperatura Isc	$(0,065 \pm 0,015)\% / ^\circ\text{C}$
Coefficiente de Temperatura Voc	$-(160 \pm 20)\text{mV} / ^\circ\text{C}$
Desviación por $^{\circ}\text{T}$ (W)	$-(0,5 \pm 0,05)\% / ^\circ\text{C}$

## 2.2. Inversor de conexión a red

- El modelo elegido es Fronius IG suministrado por la empresa Inelsacontrols.



- La serie Fronius IG introduce prestaciones en un nuevo concepto de inversor solar más eficaz, ligero y pequeño, que lo convierten en el equipo más aconsejable para instalaciones de conexión a red de 1 a 6,1 kWp
  
- Características:
  - Amplio rango de tensiones de entrada, el dimensionado del sistema se convierte en una tarea sencilla y flexible.
  - La gran versatilidad del equipo permite que sea instalado en el interior o a la intemperie, de acuerdo con la carcasa escogida para cada aplicación.
  - La alta eficiencia del equipo se basa en la tecnología de alta frecuencia aplicada en el diseño del procesador, asegurando una completa gestión de las altas intensidades con las que trabaja el equipo, reduciendo las pérdidas y garantizando una rápida transferencia de energía.
  - Los inversores IG se caracterizan por la sencilla instalación y rápida conexión.
  - Las prestaciones incorporadas en la serie Fronius IG, quedan reflejadas en el display luminoso multifuncional. Se pueden visualizar los valores instantáneos, diarios y anuales, de los parámetros más significativos de la instalación (Energía inyectada, Tensiones, Corriente, Potencia, Temperaturas de trabajo, etc.).
  - El nuevo sistema de comunicación de datos con novedosas y prácticas funciones, está compuesto por tarjetas plug&play de fácil y rápida instalación.
  - Mediante sensores de radiación y temperatura opcionales, el equipo permite al usuario conocer en cada momento el rendimiento de su instalación.
  - Para un sencillo y preciso dimensionado del sistema fotovoltaico, el software FRONIUS Configurator suministrado por el fabricante, resulta ser

una herramienta de gran utilidad, ayudando en la elección de los parámetros más importantes de la instalación (configuración del campo fotovoltaico, características de módulo, ángulo de inclinación, cableado,...).

Característica técnica	Modelo IG40	Modelo IG60
Rango de tensiones MPP	150-400 V	150-400 V
Tensión máxima de entrada (a 1000W/m <sup>2</sup> ; -10°C)	500 V	500 V
Potencia de salida de campo fotovoltaico	3500-4800Wp	4600-6100Wp
Intensidad máxima de entrada (40°C)	26.5 A	33 A
Potencia nominal de salida	3500 W	4600 W
Potencia máxima de salida	3600 W	4600 W
Eficiencia máxima	94.5 %	94.5 %
Valor de tensión / frecuencia	230 V / 50 Hz	
Distorsión armónica total	< 3,5%	
Factor de potencia	1	
Consumo interno en standby	0,03 W	
Dimensiones	629x338x220 mm	
Peso	16 kg	
Refrigeración	Ventilación forzada inteligente	
Grado de protección	IP 21 (opcional IP 44)	
Area de temperatura tolerables	-20....50°C	
Humedad tolerable	0....100%	

### 3. **ENERGÍA EÓLICA**

A continuación, se va a hablar de las características de cuatro aerogeneradores comerciales con cuatro tipos de diámetros distintos y comprendidos entre 1 y 4 metros.

La instalación de estos aerogeneradores simplemente consta de *equipo aerogenerador – cableado - inversor de corriente*.

En el caso de instalar estos aerogeneradores no haría falta comprar torres, simplemente unos soportes de muy poca altura y elevada resistencia

#### 3.1. **Aerogenerador AIR-X**

- Nueva gama AIR-X mejorada: la última generación de aerogeneradores AIR-X incorpora una serie de mejoras que se centran en el cuerpo de turbina. El nuevo microprocesador basa su control en la velocidad del viento incrementando la capacidad de sobrecarga y reduciendo el ruido de la máquina. Los nuevos circuitos electrónicos incorporan nuevas mejoras sobre el controlador del ACR 403 e incluyen un interruptor de voltaje on/off.



- Funcionamiento más silencioso: los nuevos circuitos del AIR-X 403 monitorizan la velocidad del viento y electrónicamente deceleran las aspas evitando el efecto Flutter; el resultado es una turbina más silenciosa.

- Mejora de la carga de la batería: el nuevo sistema electrónico de control de carga de batería interrumpe periódicamente la carga, mide la tensión de batería, compara el valor con la tensión de ajuste y si la batería está cargada, el controlador corta totalmente la circulación de corriente a la batería. Esta función se realiza en cuestión de milisegundos y cuanto más se acerca a la carga completa mayor es esta frecuencia. De este modo se pueden cargar con toda seguridad baterías de cualquier capacidad. Ventajas: aumento considerable de la vida de la batería.
  
- Diseño más robusto: el AIR-X limita la entrada de energía mediante el control de giro de las aspas. La potencia ya no tiene que ser disipada por los circuitos electrónicos, por lo que resulta una menor carga sobre rodamientos y otros elementos. Las grandes cargas sobre los aerogeneradores se producen con vientos fuertes. Bajo estas condiciones su diseño electrónico reduce la velocidad de las aspas a 600 rpm, manteniendo así la potencia y sin sobrecargar la turbina y la torre. Posee una brida de sujeción al mástil más robusta, controlador con microprocesador y nuevas aspas de carbón reforzado.
  
- Ventajas: mayor confianza en el funcionamiento con grandes vientos sin necesidad de accionar el interruptor de paro.
  
- Características:
  - 3 años de garantía.
  - Aspas de Composite de Fibra de Carbono.
  - Fundición de aluminio de calidad aeronáutica.
  - Alternador de neodimio exclusivo sin escobillas.
  - Sofisticado regulador de carga interno.
  - Sin mantenimiento. Sólo 2 partes móviles.
  - Sistema de auto-frenado que actúa cuando las baterías están cargadas reduciendo el desgaste y el ruido
  - Modo seguro para fuertes vientos que disminuye la velocidad reduciendo el ruido.
  - Disponible modelo MARINE.

Características técnicas	Detalles
Diámetro del rotor	1,14m
Peso	6Kg
Embalaje	68 x 37 x 22cm (7kg)
Viento de arranque	3 m/s
Voltaje	12 y 24 V
Producción	400 watos a 12,5 m/s
Tubo soporte	48 mm diámetro exterior

- La curva característica de este aerogenerador que da la relación entre la potencia obtenida y la velocidad del viento es:

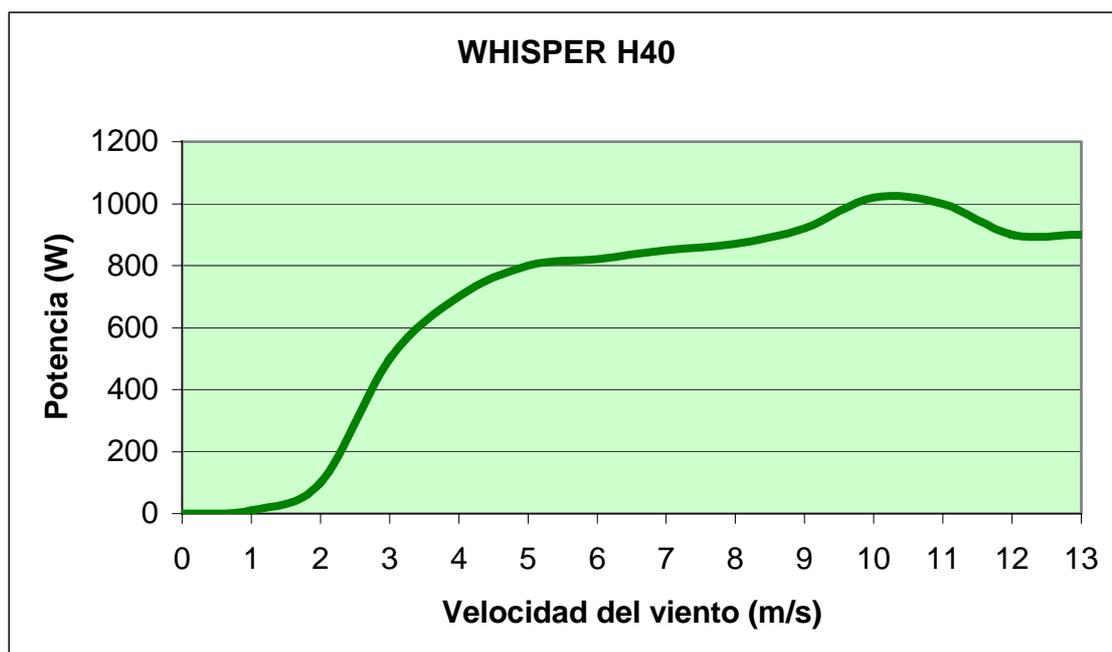


### 3.2. Aerogeneradores Whisper H40

- Whisper, un nombre con más de 10 años de experiencia en el campo de los aerogeneradores, ha sido rediseñado y comercializado bajo la familia de aerogeneradores Southwest Windpower.
- Nuevas características de diseño:
  - Una cubierta más fuerte de aluminio de molde
  - Capacidad de carga actual mejorada
  - Cojinetes sellados de desvío
  - Traspaso térmico creciente para refrescarse mejor
  - Láminas: 3 inyección-moldearon, fibra reforzada

Características técnicas	Detalles
Diámetro del rotor	2,13m
Peso	20Kg
Viento de arranque	3 m/s
Voltaje	24 V
Producción	900 watos a 12 m/s
Nº de hélices	2

- La curva de potencia de este aerogenerador es la siguiente:

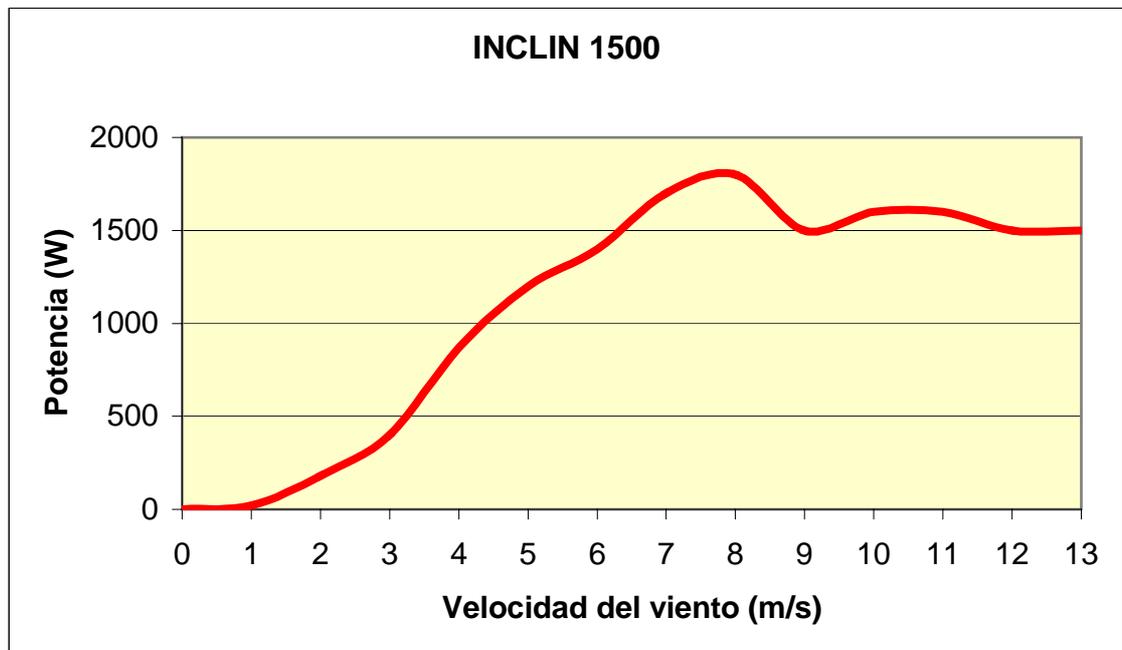


### 3.3. Aerogeneradores INCLIN 1500

- Los Aerogeneradores de la serie INCLINneo, son la evolución de los productos INCLIN, basada en la experiencia y en el desarrollo tecnológico.
- La serie INCLIN 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.
- Gracias a la calidad conseguida, la serie INCLIN está garantizada contra todo defecto de fabricación y/o materiales por un periodo de dos años.

Características técnicas	INCLIN 1500
Diámetro del rotor	2,86m
Peso	42Kg
Nº de hélices	2
<b>SISTEMA ELÉCTRICO</b>	
Tipo	Alternador de imanes permanentes
Imanes	Neodimio
Voltaje	12, 24, 48 y 220V
Potencia nominal	1500W
Cuadro rectificador de honda completa y medidor de voltios y amperios	
Regulador de freno opcional	
Velocidad del viento	
Para arranque	3,5m/s
Para potencia nominal	12m/s
Para freno automático	14m/s

➤ La curva de este tipo de aerogenerador es la siguiente:



## **ANEXO 19: Cálculos del estudio de viabilidad técnica y económica de la Alternativa 1 de Energía Solar Fotovoltaica**

## 1. **ASPECTOS TÉCNICOS**

### 1.1. **Datos de la planta**

- Superficie total: 300 m<sup>2</sup>
- Porcentaje de superficie a aprovechar: 80%
- Superficie del módulo fotovoltaico: 1,264 m<sup>2</sup>
- Potencia nominal por módulo: 0,160 kWp

Conocida la superficie total del centro y su porcentaje a aprovechar (ya que hay que tener en cuenta que hay que dejar espacios entre filas de módulos), tenemos que:

- Superficie útil a instalar = 240 m<sup>2</sup>

### 1.2. **Número de módulos**

Con los datos de superficie útil a instalar y del módulo fotovoltaico, conocemos el número de módulos necesarios:

- ❖ Número de módulos: 189,87 ≈ 189

### 1.3. **Potencia nominal de la planta**

Una vez conocido el número de módulos, junto con el valor de la potencia nominal de cada uno de ellos, obtenemos la potencia nominal de la planta:

- ❖ Potencia nominal de la planta: 30,4 kWp

### 1.4. **Producción energética**

Según la base de datos de Censolar:

- Producción neta por kWp: 1.500 kWh/año

Por tanto, si la potencia nominal de la planta es 30,4 kWp, la producción energética de la instalación resulta:

- ❖ Producción energética: 45.570 kWh/año

### **1.5. Cobertura eléctrica**

Se trata de saber que porcentaje del consumo eléctrico de la empresa se produce con la instalación renovable:

- Consumo eléctrico en la empresa: 418 MWh/año
- Producción energética de la instalación fotovoltaica: 45.570 kWh/año

Según los datos anteriores, el porcentaje de cobertura eléctrica es:

- ❖ Cobertura eléctrica  $\cong$  11%

## 2. ASPECTOS ECONÓMICOS

### 2.1. Presupuesto estimado

Según datos de bibliografía:

- Coste de una instalación fotovoltaica  $\approx 6$  €/Wp

Por lo tanto, el presupuesto estimado para nuestra instalación de 30,4 kWp será:

- ❖ Presupuesto estimado: 182.278 €

### 2.2. Beneficios

Datos de interés:

- Tarifa media regulada: 0,077644 €/kWh
- Tarifa fotovoltaica  $\leq 25$  años: 575%

De los datos anteriores resulta que:

- Tarifa eléctrica de venta a la red: 0,446 €/kWh

Por tanto, si se vende a la red todo lo que se produce (45.570 kWh/año) los ingresos medios anuales serán:

- ❖ Beneficios: 20.345 €/año

### 2.3. Porcentaje de beneficios sobre coste eléctrico

Se trata de saber que porcentaje del coste eléctrico de la empresa se recupera con la instalación renovable:

- Coste eléctrico de la empresa: 67.000 €/año
- Ingresos medios anuales: 20.345 €/año

Según los datos anteriores, el porcentaje de beneficios sobre el coste eléctrico es:

- ❖ % Beneficios sobre coste  $\cong$  31%

## **2.4. Amortización**

De acuerdo con la inversión realizada para la instalación y los ingresos medios anuales:

- Presupuesto estimado: 182.278 €
- Ingresos medios anuales: 20.345 €/año

El periodo de amortización resulta de:

- ❖ Amortización  $\cong$  9 años

## **ANEXO 20: Cálculos del estudio de viabilidad técnica y económica de la Alternativa 1 de Energía eólica**

## 1. **ASPECTOS TÉCNICOS**

### 1.1. **Datos de la planta**

- ❖ Superficie total: 300 m<sup>2</sup>
- ❖ Largo: 20 m
- ❖ Ancho 15 m
- ❖ Tipo aerogenerador: AIR-X
  - Diámetro: 1,14 m
  - Potencia nominal: 400 W

### 1.2. **Número de aerogeneradores**

La distancia entre aerogeneradores será de tres veces su diámetro partiendo desde el eje del aerogenerador (3,42 m) y la distancia entre filas será de dos veces su diámetro (2,28 m). Por tanto, habrá 6 filas de aerogeneradores, tres con 5 y otras tres con 4.

- Número de aerogeneradores: 27

### 1.3. **Producción energética**

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. A esta velocidad la potencia producida por cada aerogenerador es menor a la nominal y se deduce de la curva de potencia en función de la velocidad, proporcionada por el fabricante (punto 3.1., ANEXO 18).

- ❖ Horas de producción al año: 4.380 h/año (24 h/día x 182,5 días/año)
- ❖ Potencia para velocidad del viento 4,5 m/s: 300 W

Por tanto, la producción energética de un aerogenerador de estas características es:

- Producción energética por aerogenerador: 1.314 kWh/año  $\cong$  1,3 MWh/año

Si el número total de aerogeneradores en la instalación es de 27, la producción energética total es:

- Producción energética total: 35.478 kWh/año

#### **1.4. Cobertura eléctrica**

Si el consumo total de electricidad en la empresa es de 418 MWh/año y con la instalación se producen 35.478 kWh/año, estaremos produciendo un 8% de lo que se consume.

- Cobertura eléctrica  $\cong$  8%

## 2. ASPECTOS ECONÓMICOS

### 2.1. Presupuesto estimado

Dato de interés:

- Precio de un aerogenerador modelo AIR-X: 750 €

El presupuesto se sobredimensiona un 20% con el objetivo de incluir otros costes como, por ejemplo, los costes de ingeniería.

- ❖ Presupuesto estimado: 25.313 €

### 2.2. Beneficios

Datos de interés:

- Tarifa media regulada: 0,077644 €/kWh
- Tarifa fotovoltaica ≤ 15 años: 90%

De los datos anteriores resulta que:

- Tarifa eléctrica de venta a la red: 0,069 €/kWh

Por tanto, si se vende a la red todo lo que se produce (35.478 kWh/año) los ingresos medios anuales serán:

- ❖ Beneficios: 2.479 €/año

### 2.3. Porcentaje de beneficios sobre coste eléctrico

Se trata de saber que porcentaje del coste eléctrico de la empresa se recupera con la instalación renovable:

- Coste eléctrico de la empresa: 67.000 €/año
- Ingresos medios anuales: 2.479 €/año

Según los datos anteriores, el porcentaje de beneficios sobre el coste eléctrico es:

- ❖ % Beneficios sobre coste  $\cong$  4%

## **2.4. Amortización**

De acuerdo con la inversión realizada para la instalación y los ingresos medios anuales:

- Presupuesto estimado: 25.313 €
- Ingresos medios anuales: 2.479 €/año

El periodo de amortización resulta de:

- ❖ Amortización  $\cong$  10 años

## **ANEXO 21: Página Excel para estudio de viabilidad de energías alternativas**

## 1. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (ESF)

### **Instrucciones de uso de la hoja de cálculo Excel para el estudio de instalaciones de ESF:**

Se trata de una simple hoja de cálculo Excel, en la siguiente figura se muestra su página principal (datos generales).

En las celdas azules se introducen los datos necesarios para el estudio. Primero los datos de la empresa (consumo y coste eléctrico anual y superficie disponible en la empresa para la instalación), luego los datos de la instalación fotovoltaica en sí (potencia y superficie de los módulos), a continuación el dato más importante de producción energética (producción neta de energía en esta zona por kWp instalado) y por último los datos necesarios para el estudio económico (precio de la TMR y el porcentaje que debe pagar la compañía suministradora que compra esta energía, además del incremento anual del precio de la TMR).

Con todos los datos anteriores la página Excel calcula los aspectos técnicos: número de módulos y potencia de la instalación, su producción energética anual y su porcentaje de cobertura eléctrica respecto al consumo de la empresa; y los aspectos económicos: inversión, ingresos medios anuales, beneficios respecto al coste de la empresa y amortización.

Esa es la información principal a conocer, pero para saber si la inversión resulta aceptable o no se recurre al cálculo de parámetros económicos – financieros como son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Para ello es necesario indicar en la celda correspondiente si la inversión se financia con recursos propios, con subvención a fondo perdido y/o con deuda y en este último caso el tipo de interés. Si el VAN resulta mayor que cero y el TIR mayor que la tasa de interés, se acepta la inversión.

Microsoft Excel - ESF\_300m2

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? Adobe PDF

A2 = SOLO SON MANIPULABLES LAS CELDAS QUE APARECEN COLOREADAS EN AZUL

	A	B	C	D	E	F	G	H
2	<b>SOLO SON MANIPULABLES LAS CELDAS QUE APARECEN COLOREADAS EN AZUL</b>							
3								
4	<b>DATOS GENERALES</b>							
5								
6	<b>Datos de la empresa</b>							
7	Consumo anual	418.000	kwh					
8	Coste anual	67.000	€					
9	área total de planta	300	m2					
10	área útil de planta	240	m2					
11								
12	<b>Datos de la planta</b>							
13	potencia nominal por módulo	0,160	KWp					
14	Superficie del módulo	1,3	m2					
15	número de módulos	189,8734177						
16	potencia nominal planta	30,4	KWp					
17								
18	<b>Producción energética</b>							
19	prod. Neta por kWp	1.500	kwh					
20	producción energética anual	45.570	kwh					
21	Cobertura	10,90%						
22								
23								
25	<b>Inversión</b>							
26	Precio instalación €	182.278						
27	Amortización	8,96	años					
28								
29	<b>Beneficios</b>							
30	Tarifa vigente (s/ RD)	0,077644	€ (por kwh)					
31	TARIFA fotovoltaica año<=5	575%						
32	TARIFA fotovoltaica año>5<=15	460%						
33	incremento de tarifa	3,0%						
34	ingreso medio anual	20.345						
35	Beneficios	30,37%						
36								

Margen bruto / Capital, subvención y deuda / P&L y Cash Flow / Divi

Inicio excel\_PFC 2 Microsoft ... ESF\_300m2 EEo\_300m2 21:43

## 2. ENERGÍA EÓLICA (EEo)

### **Instrucciones de uso de la hoja de cálculo Excel para el estudio de instalaciones de EEo:**

Se trata de la misma hoja de cálculo Excel que se usa para la ESF, solo se diferencia en los datos generales a introducir en la página principal que se citan a continuación y que se muestran en la siguiente figura.

Primero se indican los datos de la empresa (consumo y coste eléctrico anual y superficie disponible en la empresa para la instalación indicando su largo y ancho), luego los datos de la instalación eólica en sí (potencia del aerogenerador a la velocidad media del viento en la zona y diámetro del rotor), a continuación el dato más importante de producción energética (horas de producción al año) y por último los datos necesarios para el estudio económico (precio del aerogenerador, precio de la TMR y el porcentaje que debe pagar la compañía suministradora que compra esta energía, además del incremento anual del precio de la TMR).

Con todos los datos anteriores la página Excel calcula los aspectos técnicos: número de aerogeneradores y potencia de la instalación, su producción energética anual y su porcentaje de cobertura eléctrica respecto al consumo de la empresa; y los aspectos económicos: inversión, ingresos medios anuales, beneficios respecto al coste de la empresa y amortización.

Al igual que se comentó en la ESF, para saber si la inversión resulta aceptable o no, se recurre al cálculo de parámetros económicos – financieros como son el VAN (Valor Actual Neto) y el TIR (Tasa Interna de Retorno). Para ello es necesario indicar en la celda correspondiente si la inversión se financia con recursos propios, con subvención a fondo perdido y/o con deuda y en este último caso el tipo de interés. Si el VAN resulta mayor que cero y el TIR mayor que la tasa de interés, se acepta la inversión.

Microsoft Excel - EEo_300m2							
Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana ? Adobe PDF							
A4 = DATOS GENERALES							
A	B	C	D	E	F	G	H
<b>4 DATOS GENERALES</b>							
5							
6	<b>Datos de la empresa</b>						
7	Consumo anual	418.000 kwh					
8	Coste anual	67.000 €					
9	área total de planta	300 m2					
10	largo	20 m					
11	ancho	15 m					
12	<b>Datos de la planta</b>						
13	potencia nominal del aerogenerador	0,400 KW					
14	potencia del aerogenerador a 4,5 m/s	0,300 KW					
15	diámetro rotor (m)	1,14 m2					
16	nº filas	6,58	aproximar a la cifra menor	6			
17	nº aerogeneradores en cada fila	5,85	aproximar a la cifra menor	5			
18	<b>Indicar la distribución adecuada</b>	3	filas con	5	aerogeneradores		
19		3	filas con	4	aerogeneradores		
20	número de aerogeneradores	27					
21	Potencia de la instalación	10,8 KW					
22	<b>Producción energética</b>						
23	horas de producción al año	4.380 h	(por año)				
24	producción energética por aerogenerador	1.314 kwh	(por año)				
25	producción energética total	35.478 kwh	(por año)				
26	Cobertura	8,49%					
28	<b>Inversión</b>						
29	Precio aerogenerador	750 €					
30	Inversión aerogeneradores	20.250 €	<b>80% del coste total</b>				
31	Precio total instalación	25.313 €					
32	Amortización	10,21 años					
33	<b>Beneficios</b>						
34	Tarifa vigente (s/ RD)	0,077644 €	(por kwh)				
35	TARIFA fotovoltaica año<=15	90%					
36	TARIFA fotovoltaica año>15	80%					
37	incremento de tarifa	3,0%					
38	ingreso medio anual	2.479					
39	Beneficios	3,70%					
<span>Inicio</span> <span>excel_PFC</span> <span>2 Microsoft ...</span> <span>ESF_300m2</span> <span>EEo_300m2</span> <span>21:49</span>							

# **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](http://www.aulavirtual.egmasa.com/SCRIPT/Fdt02/scripts/student/serve_summary)

- Curso de gestión de Instalaciones de Energías Renovables y Auditorías Mediambientales. Easy Industrial Solutions

Módulo 1: Generalidades: Conceptos generales de calidad

Módulo 2: Generalidades: Conceptos generales de medio ambiente

Módulo 3: Generalidades: Conceptos generales sobre seguridad y salud en el trabajo

Módulo 4: Los sistemas integrados de gestión

Módulo 5: Energías Renovables

Módulo 6: Sistema de gestión ambiental

Módulo 7: Auditorías ambientales

Módulo 8: Elaboración de un plan de mejora

- Manual de Auditorías Energéticas  
Iluminación.  
Aire comprimido.  
[www.camaramadrid.es](http://www.camaramadrid.es)
- Auditorias energéticas.  
[www.ingenieroambiental.com/auditorias-energeticas.pdf](http://www.ingenieroambiental.com/auditorias-energeticas.pdf)
- Auditoría energética. Universidad de El Salvador  
[www.cic.ues.edu.sv/ponencias/Ing.Jorge%20Zetino.ppt](http://www.cic.ues.edu.sv/ponencias/Ing.Jorge%20Zetino.ppt)
- La auditoría energética del Centro  
[www.solarizate.org](http://www.solarizate.org)
- 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.creara.es](http://www.creara.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](http://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](http://www.europea.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html)

- Aproximación a la medida de la ecoeficiencia en las empresas agroalimentarias de la Región de Murcia. Sector Aceitunas y encurtidos.

[www.calidadambiental.info/murcia/sec05\\_libros/pdf\\_05/Manualencurtido2.doc](http://www.calidadambiental.info/murcia/sec05_libros/pdf_05/Manualencurtido2.doc)

- 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](http://www.cnfl.go.cr/portal/page?_pageid=35,43711&_dad=portal&_schema=PORTAL)

- Endesa Energía  
[www.endesaenergia.es](http://www.endesaenergia.es)
- Compensación de energía reactiva  
[http://www.circutor.es/r\\_sp.htm](http://www.circutor.es/r_sp.htm)
- La Guía de la Energía  
[www.energuia.com](http://www.energuia.com)
- Red eléctrica de España  
[www.ree.es](http://www.ree.es)
- Guía de eficiencia energética ambiental para la empresa  
[www.crana.org/observatorio/energia/guias\\_de\\_ahorro/08\\_06\\_2004/Introduccion.pdf](http://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](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2653_recomendaciones_para)
- Eficiencia energética en iluminación  
[www.faen.es/ahorroeficiencia/documents/Eficienciaenergeticaeniluminacion.pdf](http://www.faen.es/ahorroeficiencia/documents/Eficienciaenergeticaeniluminacion.pdf)
- Lámparas fluorescentes ahorradoras CFL  
[http://www.asifunciona.com/electronica/af\\_cfl/af\\_cfl\\_1.html](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](http://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](http://www.guiadelfrio.com/portal/modules/news/article.php?storyid=298)
- Aire acondicionado  
[www.juntadeandalucia.es/economia/hacienda/contratacion/catalogo/Aire/empresas/alcoclima/alcoclima\\_mp63-72.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/economia/hacienda/contratacion/catalogo/Aire/empresas/alcoclima/alcoclima_mp63-72.pdf)
- Calefacción.  
[www.crana.org/observatorio/energia/guias\\_de\\_ahorro/08\\_06\\_2004/Calefaccion.pdf](http://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](http://www.fundacioncst.net/apea/doc/GuiaCALEFACCION.doc)
- Climatización.  
[www.rentaclima.cl](http://www.rentaclima.cl)
- Sistemas de Climatización  
[www.uef.es/webuf/ShowContent.do?contenido=COM\\_01\\_08\\_02\\_00&id\\_oma=EN](http://www.uef.es/webuf/ShowContent.do?contenido=COM_01_08_02_00&id_oma=EN)
- Equipos de climatización  
[www.anwo.cl](http://www.anwo.cl)

- Guía de buenas prácticas ambientales de oficina  
[www.feugr.ugr.es/docs/GuiaBuenasPracticas.pdf](http://www.feugr.ugr.es/docs/GuiaBuenasPracticas.pdf)
- Consumo equipos ofimática  
<http://www.danielclemente.com/consumo/>
- Instalaciones eléctricas.  
<http://www.bdd.unizar.es/Paq2/Tomo2/indice.htm>
- Medidor de potencia de tres fases TES-3600  
<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-electricidad/medidor-potencia-tes-3600.htm>
- Fuentes de energía  
[http://oni.escuelas.edu.ar/2002/SANTIAGO\\_DEL\\_ESTERO/madre-fertil/energia.htm](http://oni.escuelas.edu.ar/2002/SANTIAGO_DEL_ESTERO/madre-fertil/energia.htm)
- Google Earth  
[www.earth.google.es](http://www.earth.google.es)
- Instituto Nacional de Meteorología (INM)  
[www.inm.es](http://www.inm.es)
- Global Bioclimatics  
[http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global\\_bioclimatics\\_1.htm](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](http://www.idae.es)
- Energía solar.  
[www.es.wikipedia.org](http://www.es.wikipedia.org)
- Centro de estudios de la energía solar  
[www.censolar.es](http://www.censolar.es)
- Guía Solar  
Energía eólica. Planteamiento de Greenpeace.  
[www.greenpeace.org](http://www.greenpeace.org)
- Guía de la Energía Solar.  
[www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio\\_GuiaEnergiaSolar.PDF](http://www.obrasocialcajamadrid.es/Ficheros/CMA/ficheros/OSMedio_GuiaEnergiaSolar.PDF)
- Energía solar térmica.  
[www.solarweb.net/termica.php](http://www.solarweb.net/termica.php)
- Captación térmica de la energía solar  
<http://www.luzverde.org/main3.html>
- Energía solar fototérmica  
<http://www.miquelms.com/dyeiterm.htm>

- Obras de energía solar térmica  
[http://raelec.es/espanol/obras/obras\\_termica.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](http://www.solartec.org)
- Proyecto ACS Solar  
[www.sitiosolar.com/proyecto.pdf](http://www.sitiosolar.com/proyecto.pdf)
- Proyecto de energía solar para ACS  
[www.uc3m.es/uc3m/serv/OM/documents/polideportivoignaciopinedo.ppt](http://www.uc3m.es/uc3m/serv/OM/documents/polideportivoignaciopinedo.ppt)
- Instalaciones de energía solar térmica.  
[www.fesucor.com/thermisunsolar\\_web/pdf/tarifa%20thermisun%202005.pdf](http://www.fesucor.com/thermisunsolar_web/pdf/tarifa%20thermisun%202005.pdf)
- Aplicaciones de sistemas conectados a red. Generador de 5 KW  
[www.isofoton.com](http://www.isofoton.com)
- Promoción de plantas solares  
[www.opde.net](http://www.opde.net)
- Energía solar fotovoltaica conectada a red  
[www.generaconfotovoltaica.com](http://www.generaconfotovoltaica.com)
- Sistemas fotovoltaicos. Conexión a red.  
[www.solarta.com](http://www.solarta.com)

- Instalación Solar Fotovoltaica de Conexión a Red. Bornay Comercial  
[www.pymesdelsol.com/pdf/memoria.pdf](http://www.pymesdelsol.com/pdf/memoria.pdf)
- Estudio de una instalación fotovoltaica.  
[www.kualitate.com/archivos-kualitate/pdfs/quionpractica2.pdf](http://www.kualitate.com/archivos-kualitate/pdfs/quionpractica2.pdf)
- Instalacion solar conectada a red. Enerficaz  
[www.enerficaz.com/fotovoltaica-red.pdf](http://www.enerficaz.com/fotovoltaica-red.pdf)
- Energia solar. Centrales solares fotovoltaicas. Instalación de 100kw. Grupo ecosar.  
[www.ecosar.com/images/Centrales%20Solares%20Fotovoltaicas.pdf](http://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](http://www.iingen.unam.mx/C10/Eventos/amedes/B2%20Ing%20Jaime%20Garcia.pdf)
- Memoria anteproyecto: Instalación de energía solar fotovoltaica conectada a red. 20 kw nominales.  
[www.rj-ingenieros.com/user/RJ\\_INGENIEROS\\_FVred20\\_anteproyecto\\_energia\\_solar\\_fotovoltaica\\_conectada\\_red\\_20](http://www.rj-ingenieros.com/user/RJ_INGENIEROS_FVred20_anteproyecto_energia_solar_fotovoltaica_conectada_red_20)
- Guía eólica  
<http://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/guia/eolica.htm>
- Energía eólica  
[www.infoeolica.com](http://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](http://www.ontimet.es/eolica.htm)

- Proyecto de Parque Eólico en la Bahía de Cádiz

[www.galeon.com/apamar](http://www.galeon.com/apamar)

- Energía eólica en India y España. Oportunidades de desarrollo de negocios e inversión.

[www.embajadaindia.net/wind\\_energy\\_presentation.pdf](http://www.embajadaindia.net/wind_energy_presentation.pdf)

- La energía eólica. Panorámica general.

[www.aprean.com](http://www.aprean.com)

- Equipos para energías renovables.

[www.inelsacontrols.com](http://www.inelsacontrols.com)

- Legislación

[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Admin/rd436-2004.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/rd436-2004.html)

## ➤ **Legislación consultada**

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1634/2006, de 29 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica a partir de 1 de enero de 2007.
- Real Decreto 1556/2005, de 23 de diciembre, por el que se establece la tarifa eléctrica para 2006.
- Real Decreto 809/2006, de 30 de junio, por el que se revisa la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2006.
- Orden Ministerial de 12-01-95 por la que se establecen tarifas eléctricas.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

