

# 1

## PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR CÁRNICO

<b>1</b>	<b>CÁRNICO</b>
2	LÁCTEO QUESERO
3	CERÁMICO
4	LAVANDERÍAS
5	TEXTIL
6	PIENSOS
7	MADERA
8	HOTELERO

**COLECCIÓN**

# 1

## PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR CÁRNICO

*Ninguna parte de este libro puede ser reproducida, grabada en sistema de almacenamiento o transmitida en forma alguna ni por cualquier procedimiento, ya sea eléctrico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito del EREN*

Edita:

*Junta de Castilla y León*

*Consejería de Economía y Empleo - Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)*

Elaborado por:

*ENTE REGIONAL DE LA ENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN*

Colaboración:

*Dea Ingeniería S.A.*

Diseño e Impresión:

*Graficas Celarayn, S.A.*

Depósito Legal: LE-1.242-2008

## ÍNDICE

<b>Presentación</b> .....	<b>9</b>
<b>Antecedentes</b> .....	<b>11</b>
<b>1. Introducción</b> .....	<b>11</b>
1.1. <i>Castilla y León. Datos Generales.</i> .....	11
1.2. <i>Castilla y León. Objetivos.</i> .....	12
1.3. <i>Situación Actual y Tendencias de los Mercados Energéticos</i> .....	12
1.4. <i>Situación Actual y Tendencias en Castilla y León</i> .....	14
1.5. <i>Introducción Sectorial.</i> .....	19
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>21</b>
<b>3. Aprovechamiento de energía</b> .....	<b>21</b>
3.1. <i>Esquemas Productivos</i> .....	21
3.2. <i>Necesidades Energéticas.</i> .....	30
3.3. <i>Selección de las Fuentes de Energía.</i> .....	30
3.4. <i>Gestión de Compras</i> .....	31
3.5. <i>Electricidad</i> .....	31
3.6. <i>Combustibles</i> .....	34
<b>4. Contabilidad energética.</b> .....	<b>36</b>
4.1. <i>Consumo Anual de Energía</i> .....	37
4.2. <i>Consumo Mensual de Energía</i> .....	38
4.3. <i>Consumos Específicos.</i> .....	38
4.4. <i>Desglose de consumo energético.</i> .....	39
<b>5. Auditoría energética. Mejoras energéticas</b> .....	<b>40</b>
5.1. <i>Bases de Partida para Desarrollar un Diagnóstico Energético.</i> .....	41
5.2. <i>Cámaras de Secado</i> .....	42
5.3. <i>Generadores de Vapor</i> .....	49
5.4. <i>Combustión Sumergida</i> .....	54
5.5. <i>Cogeneración</i> .....	54
<b>6. Mantenimiento energético</b> .....	<b>60</b>
6.1. <i>Generadores de Vapor</i> .....	61
6.2. <i>Redes de Distribución de Vapor, Condensado y Agua Caliente</i> .....	61
6.3. <i>Instalaciones Frigoríficas.</i> .....	61
6.4. <i>Instalaciones Eléctricas.</i> .....	61
6.5. <i>Cámaras de Secado</i> .....	62
<b>7. Formación del personal</b> .....	<b>62</b>
<b>8. Análisis económico de mejoras.</b> .....	<b>63</b>
8.1. <i>Situación Actual.</i> .....	63
8.2. <i>Propuestas de Mejora</i> .....	63
8.3. <i>Análisis Económico a Nivel Básico</i> .....	64

8.4. <i>Análisis Económico en Profundidad</i> . . . . .	65
8.5. <i>Otros Aspectos a Considerar</i> . . . . .	66
8.6. <i>Análisis de la Oferta de Financiación</i> . . . . .	66
<b>9. Organización empresarial.</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>10. Programas de ahorro</b> . . . . .	<b>67</b>
<b>ANEXOS</b>	
I Bibliografía . . . . .	69
II Unidades y equivalencias . . . . .	70
III Definiciones . . . . .	72
IV Combustibles y características . . . . .	73
V Legislación. . . . .	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Producción Interior de Energía Primaria (ktep). . . . .	13
2. Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep). . . . .	15
3. Participación en el Consumo de Energía por Provincias. . . . .	16
4. Distribución de Empresas por Provincias. . . . .	19
5. Distribución de Ventas por Provincias. . . . .	20
6. Distribución de Empleos por Provincias. . . . .	20
7. Esquema Productivo de Mataderos. . . . .	22
8. Esquema Instalación Chamuscado. . . . .	23
9. Esquema Productivo de Embutidos. . . . .	24
10. Esquema Productivo de Jamones. . . . .	25
11. Salazón de Jamones. . . . .	25
12. Secado de Jamones. . . . .	26
13. Cámara Industrial de Secado de Jamones. . . . .	27
14. Disposición de Cámaras Industriales de Secado. . . . .	28
15. Disposición de Jamones en Cámara Industrial de Secado. . . . .	28
16. Esquema Principio Instalación Frigorífica. . . . .	43
17. Compresor Frigorífico Alternativo. . . . .	44
18. Máquina de Absorción. . . . .	45
19. Esquema Principio Refrigeración por Absorción. . . . .	46
20. Instalación Autónoma. . . . .	47
21. Instalación Industrial de Secado. . . . .	48
22. Disposición de Toberas en Cámara de Secado. . . . .	49
23. Caldera de Vapor. . . . .	50
24. Sistema de Combustión Sumergida. . . . .	54
25. Diagrama de Sankey de la Utilización del Calor Residual de los Circuitos de Refrigeración y Escape de Gases de un Motor. . . . .	55
26. Cogeneración con Motor Alternativo. . . . .	56
27. Instalación de Cogeneración con Turbina de Gas. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico. . . . .	57
28. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico. . . . .	58
29. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico. . . . .	58
30. Instalación de Cogeneración con Turbina de Gas. Esquema de Principio Aplicable al Sector de Mataderos. . . . .	59
31. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Mataderos. . . . .	59
32. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema Aplicable al Sector de Mataderos. . . . .	60

**ÍNDICE DE TABLAS**

1. Características Orientativas de un Proceso de Curación. . . . .	29
2. Tarifas Eléctricas, I.V.A. excluido. . . . .	31
3. Tarifa Industrial para el Gas Natural, I.V.A. excluido. . . . .	35
4. Ejemplo de Factura de Gas Natural, I.V.A. excluido. . . . .	35
5. Sistemas de Contabilidad Energética y Auditoría Contable. . . . .	37
6. Consumo Anual de Energía. . . . .	37
7. Consumo Mensual de Energía. . . . .	38
8. Consumos Específicos. . . . .	39
9. Consumo Mensual de Energía. . . . .	40
10. Control Periódico de los Principales Parámetros Energéticos. . . . .	51
11. Índice Opacimétrico de la Escala de Bacharach. . . . .	52
12. Control de Parámetros de Combustión. . . . .	53
13. Cuadro de Soporte para la Evaluación Preliminar de las Mejoras. . . . .	63
14. Análisis Económico de la optimización de la Combustión. . . . .	64
15. Sistema Internacional de Unidades. . . . .	71
16. Múltiplos y Submúltiplos. . . . .	71
17. Unidades de Uso Común. . . . .	72
18. Relación entre las Principales Unidades de Energía, Trabajo o Cantidad de Calor. . . . .	72
19. Combustibles Líquidos. Fuelóleo nº 1 y Fuelóleo nº 1 BIA . . . . .	74
20. Combustibles Líquidos. Gasóleo C. . . . .	74
21. Combustibles gaseosos. Gas Natural. . . . .	74
22. Combustibles gaseosos. Propano. . . . .	75
23. Combustibles gaseosos. Butano. . . . .	75

## PRESENTACIÓN

La energía representa un factor muy importante en el sector industrial, adquiriendo en la actualidad un papel relevante al haberse convertido en un criterio de decisión en las estrategias de las empresas.

Producir de forma eficiente es un objetivo que persigue todo industrial, pues ello, sin duda, le ayudará a competir con otras empresas de su mismo sector.

En este apartado, el ahorro y la eficiencia energética contribuyen a conseguir dicho objetivo, y por ello, la Consejería de Economía y Empleo, a través del Ente Regional de la Energía de Castilla y León, publicó en el año 2000 una colección de manuales que contribuyen a mejorar el ahorro energético y la eficiencia energética en distintos sectores de actividad de nuestra Comunidad Autónoma.

Los cambios en la normativa, y la evolución en los mercados energéticos, los avances tecnológicos y la necesidad permanente de mejorar la gestión energética, aconsejan actualizar estos manuales, revisión que se enmarca dentro de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España E4.

En este sentido, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León presenta ahora la actualización y adaptación al momento actual de estos Planes Sectoriales de Asistencia Energética con el objetivo de que sirvan de guía a todas aquellas personas, que por su trabajo o posición puedan influir en la actividad de las empresas y así reducir el consumo energético en las mismas.

Es mi deseo que con la lectura de este manual se pueda contribuir a reducir los costes de producción de nuestras empresas, así como a reducir nuestra dependencia del exterior en el aprovisionamiento energético, con la consiguiente mejora del medioambiente, y contribuyendo desde esta Comunidad Autónoma a conseguir los objetivos fijados en el Protocolo de Kyoto y que dirigen las políticas energéticas y medioambientales en la actualidad.

Tomás Villanueva Rodríguez  
*Vicepresidente Segundo  
y Consejero de Economía y Empleo*



## ANTECEDENTES

Desde el punto de vista de la empresa, la energía supone un coste que puede representar una fracción muy elevada de los costes de producción dependiendo del sector o producto de que se trate. Hasta la crisis del petróleo (año 1973) el consumo energético tenía poca relevancia en el diseño de las instalaciones, ya que el precio de la energía era bajo y primaban otros muchos criterios por encima de las necesidades de ahorro. A partir de entonces, las nuevas instalaciones comienzan a incorporar factores de optimización energética, que inicialmente son más intensos en la gran industria y que posteriormente se extienden también al resto de los sectores.

Los criterios de optimización energética son apoyados por el gobierno a través del Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, y de la Estrategia de Eficiencia Energética en España, conocida como E-4.

Toda empresa, industrial o de servicios, de mayor o menor tamaño, debe plantearse si sus instalaciones y procesos responden a un diseño optimizado desde el punto de vista energético. Una gestión energética adecuada dentro de la empresa conlleva el uso eficiente de la energía y, por consiguiente, la reducción de los costes energéticos en los procesos de producción.

En este contexto, el Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN) impulsa una campaña de difusión entre las PYMES de actuaciones sectoriales para la implantación de mejoras energéticas. Estos Planes Sectoriales pretenden servir como herramientas para la promoción de la innovación en las PYMES mejorando su competitividad, permitiendo la disminución de los costes generales, mediante una optimización y racionalización de los costes energéticos en sus procesos industriales.

En cuanto al consumo de energía, y dentro del desafío de la competitividad y la reducción de costes teniendo en cuenta la sensibilización actual sobre el medio ambiente, en los diseños actuales se aprecia un mayor respeto al entorno, la optimización de los recursos energéticos y la implantación de energías renovables cuando las condiciones son favorables.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. CASTILLA Y LEÓN. DATOS GENERALES

La Comunidad Autónoma de Castilla y León, con 2.510.849 habitantes según el padrón municipal del 2005, es una de las menos densamente pobladas del estado, con 26,6 habitantes/km<sup>2</sup>, frente a la media nacional de 87,4 habitantes/km<sup>2</sup>.

El clima, marcadamente continental, queda definido por bajas temperaturas medias anuales, que oscilan entre los 10°C y 12°C. En invierno, la temperatura media es de 3-4°C, alcanzando los 18°C bajo cero. El verano es corto y con temperaturas suaves, aunque esporádicamente puede experimentar bruscos ascensos.

El PIB por habitante a precios constantes en la Unión Europea y en el año 2003 es de 23.300 euros, situándose España por debajo de esta media con un PIB por habitante de 18.208 euros. En comparación, el PIB de Castilla y León sólo alcanzó los 17.000 euros, concentrándose más de la mitad de la riqueza generada en las provincias de Burgos, León y Valladolid<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Servidor web del Instituto Nacional de Estadística: [www.ine.es](http://www.ine.es) (consulta: julio 2004); Contabilidad Regional de España.

Por sectores de actividad es destacable el peso de la agricultura, mientras que el sector servicios se encuentra, con un 58% aproximadamente, por debajo de la media nacional que alcanza el 65%.

## 1.2. CASTILLA Y LEÓN. OBJETIVOS

Los principales objetivos de esta publicación pueden resumirse en:

- Adquirir la energía en las mejores condiciones de precio y calidad de suministro, adecuando la gestión de estos aprovisionamientos a los cambios que en estos mercados se están produciendo.
- Conocer y controlar, de manera precisa, los consumos energéticos mediante un sistema de información adecuadamente diseñado que permita establecer objetivos concretos en la mejora de la eficiencia en el uso de la energía.
- Optimizar la eficiencia de equipos y procesos analizando los flujos de energía en los mismos. Este análisis mostrará si es posible ahorrar más energía rediseñando el equipo o proceso o utilizando otro alternativo.
- Usar la energía de forma racional, lo cual conducirá a ahorros de energía con baja inversión.
- Aunar esfuerzos en la reducción de costes energéticos, mediante la colaboración en proyectos tanto con empresas del sector como con otras empresas.
- Aprovechar y potenciar el capital humano disponible, ya que la reducción de costes de la energía no depende exclusivamente de la tecnología, sino que está muy ligada a la concienciación de las personas.
- Identificar los “consumos evitables”, tanto en horas productivas como de no producción.

Para alcanzar dichos objetivos se hace necesario tener en cuenta una serie de aspectos:

- Esta publicación debe considerarse como un plan a largo plazo con un desarrollo escalonado de las mejoras propuestas.
- Las líneas de acción que se contemplan son de carácter general, debiendo cada empresa adaptarlas a su proceso productivo.
- La reducción de los gastos de aprovisionamiento energético repercute directamente en la reducción de los costes de la empresa.
- La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España (E-4).
- Los criterios de optimización energética son apoyados por las distintas administraciones, como se refleja en el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010.

Con esta revisión, se trata de mantener el compromiso de cubrir con fuentes renovables al menos el 12% del consumo total de la energía en 2010, así como de incorporar otros objetivos indicativos -29,4% de generación eléctrica con renovables y 5,75 de biocarburantes en transporte para ese año-adaptados con posterioridad al anterior plan.

- El ahorro energético se integra en los programas de Medio Ambiente para contribuir al desarrollo sostenible.
- La mejora de la eficiencia energética y el ahorro energético está prevista, para el sector industrial, como uno de los objetivos principales en el Plan de Ahorro y Eficiencia de Castilla y León.

## 1.3. SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS DE LOS MERCADOS ENERGÉTICOS

A continuación se presenta, de forma resumida, la situación actual de los mercados energéticos, sus tendencias y la influencia de las mismas en el futuro del Sector Cárnico de Castilla y León.

La situación actual del sector energético español viene caracterizada por:

- Una fuerte concentración del balance de energía primaria en el petróleo.
- Una gran dependencia externa en el aprovisionamiento energético.
- Una escasa diversificación geográfica de los proveedores externos de energía -la mayor parte del petróleo importado procede de Oriente Medio y el gas natural de Argelia y Libia.
- Una gran rigidez en la composición del consumo final de energía.

Sus tendencias se determinan por las pautas fijadas en el Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010 y por la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética de España (E-4). En ellos se reconoce la importancia de la consideración de dos nuevos factores. El primero de ellos es la integración de la política ambiental dentro de la política energética, tal y como exige el principio de desarrollo sostenible, uno de los principales pilares de la política europea en materia de medio ambiente (VI PACMA). El segundo se fundamenta en un aumento de la competitividad en la oferta energética.

La estructura de la demanda primaria de energía estará caracterizada por un aumento en la contribución del gas natural y de las energías renovables, así como por un descenso de la importancia relativa de la energía nuclear, el petróleo y el carbón. Esta nueva estructuración de la demanda responde a los objetivos de contribuir a una mayor diversificación en el consumo de combustibles, conseguir una mayor protección ambiental, una minimización de costes y mejorar la eficacia.

La reducción de las emisiones, fundamentalmente de CO<sub>2</sub> (principal causante del efecto invernadero), SO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> (causantes de la lluvia ácida) es una de las acciones de carácter medioambiental a la que más recursos se están dedicando, adoptando medidas tales como<sup>2</sup>:

- La adaptación de algunas centrales de fuelóleo o gasóleo a gas natural.
- La utilización de quemadores de baja emisión de NOx
- El aumento de la participación de carbones de menor contenido en azufre.
- La reducción gradual del contenido en azufre del fuelóleo utilizado en las centrales eléctricas.
- El aumento significativo de la cogeneración.
- La utilización de tecnologías de combustión limpias.
- El empleo de ciclos combinados con gas natural.
- La combustión por etapas.
- La potenciación de las energías renovables.

### Producción Nacional de Energía Primaria (ktep)

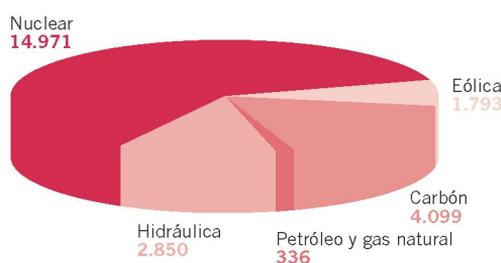


Figura 1. Producción Interior de Energía Primaria (ktep).

Fuente: Estadística Energética de Castilla y León, Resumen Anual 2005.

<sup>2</sup> Plan de Energías Renovables en España.

La evolución prevista de la demanda energética está afectada por un alto grado de incertidumbre, al depender del crecimiento económico, de los precios energéticos y del ritmo en la renovación de los equipos, entre otras variables. No obstante, se prevé un crecimiento medio aproximado de un 2.5% anual<sup>3</sup> de la demanda para la presente década, estableciéndose un objetivo de ahorro de energía primaria del 12% sobre la tendencia actual.

De igual modo, se estima una evolución moderada de los precios a lo largo de la década, especialmente los relativos al carbón, dada la existencia de una oferta mundial diversificada y de bajo coste de extracción.

## 1.4. SITUACIÓN ACTUAL Y TENDENCIAS EN CASTILLA Y LEÓN

### 1.4.1. Producción

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León existen dos zonas mineras diferenciadas: las minas de antracita y hulla en el norte de las provincias de León y Palencia y las minas de uranio en Salamanca. Por otro lado, la totalidad de la cuenca del Duero constituye un sistema hidrográfico de gran importancia.

La central nuclear de Santa María de Garoña (Burgos), cuatro centrales térmicas de carbón, así como numerosas centrales hidroeléctricas, hacen posible que la región castellano y leonesa sea una de las principales productoras nacionales de energía eléctrica.

La cuenca del Duero, con 3.392 MW de potencia hidráulica instalada, supone el 20,5% del total español, en cuarto lugar tras la cuenca Norte (25,1%), las cuencas del Tajo, Segura y Júcar (25,2%) y la cuenca del Ebro (21,6%)<sup>4</sup>. Castilla y León producen el 17,48% de la energía hidráulica de España. Este hecho es aún más importante si consideramos que España cuenta con uno de los parques hidroeléctricos más importantes del mundo, ocupando el octavo lugar en cuanto a la potencia hidroeléctrica instalada dentro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Únicamente naciones extensas como Estados Unidos y Canadá, o países de orografía montañosa y con grandes recursos hidráulicos, como Suecia o Noruega, cuentan con un parque hidroeléctrico mayor que el español.

Las centrales térmicas que queman carbones ricos de más de 4.500 kcal/kg son las de Anllares, La Robla, Compostilla y Velilla del Río Carrión.

Por último, la producción anual de la central nuclear de Garoña es de aproximadamente 3.700 millones de kWh, es decir, un 6,41% de la electricidad de origen nuclear y un 2,5% del total de producción eléctrica anual en España. Estas cifras equivalen aproximadamente al 40% del consumo eléctrico de la Comunidad de Castilla y León. Durante 2005, la central generó 3.680,38 millones de kWh, con un factor de carga superior al 90%. Hasta octubre de 2006 ha tenido una producción de 110.181.914 MWh.<sup>5</sup>

Todos estos datos refuerzan la idea de que la Comunidad Autónoma de Castilla y León es una de las principales productoras de energía a escala nacional y representa un enclave energético de extraordinaria importancia; de hecho, se puede indicar que la Comunidad Autónoma produce el 16,63% de la energía primaria del país, destacando sobre las demás la producción de hulla (43,39% sobre el total nacional), antracita (68,36%) e hidráulica (17,48%). No se ha considerado en la estadística anterior

<sup>3</sup> Fuente Plan Energético Nacional

<sup>4</sup> Fuente: Estadística energética de Castilla y León.

<sup>5</sup> Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

la producción de hulla subbituminosa, ni de lignito, ni de biomasa. En el caso de la energía eléctrica bruta, la región produce el 11,62% del total nacional<sup>6</sup>.

## Consumo

Según los datos de 1997 del Instituto Nacional de Estadística, Castilla y León se encuentra en el séptimo lugar nacional en consumo de energía, sólo superada por Cataluña, Andalucía, Madrid, Comunidad Valenciana, País Vasco y Galicia. Los consumos de energía agrupados por fuentes se muestran en la figura 2.

### Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep)

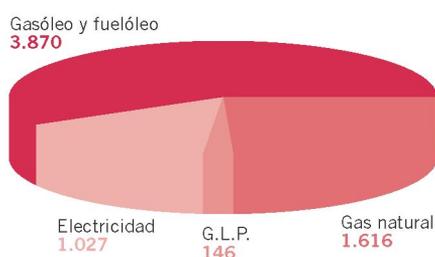


Figura 2. Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep).

Fuente: Estadística Energética de Castilla y León. Resumen anual 2005.

El consumo de energía eléctrica se sitúa entorno al 4,82% respecto del total nacional, concentrándose dicho consumo en las provincias de Burgos (16,91%), León (18,90%) y Valladolid (22,08%)<sup>7</sup>.

La utilización de gas natural en la región representa el 5,32% del total nacional, centrándose en Burgos (34,16%), Valladolid (33,49%) y León (8,65%)<sup>8</sup>.

El consumo de GLP supone el 5,74% del nacional, y se concentra en las provincias de Salamanca (16,18%), León (16,16%) y Valladolid (15,78%), mientras que el de otros productos petrolíferos (gasóleo y fuelóleo) se centra en Burgos, León, Salamanca y Valladolid, representando el consumo regional un 9,19% del total nacional<sup>9</sup>.

En resumen, en el consumo final por fuentes de energía, priman el gasóleo y el fuelóleo que suponen un porcentaje sobre el total de un 58,11%, el gas natural un 24,26%, la energía eléctrica representa el 15,43% y, por último, los gases licuados del petróleo un 2,2%. Dichos consumos se concentran en las provincias de Burgos, León y Valladolid, que reúnen entre las tres un 59% del consumo total de energía en la región, como se muestra en la figura 3.

<sup>6</sup> Fuente: Estadística energética de Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

<sup>7</sup> Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

<sup>8</sup> Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

<sup>9</sup> Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

### Participación en el consumo de energía por provincias

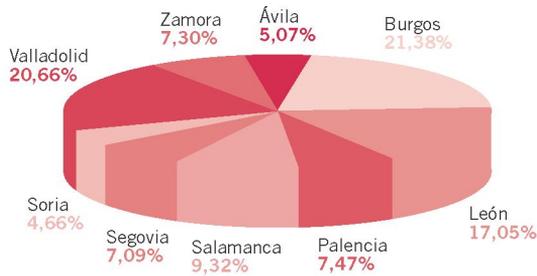


Figura 3. Participación en el Consumo de Energía por Provincias.

Fuente: Estadística energética de Castilla y León. Resumen anual 2005.

Existe un desequilibrio importante entre la cantidad de energía consumida en la región y la cantidad producida, pudiéndose afirmar que Castilla y León es una Comunidad Autónoma exportadora de energía.

La política energética de Castilla y León está supeditada a la política energética nacional y está recogida en varios planes autonómicos: Plan de Ahorro y Eficiencia Energética, Plan Solar de Castilla y León, Plan de Bioenergía de Castilla y León, y Plan Eólico. Éstos se basan en la potenciación y racionalización de los recursos autóctonos (apoyo a la minería del carbón), la adopción de programas de ahorro, diversificación y optimización energética (reducción del consumo tendencial por energías, uso racional de la energía, sustitución de combustibles derivados del petróleo por gas natural y de energías convencionales por energías renovables, cogeneración, etc.).

Existen buenas perspectivas en cuanto a la utilización de energías renovables como fuentes alternativas de energía, lo que sitúa a la región en un puesto muy importante a nivel nacional.

Así, y en materia de energías renovables, se están desarrollando políticas diferenciadas para cada uno de sus subsectores, mediante las cuales se está facilitando el aumento de la aportación de las renovables al balance energético.

De hecho, en términos de energía eléctrica, la producción en Castilla y León mediante energías renovables puede suponer el 82% de nuestro consumo, frente a una media a nivel nacional en el entorno del 20% y siendo el objetivo europeo de participación de las energías renovables en el consumo eléctrico global del 22% en el año 2010.

### Energía eólica

De las distintas áreas de las energías renovables, es en energía eólica donde se ha logrado el mayor nivel de desarrollo, lo que hace que Castilla León sea a medio plazo, según la planificación de infraestructuras energéticas del Gobierno de la Nación, una de las Comunidades Autónomas con mayor potencia instalada.

Los datos que actualmente se están manejando establecen una potencia instalada o en construcción de 3.200 MW, a la que se añade 3.100 MW más con autorización administrativa, lo que ofrece una cifra total de 6.300 MW.

Igualmente, se ha producido un extraordinario incremento en las labores de fabricación en la Región. Así, desde la práctica inexistencia de instalaciones industriales hace 7 años, en la actualidad el empleo directo ligado únicamente a esta actividad se cifra en el entorno de 1.900 personas.

En Castilla y León, se fabrican palas, torres, sistemas de control, mecanizados, carcasas de poliéster, multiplicadores y sistemas de freno, igualmente se realiza el montaje de góndolas en 4 lugares distintos, además de acoger varios centros de logística y mantenimiento.

### **Energía hidráulica**

En relación con la gran hidráulica, Castilla y León tiene actualmente instalados un total de 4.218 MW, que el año 2006 aportaron el 26% del total de la producción eléctrica bruta regional, destacándose las centrales de Ricobayo, Aldeadavila y Villarino.

La energía minihidráulica también confirma a Castilla y León como una de las primeras Comunidades Autónomas en su utilización, con un número de minicentrales en funcionamiento alrededor de 200, en el entorno de 300 MW instalados.

### **Bioenergía**

En la actualidad y respecto a estas plantas existe un elevado número de iniciativas si bien la gran mayoría de ellas todavía se encuentran en un estado de desarrollo muy inicial, en la actualidad totalizan los 17 proyectos con 267 MW una capacidad de tratamiento de algo más de 2 millones de t/año. En cuanto a las plantas de biocarburantes ya existe entre construidas y en construcción una capacidad de producción de 98.000 t/año de biodiesel en 4 plantas y 345.000 m<sup>3</sup>/año de bioetanol en otras 3 plantas.

De estas, destacar que en conjunto y en empleo directo, ocuparán a un total de 350 personas, así como movilizarán unas inversiones de 370 M€ y una cantidad de 325.000 t/año de semillas oleaginosas y 1 millón de t/año de cereales.

Igualmente hay varias iniciativas para un total de 273.000 t/año de biodiésel, así como 150.000 m<sup>3</sup>/año de bioetanol en diversos estados de avance.

Respecto a la distribución, son ya unas 70 gasolineras las que suministran biodiesel mezclado con gasóleo de automoción, aunque este número se va incrementado rápidamente.

Dentro de una iniciativa más global, en la actualidad se está elaborando un Plan de la Bioenergía de Castilla y León, conjuntamente con las Consejerías de Medio Ambiente y de Agricultura y Ganadería, que considerará los anteriores aspectos, en especial el desarrollo diferenciado de los subsectores, y la actuación en los diferentes eslabones del patrón de gestión.

### **Energía Solar**

Castilla y León cuenta con aproximadamente 72.000 m<sup>2</sup> instalados y más de 50 MWp. Esta capacidad se ha venido incrementando paulatinamente con los años, habiendo llegado, desde finales del 2002, a cuadruplicar y multiplicar por 50 la superficie solar térmica y potencia fotovoltaica respectivamente.

En el campo industrial, en la actualidad se desarrollan importantes iniciativas para la fabricación de componentes en la Región: fabricación de módulos fotovoltaicos y de tratamiento antifricción y sellado

de placas para la fabricación de seguidores solares, fabricación de captadores solares térmicos y módulos fotovoltaicos, fabricación de obleas de silicio, de máquinas de absorción por sales y fabricación de paneles solares térmicos.

El hecho de que como consecuencia de legislación nacional, por transposición de Directivas Europeas, o por ordenanzas urbanísticas (Burgos, León, Miranda de Ebro, Cuellar y Valladolid), se haga realmente efectiva la obligatoriedad de incorporar energía solar en la nueva construcción, va a suponer un cambio radical en este sector.

Destaca en Castilla y León la labor realizada en la incorporación de energía solar a las propias dependencias de la Administración regional, contabilizándose en más de 70 las instalaciones desarrolladas en los últimos años en Hospitales, Centros de formación, albergues juveniles, polideportivos municipales o las propias sedes del gobierno regional.

### **Energía geotérmica**

Como consecuencia de la inexistencia de potenciales geotérmicos de relevancia, el aprovechamiento de este recurso ha sido prácticamente inexistente en nuestra región, si bien la paulatina introducción a nivel comercial de tecnologías que permiten aprovechar para la generación de calor o electricidad los recursos geotérmicos de baja temperatura, va a dar a este sector en Castilla y León una oportunidad para su desarrollo.

#### **1.4.2. Situación del Mercado Eléctrico**

El sector eléctrico es básico para los objetivos generales de la política energética, ya que puede utilizar todas las fuentes de energía primaria convencionales en la producción de electricidad y, además, genera las mayores inversiones dentro del sector energético. Se debe también tener en cuenta la revisión de la Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista, por cuanto establecerá la acometida de las inversiones necesarias en las redes de transporte que garanticen la necesaria capacidad de evacuación de las nuevas instalaciones del Régimen Especial.

#### **1.4.3. Mercado del Gas Natural**

El mercado de gas natural se está enfrentando también a una profunda transformación. El crecimiento de la demanda, los cambios en el ámbito europeo y la reestructuración del sector eléctrico han sido factores determinantes en el proceso de liberalización de este mercado. Asimismo, la revisión de la Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista garantiza el adecuado suministro de gas a las instalaciones que lo precisen.

El desarrollo de la red de suministro de gas natural en la Comunidad Autónoma posibilitará la aplicación de nuevas tecnologías por parte de las empresas.

#### **1.4.4. Mercado del Fuelóleo**

Sin ninguna duda, la utilización de fuelóleo y otros derivados del petróleo estará condicionada por el encarecimiento del mismo, así como por las ventajas de las energías renovables ante los nuevos compromisos de carácter medioambiental, muy especialmente los derivados del Plan de Asignación de Derechos de Emisión (PNA) aprobado recientemente por el Gobierno.

## 1.5. INTRODUCCIÓN SECTORIAL

**El Sector Conservero y Cárnico** aglutina dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León en torno a 80 empresas, con unas ventas que superan los mil millones de euros y que ofrecen empleo a un colectivo superior a las 3.800 personas.

El sector Conservero tiene poca incidencia y presencia en las cifras globales, siendo el sector Cárnico el de mayor peso específico.

Dentro del Sector Cárnico, la mayor relevancia recae sobre las fábricas de embutidos y jamones, complementadas por las actividades agropecuarias (granjas), de sacrificio (mataderos) y de despiece (cárnicas).

Las principales operaciones consumidoras de energía son similares, así como los criterios a aplicar para reducir dichos consumos.

Por consiguiente, aunque en el estudio se dé preferencia por su mayor relevancia en la Comunidad Autónoma de Castilla y León al sector de Embutidos y Jamones, implícitamente la metodología de la gestión energética y las técnicas de reducción de consumos son extrapolables al conjunto.

En los siguientes gráficos se recogen los repartos porcentuales del número de empresas, de la cifra de negocio y del número de empleos, repartidos tanto provincias.

Los subsectores representados son los siguientes: Embutidos, Mataderos, Granjas, Carnes, Conservas y Varios (relacionados con los anteriores).

El subsector más representativo está constituido por la industria de los embutidos, que a su vez está ligada de forma directa en la cadena productiva a las industrias agropecuaria y de sacrificio.

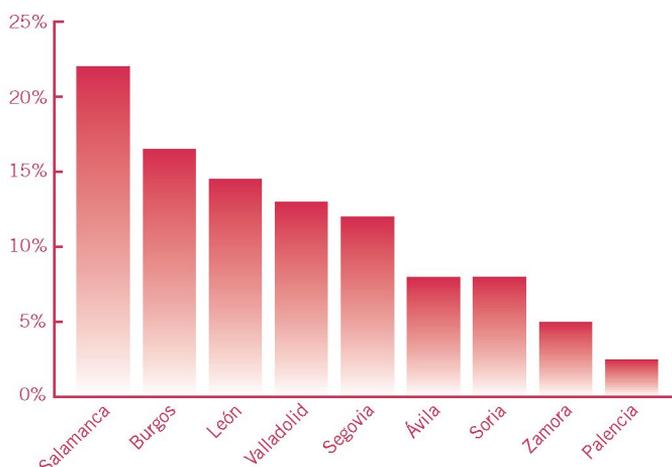


Figura 4. Distribución de Empresas por Provincias.

Fuente: Elaboración Propia.

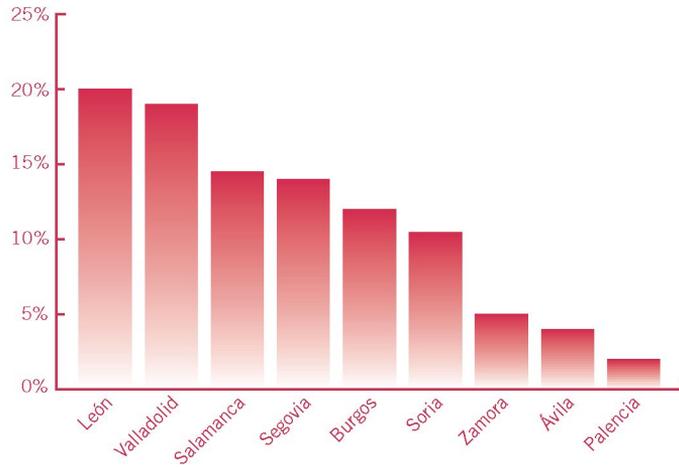


Figura 5. Distribución de Ventas por Provincias.

Fuente: Elaboración Propia.

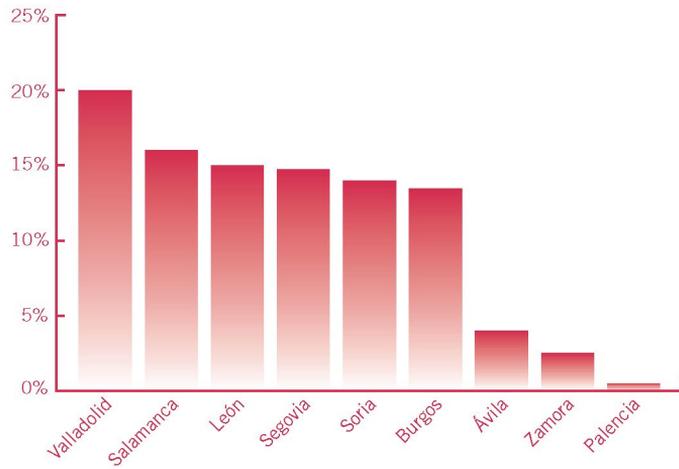


Figura 6. Distribución de Empleos por Provincias.

Fuente: Elaboración Propia.

## 2. OBJETIVOS

El **Plan de Asistencia Energética del Sector Cárnico** constituye un esfuerzo organizado y estructurado para conseguir la máxima eficiencia en el suministro, transformación y utilización de la energía, siendo su objetivo fundamental obtener el mayor rendimiento posible a las cantidades de energía requeridas por las empresas.

Los objetivos específicos del presente Plan serán:

- En el **Aprovisionamiento**, conocer y definir cuál es la energía más idónea.
- En la **Contabilidad**, identificar la energía que se consume y dónde.
- En **Auditoría**, conocer y controlar la eficiencia con que se utiliza la energía, determinando el estado energético de cada equipo integrante de los procesos de la empresa.
- En **Mejoras**, conocer las medidas innovadoras que pueden aplicarse a los diferentes procesos y sistemas.
- En el **Mantenimiento Energético**, desarrollar un programa de mantenimiento energético que permita mantener los niveles de eficiencia energética deseados.
- En la **Formación del Personal**, determinar qué personal formar y en qué.
- En el **Análisis Económico**, cómo analizar las inversiones a realizar.
- En **Organización Empresarial**, definir cuál es el organigrama energético más idóneo.
- En **Programas de Ahorro**, cómo planificar el ahorro de energía en el tiempo.
- En **Interrelaciones Empresariales** sectoriales, cómo relacionarse energéticamente con el resto del sector.

La implantación de un plan de gestión energética que permita mantener de forma permanente una **MENTALIDAD DE AHORRO ENERGETICO**, que apoyada en el cuidado y mantenimiento de las instalaciones consiga que las inversiones en equipos mantengan su vida útil y un correcto funcionamiento, está justificada por una serie de razones entre las que cabe destacar las siguientes:

- La energía es un recurso equiparable al resto de los factores de producción.
- La incidencia de los costes energéticos sobre los costes de producción, y por tanto del precio de venta, debe tenerse siempre en cuenta.
- La recogida sistemática de información, a poder ser mediante sistemas informáticos, permite estudiar las series históricas de producción y consumos de energía.
- La implantación de un sistema de gestión energética no representa una inversión apreciable.
- Permite identificar oportunidades de aumento de eficiencia y reducción de costes.
- Aumenta la sensibilidad hacia los temas energéticos y medioambientales en materia de emisiones y residuos.

## 3. APROVISIONAMIENTO DE ENERGÍA

Las funciones del aprovisionamiento energético comprenden la selección de las fuentes de energía más idóneas, las negociaciones con los suministradores, el control de los pedidos, el almacenamiento y la utilización de todo tipo de combustibles y energía eléctrica.

### 3.1. ESQUEMAS PRODUCTIVOS

Las industrias cárnicas son en su mayor parte industrias transformadoras de pequeña dimensión, una gran parte de las cuales realizan el ciclo completo (matadero, despiece, frío, secaderos y bodegas de añejamiento), si bien suele suceder que mataderos e industrias se hallen separados. En este último

caso imperan los mataderos especializados, muy modernos, de carácter municipal o privado, fruto de sociedades creadas en ocasiones por los propios artesanos chacineros, que desligan las matanzas, y la consiguiente comercialización de grasa y despojos, de la curación de los jamones, lomos, paletas y chorizos. A pesar de sus características artesanales la industria de los jamones y embutidos requiere una racionalización conjunta de todas sus fases.

Como ya se ha indicado anteriormente, en el sector cárnico de nuestra Comunidad Autónoma las industrias más representativas son las relacionadas con el porcino, en particular embutidos y sobre todo jamones.

A continuación se presentan los esquemas típicos de los procesos más representativos.

### 3.1.1. Mataderos

En la figura 7 se refleja el esquema productivo de los mataderos de cerdos y de vacuno.

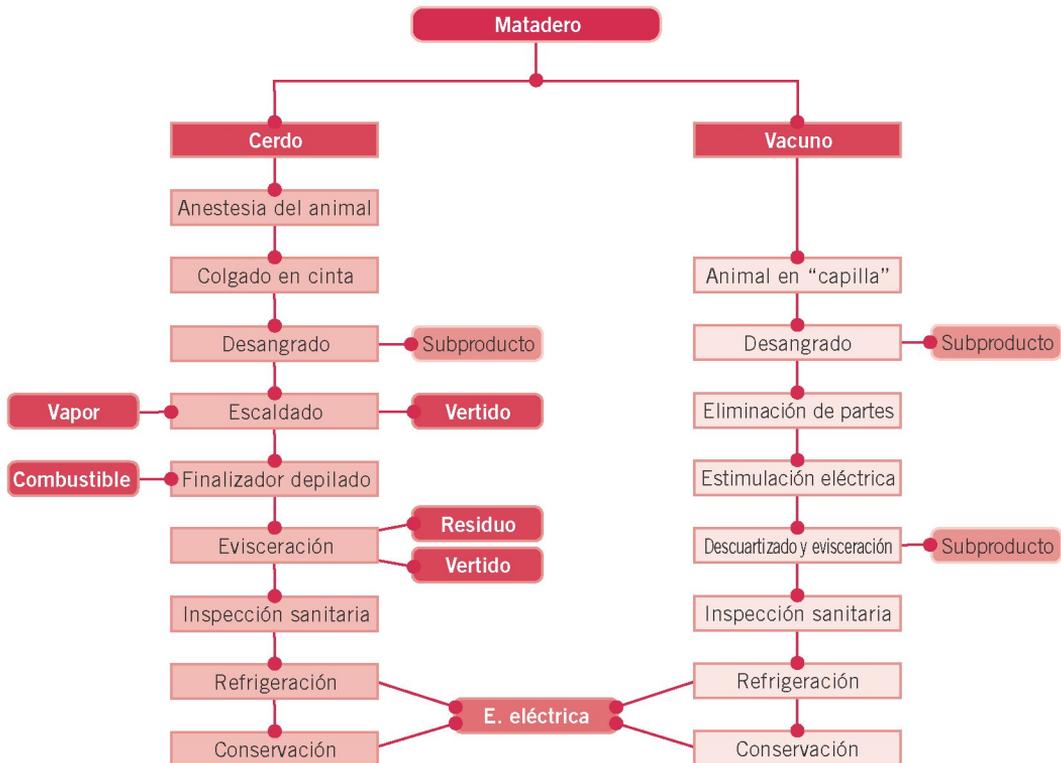


Figura 7. Esquema Productivo de Mataderos.

Fuente: Elaboración Propia.

En el primer caso, cuando los cerdos llegan a los mataderos (después de un viaje de duración variable) se someten a un tiempo de reposo no inferior a veinticuatro horas (plazo indispensable para que los animales recuperen la tranquilidad y el pH de sus carnes se regularice en el nivel adecuado). Después del sacrificio

y desangrado de los cerdos se les somete a una operación de **escaldado** y **depilado** con el fin de eliminar las bacterias existentes a la vez que obtener una piel limpia. Para ello a los animales sacrificados se les hace pasar por un túnel, donde a través de unas toberas se rocía agua caliente a unos 50° ó 60° C. El agua de escaldado se precalienta con vapor directo a baja presión o con serpentín en un depósito adosado a la máquina. A la vez que se rocía el agua caliente sobre el animal, un sistema de cilindros depiladores elimina los pelos superficiales del animal. El consumo específico aproximado es de 4 a 8 kg de vapor por cerdo.

Los cerdos una vez escaldados y depilados pasan a la fase de **chamuscado**, para lo cual se les introduce en unos hornos especiales, con forma de túnel de sección rectangular y por ellos discurren los animales colgados boca abajo de una cinta transportadora (ver figura 8). A ambos lados del túnel existe una batería de quemadores de gas (propano o gas natural) ubicados estratégicamente de modo que se obtenga la forma de llama adecuada y que estos alcancen toda la superficie del animal. El proceso está regulado automáticamente de modo que la llama se enciende al paso de los cerdos provocando el chamuscado de la piel. Si bien el consumo es variable en función diversos factores puede estimarse un consumo medio de combustible de unas 5.000 kcal/cerdo.

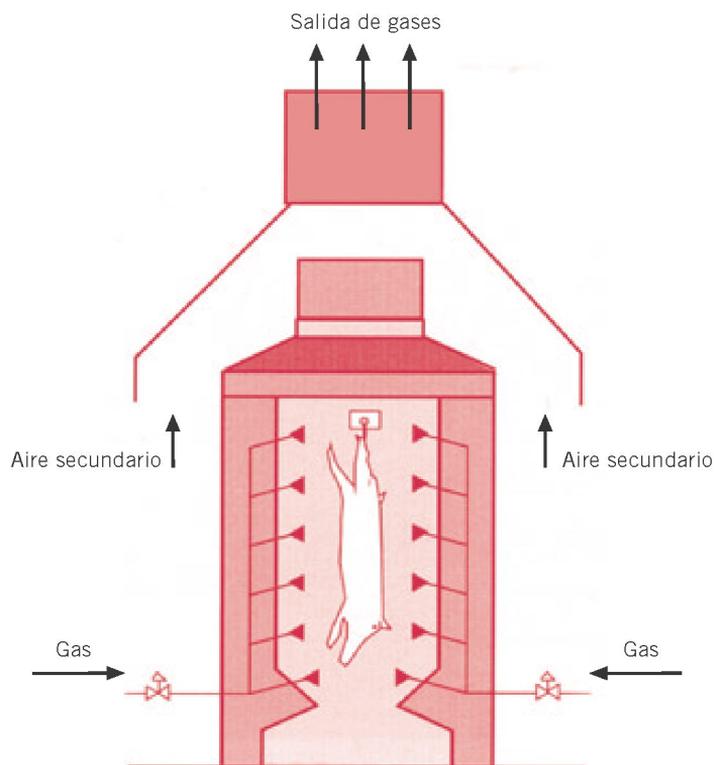


Figura 8. Esquema Instalación Chamuscado.

Fuente: Elaboración Propia.

Posteriormente, se procede al despiece del animal, cuyas partes siguen caminos diferentes dependiendo del nivel de integración de las diferentes actividades.

Por último, se produce la inspección sanitaria, refrigeración y conservación.

Los residuos procedentes del procesado en el matadero son utilizados en parte para la fabricación de grasa y harina, empleándose en el proceso unas autoclaves especiales denominadas digestores. Su consumo es muy variable, pudiéndose considerar un consumo específico medio de 500 – 700 kg de vapor por tonelada de producto tratado.

### 3.1.2. Embutidos

Una vez que se reciben los productos congelados del matadero se descongelan por aire caliente, para lo que se utiliza vapor; a continuación, se realizan operaciones de picado, amasado, embutido, estufaje y secado. Las dos últimas operaciones tienen consumo energético eléctrico.

La operación más importante desde el punto de vista de consumo energético es la operación de secado (curado). Una vez que se prepara el embutido se introduce en las cámaras de secado donde permanece durante un tiempo en unas condiciones determinadas de temperatura, humedad relativa y circulación de aire.

Todas estas variables se controlan mediante sistemas frigoríficos en base a ciclos de compresión de vapor o bomba de calor, y en algún caso con aporte de vapor.

El proceso de producción de embutidos se esquematiza en la figura 9.

En relación con los consumos específicos de energía en el caso de los embutidos curados se puede establecer que el de energía térmica está en torno a 693 kWh/tonelada mientras que el de energía eléctrica es del orden de 566 kWh/tonelada.

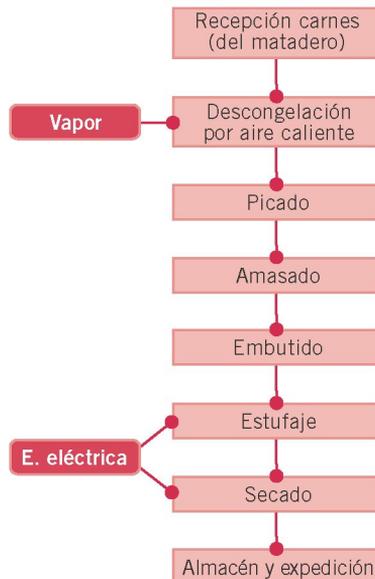


Figura 9. Esquema Productivo de Embutidos.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.3. Jamones

En la figura 10 se presenta el esquema productivo de la elaboración de jamones.



Figura 10. Esquema Productivo de Jamones.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 11. Salazón de Jamones.

Fuente: "Alimentos de España". Ministerio de Agricultura.

La primera etapa es el **salazón**, fase fundamental durante la cual los jamones permanecen apilados entre densas capas de sal gruesa marina (ver figura 11). Un día y medio de permanencia en sal por cada kilo de peso viene a ser el tiempo aproximado al que se suelen someter en la mayoría de las zonas. La inducción de condiciones frías y secas, bien de forma natural o por sistemas artificiales, permiten reducir este tiempo de curación a un día por cada kilo de peso. Mediante la salazón se elimina lentamente parte del agua de constitución de la carne.

En el comienzo de penetración de la sal se forma una solución saturada superficial. La sal penetra por difusión capilar y ósmosis en las fibras musculares y muy poco en el tejido adiposo. La penetración de la sal inhibe la mayor parte de los microorganismos que contaminan la carne, paralizando o al menos reduciendo de forma fundamental su crecimiento. La temperatura más apropiada está entre 2 y 4 °C. A temperaturas más bajas la salazón es más lenta y a temperaturas más altas puede existir desarrollo microbiano. La humedad relativa debe ser próxima a la saturación, por lo que es recomendable la utilización de evaporadores estáticos o de doble flujo con gran superficie de batería.

El proceso de **curación** de jamones consta de tres fases perfectamente diferenciadas:

- Asentamiento o postsalado.
- Sudado.
- Maduración.

Concluido el tiempo de salazón y una vez lavadas, moldeadas y bien perfiladas, las piezas se someten a un periodo de asentamiento o postsalado. Durante treinta o cuarenta días, los jamones permanecen en cámaras frigoríficas a temperatura controlada con objeto de eliminar lentamente su posible humedad superficial.

La fase de **postsalado** es crítica por el riesgo de cala. En esta fase se sustituye el agua intercelular por salmuera. Se difunde la sal hasta el interior. Si el proceso de desecación se acelera la sal podría migrar hacia el exterior produciendo un efecto contrario al deseado. La temperatura debe ser aproximadamente la misma que en el saladero (2 a 3 °C) y la humedad relativa del orden del 80-85%. Al final de la fase la temperatura comienza a levantarse y la humedad relativa a bajarse.

En el sistema artesanal tradicional los jamones pasan acto seguido a los secaderos naturales (ver figura 12) en los que los jamones comienzan a sufrir una fusión progresiva de su protección adiposa y de su grasa interfibrilar. A partir de este momento se pone en marcha un sistema de maduración de tipo dinámico, en el cual debe vigilarse el delicado proceso de deshidratación de los jamones. Es importante que la temperatura de los jamones ascienda de forma progresiva, con lentitud, haciendo requiebros a la climatología adversa. En los meses de verano la exudación de los jamones es mucho más acusada y las alternancias de temperatura resultan fundamentales, de forma que a la expulsión de grasa diurna sigue una concentración y enfriamiento nocturno de las piezas. Ya en otoño y a temperaturas uniformes (8 a 10 °C), comienzan a actuar los hongos. Bajo la acción de la microflora de cada zona, los jamones estabilizan su grasa y terminan el proceso de curación que los hará aptos para el consumo.



Figura 12. Secado de Jamones.

Fuente: "Alimentos de España". Ministerio de Agricultura.

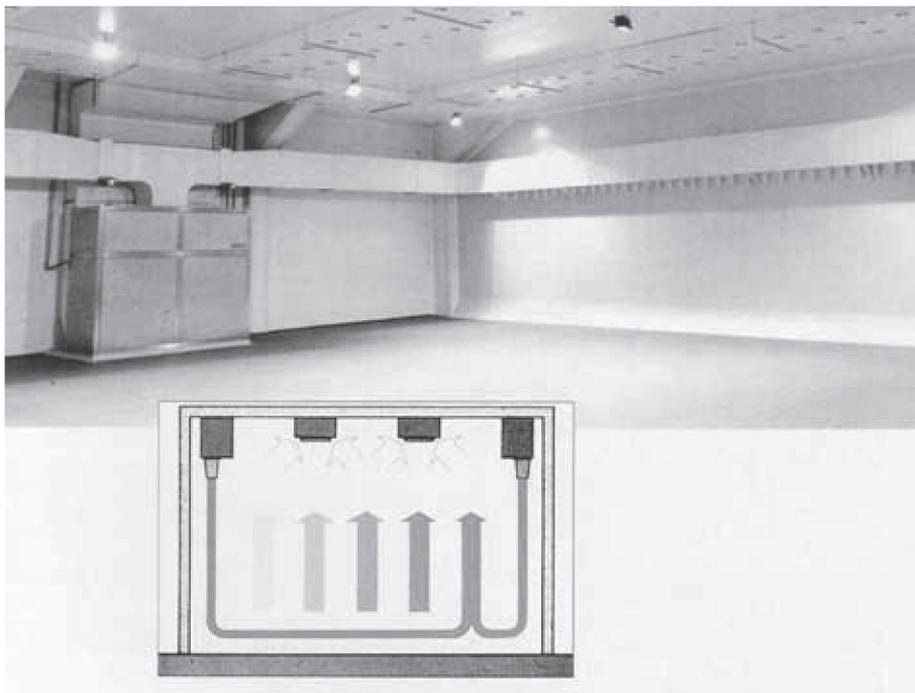


Figura 13. Cámara Industrial de Secado de Jamones.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.

Este proceso tradicional, que aún se sigue aplicando en pequeñas industrias, presenta no obstante una serie de problemas derivados de la dificultad de controlar el proceso de secado, a la vez que limita notablemente la capacidad de producción.

Cada vez se ha ido imponiendo más el secado artificial en cámaras diseñadas y construidas al efecto (ver figuras 13,14 y 15), manteniendo en su interior las condiciones de temperatura y humedad adecuadas en cada momento.

De este modo se han reducido los tiempos de secado, se ha obviado la estacionalidad del proceso y se han logrado controlar mucho mejor las condiciones de secado y la merma de producto.

Desde el punto de vista energético se diseñan instalaciones capaces de abastecer en forma de frío y calor las condiciones exigidas en el interior de las cámaras manteniendo a su vez una distribución de aire en el interior que permita mantener una atmósfera constante y uniforme a lo largo de todo el proceso.

El **proceso de sudado o curado del jamón** es el fruto de la termodinámica aplicada a la maduración de la carne. Es función de:

- La temperatura del aire.
- La humedad relativa del aire.
- El movimiento del aire (caudal, velocidad y distribución).



Figura 14. Disposición de Cámaras Industriales de Secado.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.



Figura 15. Disposición de Jamones en Cámara Industrial de Secado.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.

En la fase de **secado** la temperatura se ha ido aumentando paulatinamente hasta alcanzar los 12/14 °C. La humedad desciende hasta valores de 72-80%. Se deben mantener unas humedades relativas tales que permitan una diferencia de tensión de vapor de agua entre el aire y el jamón que facilite la deshidratación, pero sin que esta diferencia alcance valores que supongan un secado superficial excesivo que acortezaría el jamón.

El aire se lleva el agua superficial del jamón, haciendo que el agua interior migre hacia la superficie. Una velocidad excesiva de evaporación del agua superficial impide la difusión del agua interior pudiendo provocar fenómenos de **acortezamiento**. Por el contrario, una velocidad lenta de evaporación superficial podría ser causa de fermentaciones indeseables, con formación de mohos y levaduras (fenómeno denominado de **remelo**).

La velocidad apropiada de evaporación superficial va cambiando a lo largo del proceso y debe estar determinada por la capacidad de difusión del agua a través de la masa del producto en cada fase. Dado que en los secaderos el sistema de distribución de aire está prefijado para cada aplicación, hay que actuar sobre la temperatura y la humedad relativa.

En la fase de **estufaje** se concluye el secado, al mismo tiempo que se funden las grasas que impregnan el tejido muscular, proporcionando el aroma y sabor característicos.

Las características orientativas de un proceso de curación son las mostradas en la tabla 1:

PROCESO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA	DÍAS	MERMAS
Salazón	2-3	90/95		4/6
Post salado	3	85/80	40/50	8/12
Secado	14	75/70	60/70	12/15
Estufaje	30	70/60	25/30	4/6

Tabla 1. Características Orientativas de un Proceso de Curación.

Fuente: Elaboración Propia.

Los ciclos de funcionamiento deben acercarse lo más posible al siguiente modelo. El jamón debe mantenerse sin que se produzca acartonamiento superficial (baja humedad relativa durante mucho tiempo) ni remelo (alta humedad relativa). La extracción de humedad se realiza de forma cíclica. Cuando la humedad relativa alcanza el punto alto de consigna, se pone en funcionamiento el equipo frigorífico en proceso de secado. Cuando la humedad relativa llega al punto mínimo de consigna se para el equipo y el agua interior del jamón migra hacia la superficie de éste, elevando de nuevo la humedad relativa del aire hasta llegar al punto alto de consigna, comenzando de nuevo el ciclo de secado.

En relación con los consumos específicos de energía en el caso de los jamones curados se puede establecer que el de energía térmica está en torno a 500 kWh/tonelada mientras que el de energía eléctrica es del orden de 480 kWh/tonelada.

### 3.2. NECESIDADES ENERGÉTICAS

De acuerdo con las características productivas indicadas, el aporte energético necesario puede realizarse a partir de diferentes tipos de energías primarias:

#### **Aporte de energía térmica**

- A partir de un combustible al liberar la energía química almacenada en el mismo.
- Por transformación en calor de la energía eléctrica aportada.

#### **Aporte de energía frigorífica**

- A partir de la energía eléctrica aportada al refrigerante en el circuito de refrigeración por compresión mecánica.
- A partir de energías térmicas residuales aplicadas a un sistema de refrigeración por ciclo de absorción. Las energías térmicas residuales pueden proceder de la aplicación de un combustible a un sistema de generación de electricidad (cogeneración).

#### **Aporte de energía eléctrica**

- Se puede obtener de la red de abastecimiento.
- Alternativamente se puede generar in situ a partir de la aplicación de un combustible en un sistema de cogeneración.

### 3.3. SELECCIÓN DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

La selección de la fuente energética idónea resulta una cuestión compleja en la cual deben tenerse en cuenta una serie de condicionantes como son:

#### **Condicionantes externos:**

- Ubicación geográfica de la fábrica y acceso a las redes de suministro locales y nacionales.
- Disponibilidad y regularidad en el abastecimiento.
- Precio de los diferentes tipos de energía.
- Requerimientos legales para su utilización, en particular los relativos al medio ambiente y a la normativa de tipo sanitario.

#### **Condicionantes internos:**

- Adaptabilidad a los equipos existentes.
- Estructura de consumo de la fábrica. Puntas de demanda y coeficientes de simultaneidad.
- Costes energéticos referidos a una unidad común y previsiones de variación.
- Posibilidades de sustitución entre las diferentes fuentes de energía disponibles, tanto convencionales como alternativas.

### 3.4. GESTIÓN DE COMPRAS

Las funciones de la gestión de compras deben de comprender:

- Prospección del mercado energético.
- Programación de las cantidades y tipos de energía a adquirir.
- Seguimiento de la idoneidad de la contratación.

En particular, y teniendo en cuenta la estructura de abastecimiento energético del sector, con un peso relativo mayoritario de consumo eléctrico, la contratación apropiada del suministro eléctrico puede conllevar importantes ahorros en la factura eléctrica.

Igualmente, y con menor peso relativo (excepto en instalaciones de cogeneración), debe tenerse muy en cuenta el nivel de almacenamiento y adecuar al mismo los pedidos de combustible organizando el lanzamiento de los mismos en función de las diferentes ofertas disponibles en el momento.

### 3.5. ELECTRICIDAD

#### Términos principales de la factura eléctrica

En la tabla 2 se muestra la relación de tarifas eléctricas básicas aplicables con los precios de sus términos de potencia y energía según el B.O.E. número 312, de 30 de diciembre de 2006.

TARIFAS Y ESCALONES DE ALTA TENSIÓN	TÉRMINO DE POTENCIA Tp: € / kW mes	TÉRMINO DE ENERGÍA Te: € / kWh
<b>TARIFAS GENERALES</b>		
<i>Corta utilización</i>		
1.1 General no superior a 36 kV	2,271918	0,078284
1.2 General mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	2,148523	0,073505
1.3 General mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	2,075938	0,071338
1.4 Mayor de 145 kV	2,017871	0,068947
<i>Media utilización</i>		
2.1 No superior a 36 kV	4,697183	0,071749
2.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	4,441901	0,067172
2.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	4,296025	0,065220
2.4 Mayor de 145 kV	4,186618	0,063119
<i>Larga Utilización</i>		
3.1 No superior a 36 kV	12,532584	0,059690
3.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	11,719066	0,056200
3.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	11,359945	0,054032
3.4 Mayor de 145 kV	11,015481	0,052558

Tabla 2: Tarifas Eléctricas, I.V.A. excluido.

Fuente: B.O.E. de 30/12/2006

La facturación puede expresarse de forma aproximada por:

$$P_{ec} = k_i P_f + k_c E,$$

donde:

$P_{ec}$  es el precio a abonar a la compañía suministradora por la energía consumida en euros.

$E$  es la energía consumida en kWh durante el periodo de facturación.

$k_i$  es el precio del término de potencia en €/kW/mes, constante para cada tarifa  $i$ .

$P_f$  es la potencia a facturar en kW.

$k_c$  es el precio del término de energía en cada tarifa en €/kWh.

- Término de energía:  $T_e = k_c E$  coste de los kWh consumidos en el período de facturación.
- Término de potencia  $T_p = k_i P_f$  coste del nivel de potencia contratado.

La potencia facturable ( $P_f$ ) se determina en función de la potencia contratada ( $P_c$ ) y la máxima del período que registre el máxímetro ( $P$ ).

En el cálculo de  $P_f$  se distinguen cuatro casos:

- Si no se dispone de máxímetro  $P_f = P_c$ .
- Si  $0,85 P_c < P < 1,05 P_c$ , entonces  $P_f = P$ .
- Si  $P < 0,85 P_c$ , entonces  $P_f = 0,85 P$ .
- Si  $P > 1,05 P_c$ , entonces  $P_f = P + 2(P - 1,05 P_c)$ .

La facturación será:

$$\begin{aligned} \text{Potencia: } & P_f \times T_p \\ \text{Energía : } & E \times T_e \end{aligned}$$

Siendo  $T_p$  el término del precio de la potencia,  $E$  la energía consumida y  $T_e$  el término del precio de la energía.

### Complementos

- Discriminación horaria

$$DH = T_e \times \sum \frac{E_{w_i} \times C_i}{100}$$

DH= Recargo o descuento en €.

$E_{w_i}$ = Energía activa consumida en cada uno de los períodos horarios definidos para cada tipo de discriminación horaria, en kWh.

$C_i$ = Coeficiente de recargo o descuento de cada período horario según su tipo de discriminación.

$T_e$ = Precio del término de energía de la tarifa general de media utilización correspondiente a la tensión de suministro.

El coeficiente dependerá del tipo de discriminación horaria:

- Tipo 0: Aplicable a los abonados a la tarifa 1.0 hasta 3.0.1 de baja tensión. Se considera la potencia máxima de ambos periodos.
- Tipo 1: Discriminación horaria sin contador de tarifa múltiple. De aplicación a los abonados con potencia contratada igual o inferior a 50 kW. Toda la potencia consumida, tanto en punta como en valle y llano, se ve sometida a un recargo del 20 %.
- Tipo 2: Discriminación horaria con contador de doble tarifa, de uso general. Un contador exclusivo para horas punta, que llevan un recargo del 40%, y otro para las horas llano y valle, que no tienen recargo.
- Tipo 3: Discriminación horaria con contador de triple tarifa, sin discriminación de sábados y festivos, de uso general. Penaliza la energía consumida en las horas punta con un 70% y bonifica las horas consumidas en valle con un 43%. La energía consumida en el periodo llano no se ve afectada por recargos ni descuentos.
- Tipo 4: Discriminación horaria con contador de triple tarifa y discriminación de sábados y festivos, de uso general. Es semejante a la tipo 3, sólo que además se considera dentro de valle la energía consumida en sábados y domingos. El recargo para hora punta es del 100% y la bonificación para valle es del 43%. El periodo llano no se ve afectado con recargos ni descuentos.
- Tipo 5: Consiste en un complemento que se combina con tarifas en general de grandes consumos. Tiene en cuenta las estaciones, temporadas, días pico, etc., y se configura mediante aplicaciones informáticas.

#### • Energía reactiva

La energía reactiva no produce trabajo útil para el abonado, pero la compañía suministradora se ve obligada a proporcionarla. El complemento por energía reactiva está constituido por un recargo o descuento porcentual y se aplicará sobre la totalidad de la facturación básica. El factor de potencia,  $\cos\phi$ , se calculará con dos cifras decimales, redondeando de la última cifra.

$$\cos\phi = \frac{E_w}{\sqrt{E_w^2 + E_r^2}}$$

$\cos\phi$  = Factor de potencia.

$E_w$  = Energía activa.

$E_r$  = Energía reactiva.

El valor porcentual  $K_r$  a aplicar a la facturación básica se determinará según las siguientes fórmulas, dependiendo del valor del  $\cos\phi$ :

Para  $1 \geq \cos\phi > 0,95$ : 
$$K_r(\%) = \frac{37,026}{\cos^2\phi} - 41,026$$

Para  $0,95 \geq \cos\phi \geq 0,90$ : 
$$K_r(\%) = 0$$

Para  $\cos\phi < 0,90$ : 
$$K_r(\%) = \frac{29,16}{\cos^2\phi} - 36$$

El valor porcentual de  $K_r$  será redondeado a una cifra decimal. Cuando el resultado sea negativo, se aplicará una bonificación en porcentaje igual al valor absoluto del mismo. Pero no se aplicarán recargos superiores al 50,7% ni descuentos superiores al 4%.

Para reducir el precio del suministro eléctrico se recomienda a las empresas mejorar el factor de potencia, ya sea eliminando cargas ineficientes o instalando sistemas para mejorar el  $\cos\phi$ , principalmente baterías de condensadores.

- Estacionalidad.

Los abonados acogidos al modo 5 de facturación de potencia tienen además de los recargos y descuentos anteriores, un recargo del 10 por 100 para la energía consumida en temporada alta (4 meses por año) y un descuento del 10 por 100 para la energía consumida en temporada baja (4 meses por año).

El complemento por estacionalidad tiene especial importancia en el sector, ya que al estar la demanda de electricidad ligada a la demanda de frío en los secaderos y a la vez es mayor ésta en los periodos calurosos (incluidos en la temporada baja) se puede lograr una disminución media anual del coste de la electricidad en torno al 7 por 100.

### 3.6. COMBUSTIBLES

La aplicación de combustibles, dado que se realiza de forma indirecta en los diferentes procesos, no tiene una incidencia directa en la calidad del producto.

La industria cárnica emplea en su proceso todo tipo de combustibles, aunque, básicamente, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, dada la distribución geográfica de estas industrias y su relativo alejamiento de las redes de suministro de gas natural, el combustible utilizado por la mayoría de las industrias es el gasóleo. El gas ha ido sustituyendo a los combustibles líquidos y energía eléctrica donde ha llegado la red de distribución, principalmente por factores económicos, medioambientales y reducidos costes de preparación para su combustión.

El uso de los combustibles gaseosos disminuye considerablemente los problemas de mantenimiento de redes de combustible y equipos consumidores, facilitando la instalación de sistemas de recuperación de calor.

La utilización del gas como combustible en calderas, puede lograr una reducción de costes del orden del 5 al 10 por 100, comparado con los combustibles líquidos, tanto mayor cuanto menor es el tamaño de la caldera.

La tarifa para el gas natural viene fijada por ley y se publica mensualmente en el B.O.E. A título de ejemplo se muestran los valores que regían en el mes de enero del 2006 para uso industrial.

- Ejemplo de Cálculo de una Factura de Gas Natural.

El consumo de gas natural, suministrado a 4 bares de presión, a lo largo del mes de Febrero de 2007 ascendió a 355.014 kWh con 23 días de utilización. Con estos datos puede calcularse la factura para dicho mes utilizando los datos de la tabla 3:

TARIFAS DE GAS NATURAL	TÉRMINO FIJO		TÉRMINO VARIABLE
<b>Tarifas grupo 2 (4 bar &lt; P ≤ 60 bar)</b>	(€/Cliente)/ mes	(€/kWh/día)/ mes	€/kWh
<b>2.1</b> Consumo ≤ 500.000 kW/año	141,06	0,039121	0,022833
<b>2.2</b> 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	141,06	0,039121	0,022821
<b>2.3</b> 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,048163	0,021634
<b>2.4</b> 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,047504	0,022495
<b>Tarifas grupo "2 bis" (P ≤ 4 bar) Consumidores industriales suministrados a menos de 4 bar a los que se les aplica las tarifas del grupo 2</b>	(€/Cliente)/ mes	(€/kWh/día)/ mes	€/kWh
<b>2.1</b> Consumo ≤ 500.000 kW/año	146,17	0,040539	0,023661
<b>2.2</b> 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	149,30	0,041406	0,024154
<b>2.3</b> 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,053634	0,024091
<b>2.4</b> 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,051256	0,024272
<b>CAUDAL DE CONTADOR</b>	<b>TARIFA DEL ALQUILER</b>		
Hasta 3 m³/h	0,60 €/mes		
Hasta 6 m³/h	1,10 €/mes		
Superior a 6 m³/h	12,5 por 1.000 del valor medio del contador		
<b>CAUDAL DE CONTADOR (m³/h)</b>	<b>VALOR MEDIO (€)</b>		
Hasta 10	185,10		
Hasta 25	340,68		
Hasta 40	660,71		
Hasta 65	1.349,71		
Hasta 100	1.827,24		
Hasta 160	2.866,06		
Hasta 250	6.065,60		

Tabla 3: Tarifa Industrial para el Gas Natural, I.V.A. excluido.

Fuente: B.O.E. de 30/12/2006.

CONCEPTO	CANTIDAD		PRECIO (€)	IMPORTE (€)
Consumo Gas	355.014 kWh	34.041 m³	0,024154	8.575
Término Fijo	1 mes		149,30 + 639,12	788,42
Alquiler de Contador	1 mes		16,87	16,87
<b>Total (€)</b>				<b>9.380,29</b>

Tabla 4: Ejemplo de Factura de Gas Natural, I.V.A. excluido.

Fuente: Elaboración Propia

#### 4. CONTABILIDAD ENERGÉTICA

El primer paso para ahorrar energía es conocer los consumos, lo que únicamente puede lograrse cuando se ha implantado un sistema eficiente de contabilidad.

Debe de tratarse de evitarse la costumbre habitual de registrar únicamente los consumos con el objetivo de comprobar la corrección de la facturación energética realizada por los suministradores. Se suele conocer el gasto global originado por el consumo de energía, diferenciando la facturación eléctrica del resto, pero también se suele ignorar cuál es el consumo real y el gasto que éste ocasiona.

Los **objetivos de la Contabilidad Energética**, que en sí misma constituye la base para establecer un Programa de ahorro energético, deben ser:

- Mantener una estadística de consumos anual y mensual por tipos de energía.
- Determinar los consumos globales y específicos.
- Asignar los costes energéticos sobre una base sólida y objetiva.
- Controlar de forma sistemática el consumo energético en las distintas partes del proceso productivo, midiendo la energía eléctrica utilizada, el consumo de vapor, el consumo de agua caliente, el consumo de frío y el consumo de combustibles.
- Analizar los consumos por comparación:
  - Con series históricas propias.
  - Con datos standard tecnológicos.
  - Con equipos similares de otras fábricas.
  - Con estadísticas sectoriales.

Para iniciar la contabilidad se precisa disponer, como mínimo, de la siguiente **información básica**:

- Consumos anuales y mensuales de cada tipo de combustible y de energía eléctrica.
- Relacionar los combustibles y energía eléctrica empleada con la producción.
- Establecer los costes de energía unitarios.
- Conocer las equivalencias energéticas entre los distintos tipos de combustibles y energías para poder comparar los consumos energéticos refiriéndose a una unidad de referencia común.

Si bien los consumos eléctricos son fáciles de contabilizar (se dispone de elementos de medida para la facturación a los que se tiene accesibilidad permanente), los combustibles se suelen controlar únicamente a través de los pedidos, por lo que se suele relacionar únicamente su periodicidad, la cual está ligada a la capacidad de almacenamiento disponible.

En la tabla 5 se exponen algunos de los sistemas de contabilidad energética y auditoría contable aplicables.

Para poder poner en marcha el sistema de contabilidad es necesario cumplimentar una serie de cuadros soporte con la información energética y de producción como los que se recogen seguidamente. El sistema debe permitir estudiar la evolución del consumo de energía a lo largo del tiempo, con una cierta periodicidad en la cumplimentación de los cuadros soporte que evite la pérdida de interés, por lo que se recomienda una frecuencia mínima mensual.

SISTEMA	VARIABLES CONTABILIZADAS	METODOLOGÍA	VENTAJAS E INCONVENIENTES
Simple	Energía consumida (desglosada por tipos)	Comparación con datos históricos	Sencillo, pero no considera la producción
Consumos específicos globales	Energía consumida (diferentes tipos) y producción	A través de la comparación del ratio Energía Consumida/ Producción con valores históricos, teóricos y estadísticos	Sencillo y preciso, ideal para estudiar la eficiencia energética
Estándares técnicos	Energía consumida (diferentes tipos) y otros parámetros del proceso (temperaturas, climatología, etc.)	A través de la comparación de la energía consumida con el valor standard técnico prefijado teóricamente para las condiciones	Sencillo pero con dificultad para establecer unos estándares técnicos realistas y objetivos
Ratio múltiple	Energía consumida (diferentes tipos) y otras variables conjuntamente	A través de un análisis de las correlaciones. Energía y otras variables	Complicado por las variables que se consideran. Requiere altas dosis de conocimientos técnicos
Rendimiento	Diagnóstico/auditoría	Determinación de la relación (consumo-pérdidas)/consumo	Exige la realización de balances de materia y energía

Tabla 5: Sistemas de Contabilidad Energética y Auditoría Contable.

Fuente: Elaboración Propia

En el caso de los jamones en paralelo, y teniendo en cuenta las características del proceso de secado y maduración de los jamones, que puede alcanzar hasta los ocho meses, es importante contrastar los consumos entre las diferentes cámaras, teniendo en cuenta el periodo en que se puede encontrar cada una de ellas.

#### 4.1. CONSUMO ANUAL DE ENERGÍA

Para poder estudiar el consumo anual de energía deben expresarse en una misma unidad todas las fuentes de energía. Los datos de consumo deben tomarse solamente de los contadores y únicamente aquellos datos que no puedan medirse se estimarán de acuerdo con un criterio preestablecido.

TIPO DE ENERGÍA	UNIDAD	CANTIDAD	PCI REAL (TEP/UD)	(1) COEFIC. CONV. A TEP	TOTAL TEP
Gas natural	1.000 termias			0,100	
Gas manufacturado	1.000 Nm <sup>3</sup>			0,385	
Propano				1,130	
Gasóleo	t			0,872	
Fuelóleo	m <sup>3</sup>			0,960	
Residuos combustibles	t				
Otros					
	<b>Total térmico</b>				
Energía eléctrica	Miles kWh			0,086	
	<b>Total (€)</b>				

<sup>(1)</sup> Utilizar en caso de no conocer el PCI real.

Tabla 6: Consumo Anual de Energía.

Fuente: Elaboración Propia

## 4.2. CONSUMO MENSUAL DE ENERGÍA

El seguimiento mensual de los consumos de energía, desglosado por los diferentes tipos de energía y combustibles consumidos, permite observar la evolución de los mismos y, por tanto, determinar la existencia de posibles anomalías, bien surgidas en el seno del sistema de consumo energético de la factoría, o bien en la funcionalidad de los equipos de medida instalados. Por tanto, la cumplimentación mensual de un cuadro de consumos de energía eléctrica y combustibles (desglosando estos según su tipología) constituye una herramienta adicional para la correcta contabilidad energética de la fábrica.

MES	E. ELÉCTRICA		FUELÓLEO		GASÓLEO		GAS NATURAL		PROPANO/BUTANO		TOTAL
	miles kWh	tep= (miles kWh x 0,086)	t	tep= (t x 0,960)	m <sup>3</sup>	tep= (m <sup>3</sup> x 0,872)	miles termias	tep= (miles te x 0,1)	t	tep= (t x 1,13)	tep
Enero											
Febrero											
Marzo											
Abril											
Mayo											
Junio											
Julio											
Agosto											
Septiembre											
Octubre											
Noviembre											
Diciembre											
<b>Total</b>											

Tabla 7: Consumo Mensual de Energía.

Fuente: Elaboración Propia

## 4.3. CONSUMOS ESPECÍFICOS

Los consumos específicos de energía permiten relacionar históricamente el consumo de energía con la producción. El consumo específico se define como la cantidad de energía utilizada para obtener una unidad de producción.

Teniendo en cuenta que hay una gran diversidad de productos (diferentes tipos de embutidos, tales como chorizo, lomo, cecina, botillo, salchicón, morcilla, etc. y jamones de diferentes calidades y tamaños), el sistema de contabilidad más realista debería de contemplar los diferentes consumos de energía imputables a cada tipo de producto, para lo cual será necesario disponer de los correspondientes equipos de medida en cada una de las salas de secado/curado. El equipo de medida a instalar, o la toma de datos necesaria para poder llevar a cabo esta contabilidad, dependerán de las características del sistema de refrigeración instalado, de su grado de centralización o descentralización, del sistema de distribución, etc.

En un primer nivel se analizará el consumo medio específico anual, para lo cual se referirán los aportes de energía a los procesos de fabricación a la unidad de producto inicial y/o final (expresado éste en kg de materia prima o de producto final). Este cuadro puede elaborarse a partir del cuadro del consumo anual de energía y de la producción anual alcanzada de los diferentes productos. Con objeto de obviar la repercusión del elevado tiempo de secado/maduración de los jamones se recomienda incluir en la producción no sólo el producto acabado, sino el producto que está en fase de elaboración.

DENOMINACIÓN PRODUCTO	PRODUCCIÓN ANUAL (TONELADAS)	CONSUMO ESPECÍFICO		
		TÉRMICO (TERMIAS/UNIDAD)	ELÉCTRICO (KWh/UNIDAD)	TOTAL (TERMIAS/UNIDAD)

Tabla 8: Consumos Específicos.

Fuente: Elaboración Propia

El conocimiento de los valores anteriores permitirá establecer un seguimiento de los programas de ahorro y eficiencia energética de los diferentes equipos de la empresa.

#### 4.4. DESGLOSE DE CONSUMO ENERGÉTICO

Además de la información anteriormente indicada, a través de la cual se obtiene una idea del gasto energético global y de su relación con la producción, el conocimiento del desglose del consumo en las distintas operaciones y servicios de la fábrica permite obtener algunas conclusiones que pueden resultar interesantes. Para ello se tomará como base de partida el consumo anual o mensual de energía, desglosado en los diferentes tipos de energía utilizados, y se tratará de efectuar su reparto en las diferentes secciones de producción. Dicho reparto será hecho, en lo posible, tomando lecturas directas de contadores; solamente en los casos en que no sea posible se estimarán de acuerdo con un criterio preestablecido, que puede proceder, por ejemplo, de lecturas parciales de consumos en sistemas centralizados cuando no funcionan simultáneamente todos los sistemas servidos. Esta distribución de consumos puede constatar la necesidad de implantar sistemas de medida en algunas áreas de consumo de la fábrica.

En la tabla 9 se recoge un posible esquema de distribución de los consumos de energía en las diferentes secciones de que puede constar la fábrica. Si alguna de estas secciones no forma parte del proceso productivo del centro en cuestión, se simplificará el cuadro para adaptarlo a la realidad productiva del centro.

El seguimiento mensual de la evolución de estos consumos ayudará a que no se pierda el interés de los distintos agentes implicados en el programa de gestión energética de la factoría.

Igualmente, la elaboración y divulgación de algún tipo de representación gráfica de los consumos energéticos globales, específicos y su distribución por sistemas ayudan a estimular la sensibilidad y mentalización de todos los agentes implicados en el ahorro y uso eficiente de la energía.

TIPO DE ENERGÍA	TOTAL TEP	VAPOR	AGUA CALIENTE	CLIMATIZ.	CALEFACCIÓN SECADEROS	REFRIGER. SECADEROS	CHAMUSCADO	PREPARADOS COCINADOS	EQUIP. AUXILIAR	ALUMBRADO	OTROS
Gas Natural											
Gas manufac.											
Propano											
Butano											
Gasóleo											
Fueóleo											
Otros											
	Total térmico										
E. eléctrica											
	<b>Totales</b>										

Tabla 9: Consumo Mensual de Energía.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, señalar que la obtención de un conocimiento más profundo del estado energético de la fábrica exige el realizar un estudio más profundo de la instalación y un análisis individual de los equipos que la componen, para lo cual puede ser necesario abordar una auditoría energética.

## 5. AUDITORÍA ENERGÉTICA. MEJORAS ENERGÉTICAS

La **Auditoría Energética** tiene por **objeto** diagnosticar los diferentes equipos, áreas o centros de consumo e incluso el conjunto de la fábrica. Este diagnóstico va siempre dirigido a la determinación de las posibles mejoras por las que se puede obtener un ahorro energético.

La periodicidad de las auditorías debe definirse en función del consumo del equipo o proceso. Para ello, a partir de la Contabilidad pueden detectarse consumos irregulares que indiquen la necesidad de realizar una Auditoría.

Para realizar una Auditoría, además de emplear los propios medios, puede ser necesario consultar personal técnico ajeno a la instalación, especialistas en energía, fabricantes y suministradores de los diferentes equipos e incluso recurrir a literatura técnica especializada.

El **objetivo** final es conseguir mejoras que permitan minimizar el consumo de energía y por tanto la factura energética, para lo que se precisa:

- Evaluar los sistemas de medición existentes.
- Medir los consumos en las distintas líneas de producción, áreas o zonas de trabajo.
- Analizar la gestión energética actual.
- Determinar las áreas de actuación, en orden a su importancia.
- Decidir la instalación de nuevos equipos de control, contadores de energía eléctrica, combustible, vapor, etc.
- Elaborar propuestas de actuación, valorando la repercusión técnico-económica de las mismas.

## 5.1. BASES DE PARTIDA PARA DESARROLLAR UN DIAGNÓSTICO ENERGÉTICO

El primer paso para poder realizar una auditoría energética de una instalación es fijar las variables a determinar y los puntos donde deben efectuarse las medidas, identificando:

- **Características de operación.**

- Temperatura.
- Masa tratada.
- Mermas.
- Humedad.

- **Estado de la instalación.**

- Aislamiento.
- Estanqueidad.
- Pérdidas de carga en conductos.

- **Características de cada equipo.**

- Potencia nominal.
- Intervalos de utilización.
- Aparatos de medida y control instalados.
- Antigüedad.
- Rendimiento.

- **Energía utilizada.**

- Tipo de energía.
- Consumo horario o anual.
- Potencia instalada en kW o kcal/h.
- Energía utilizada, porcentaje sobre total.
- Rendimiento.

- **Producto tratado.**

- Tipo de producto.
- Ciclo operativo.
- Condiciones ambientales.
- Proceso seguido.
- Necesidades energéticas teóricas.

- **Efluentes térmicos.**

- Localización y evaluación de posibles pérdidas energéticas.
- Aprovechamiento y recuperación de calor en vapor y gases de escape.
- Composición química de los gases.
- Caudal.
- Temperatura.
- Presión.

Las **cámaras de secado** constituyen los centros de consumo con mayor peso sobre la factura energética de las industrias de elaboración de embutidos y jamones; en ellas se mantienen las condiciones de temperatura y humedad apropiadas para que tengan lugar el asentamiento, el sudado y la maduración de los sus productos. El control del proceso se realiza prefijando las condiciones de temperatura y humedad que se han de mantener en la cámara, así como el tiempo requerido. La corriente de aire se hace circular de forma continua y homogénea a través de la sala. El aire procedente de la sala atraviesa primero la batería de frío, donde deposita el agua que ha quitado al jamón, y después pasa a la batería de calor, la cual estará funcionando o no dependiendo de la temperatura del secadero.

## 5.2. CÁMARAS DE SECADO

Los sistemas de aportación y evacuación de energía en las cámaras de secado empleadas en el sector cárnico presentan una gran diversidad tecnológica; por ello, resulta difícil establecer un criterio único respecto a la forma más apropiada de realizar auditorías o de analizar posibles mejoras en los mismos. No obstante, se indican algunas de las características de los sistemas empleados y de las posibles mejoras aplicables.

La **evacuación del calor** de las cámaras (calor latente de condensación procedente de la humedad retirada) se realiza mediante intercambio de calor de la corriente de aire con un fluido frío, al que se cede el calor. El enfriamiento del fluido intermedio se realiza mediante sistemas basados en el ciclo termodinámico de **compresión de vapor** refrigerante.

El principio de funcionamiento de la instalación se basa en un hecho muy sencillo. Un líquido para pasar al estado gaseoso necesita consumir calor, por lo que lo tiene que tomar de otro cuerpo, que a su vez se enfriará. El fluido que actuará como refrigerante (productor de frío) pasa del estado líquido al gaseoso en la zona del evaporador, enfriando al medio que lo circunda (que puede ser agua o aire). Después el fluido refrigerante es comprimido (compresor) hasta una presión más alta que la que tenía a su entrada, con lo que se eleva su temperatura. A continuación pasa al condensador donde es enfriado hasta pasar del estado gaseoso al líquido. En la válvula de expansión, se produce un descenso de la presión de forma que, a la temperatura del evaporador, pasa nuevamente al estado gaseoso, tomando el calor del ambiente circundante, con lo que se cierra el ciclo. De acuerdo con esto, los componentes principales de una instalación frigorífica por compresión son:

- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Válvula de expansión.

Según las diferentes características de estos componentes se pueden diferenciar los siguientes sistemas:

- Sistemas de refrigeración por evaporación directa, en los que la evaporación del fluido refrigerante se realiza a través de un evaporador por el que circula el medio a refrigerar (aire de la cámara de secado).
- Sistemas de refrigeración por evaporación indirecta, en los cuales la evaporación del fluido refrigerante se realiza a través de un evaporador por el que circula un fluido intermedio (agua glicolada o agua fría) que en un intercambiador posterior absorbe el calor del medio que se desea refrigerar (aire de la cámara de secado).

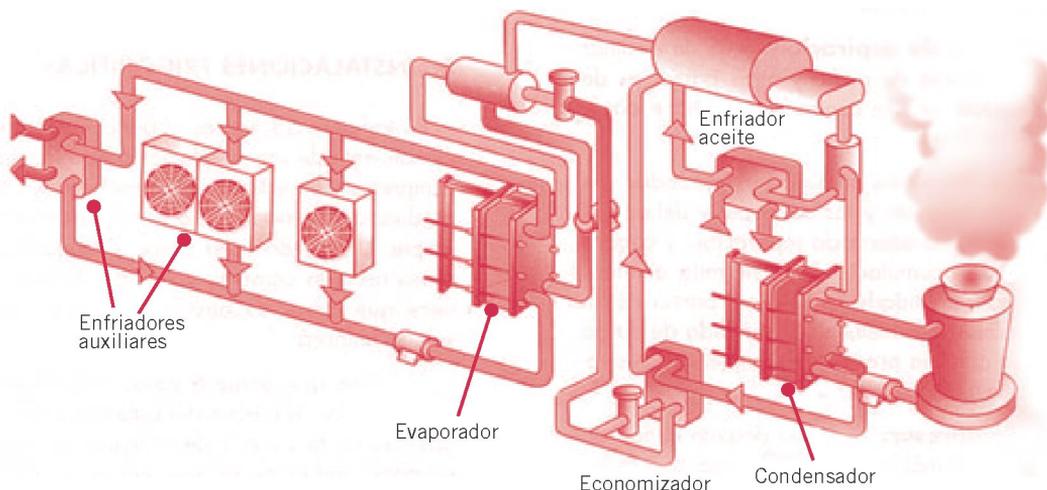


Figura 16. Esquema Principio Instalación Frigorífica.

Fuente: Cortesía Alfa Laval.

- Sistemas de refrigeración condensados por aire, en los que la refrigeración del condensador se realiza mediante un intercambiador de calor por el que circula aire.
- Sistemas de refrigeración condensados por agua, en los que la refrigeración del condensador se realiza en un intercambiador por el que circula agua (normalmente procedente de un sistema dotado de torre de refrigeración por enfriamiento evaporativo).
- Sistemas de refrigeración con condensador evaporativo en el que se juntan los efectos de refrigeración del agua y del enfriamiento evaporativo.

El **rendimiento teórico** de un ciclo termodinámico de refrigeración se define sobre el COP, “coeficiente de prestación de un sistema”, como:

$$\text{COP} = \frac{T_e}{(T_c - T_e)}$$

Donde  $T_c$  es la temperatura de condensación y  $T_e$  la temperatura de evaporación expresada en grados Kelvin. Atendiendo a esta definición, los sistemas trabajan más eficientemente cuanto mayor es la temperatura de evaporación y menor es la temperatura de condensación (teniendo en cuenta que la temperatura de evaporación siempre es menor que la temperatura de condensación). En la práctica, los ciclos reales tienen como máximo en torno a un 60% del rendimiento termodinámico teórico.

De acuerdo con las premisas anteriores, el mejor rendimiento para una temperatura de evaporación dada, se alcanza cuanto menor temperatura de condensación se alcance. Por tanto, los sistemas refrigerados por aire presentan un menor rendimiento que los refrigerados por agua y el óptimo rendimiento se alcanza cuando se instala un enfriador evaporativo.

Por cada grado centígrado que disminuye la temperatura de condensación, se pueden conseguir ahorros del 2 al 4% dependiendo de las características del compresor y de la temperatura requerida de

evaporación. La instalación de un **condensador evaporativo** sustituyendo a sistemas que utilicen agua de torre permite reducir la temperatura de condensación una media de 3°C, lo que representa un **ahorro** energético en torno a un **6-12%** del consumo eléctrico.

Por otra parte, se acepta que, por cada grado centígrado que se incremente la temperatura de evaporación, se alcanza un ahorro energético medio del 4%, y por esta razón es necesario conseguir una optimización del tamaño de condensador y evaporador para maximizar la temperatura de evaporación y minimizar la temperatura de condensación.

Otro aspecto a tener en cuenta en la optimización de los sistemas de refrigeración es la **selección del tipo de compresor** a utilizar y su sistema de regulación, ya que se trata del mayor consumidor energético del sistema de refrigeración. Para potencias inferiores a 600 kW se utilizan normalmente compresores alternativos, por encima de los 160 kW se pueden emplear de tornillo y para potencias muy elevadas los centrífugos.

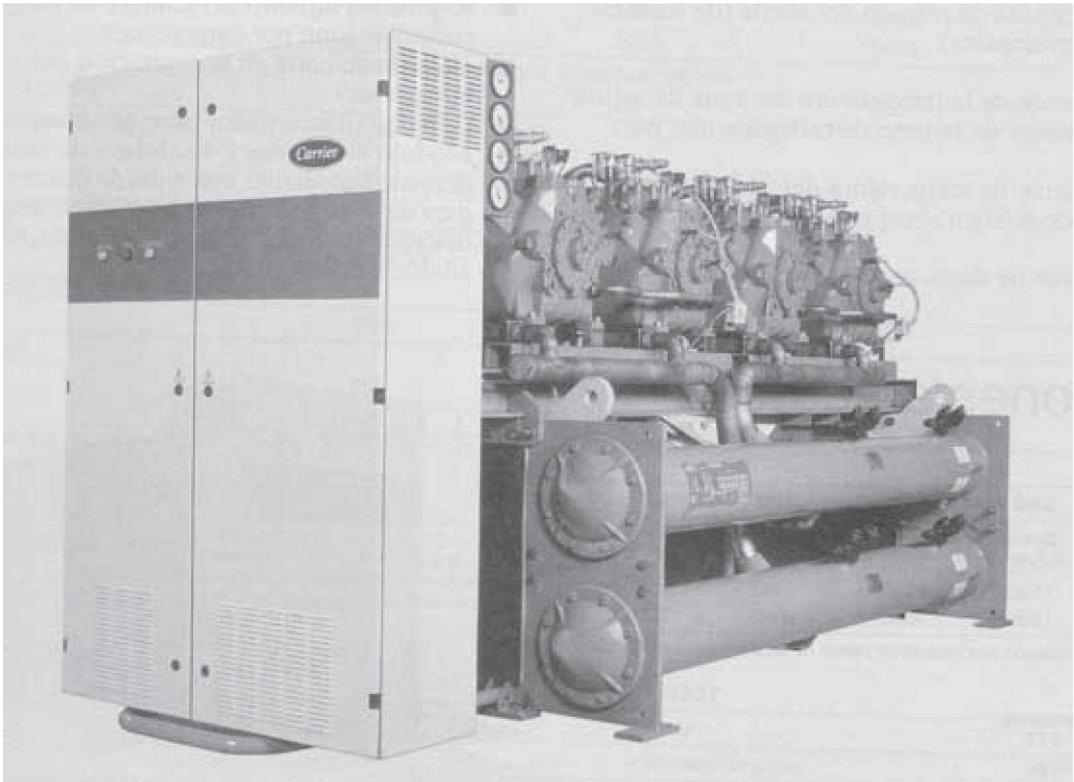


Figura 17. Compresor Frigorífico Alternativo.

Fuente: Cortesía Carrier.

De forma complementaria, el **aislamiento** de equipos y accesorios debe ser mantenido en unas condiciones óptimas con objeto de evitar consumos innecesarios. Como regla general, para conocer la efectividad del aislamiento puede adoptarse la diferencia entre la temperatura externa del aislamiento y la temperatura ambiente. Si esta diferencia es inferior a un 14-17% de la diferencia entre la tempe-

ratura interna del depósito y la temperatura ambiente, el aislamiento puede considerarse correcto, en caso contrario resulta conveniente replantearse el aislamiento del equipo en cuestión.

Existen otros sistemas de refrigeración denominados **grupos de refrigeración por absorción** en los que, a diferencia de los sistemas de refrigeración convencionales, el vapor refrigerante no es comprimido mecánicamente, sino que es absorbido sobre un líquido, agente absorbente, comprimido en fase líquida y posteriormente, por la aplicación de calor, expulsado de nuevo.

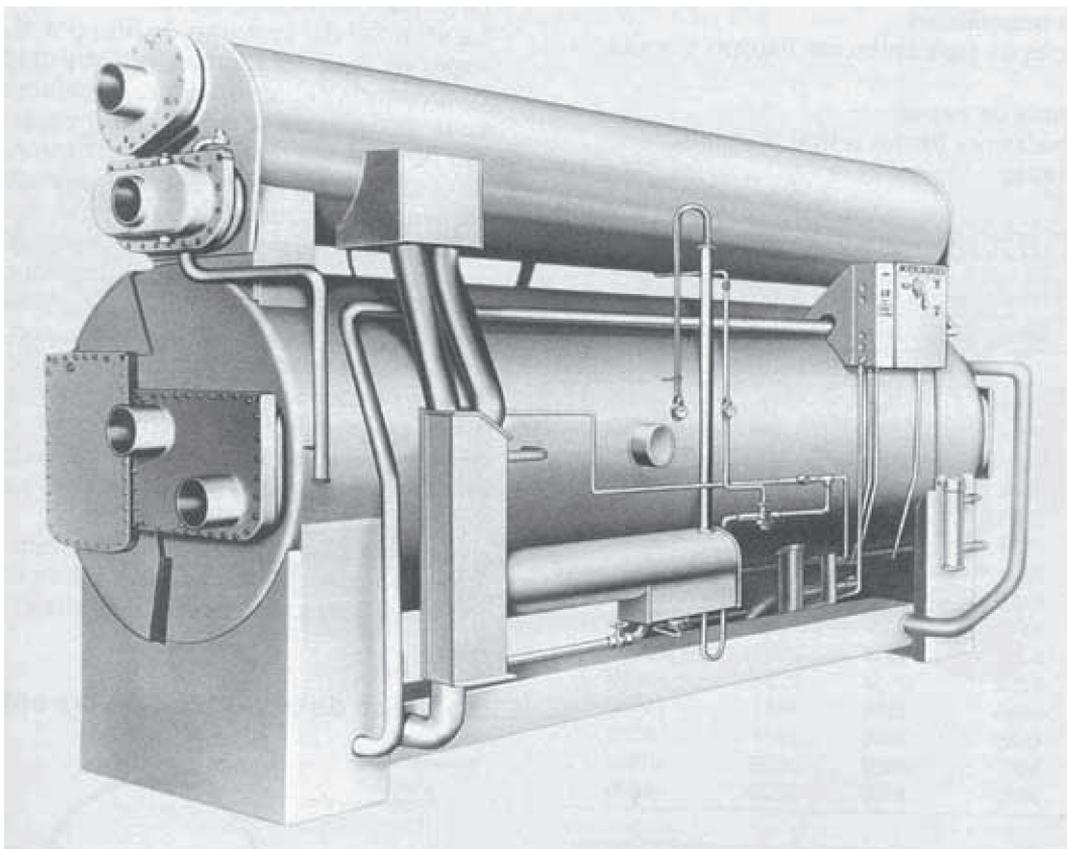


Figura 18. Máquina de Absorción.

Fuente: Cortesía Carrier.

Atendiendo al tipo de refrigerante, existen dos sistemas básicos: uno que utiliza agua como refrigerante y bromuro de litio como agente absorbente, que permite alcanzar temperaturas en torno a 5°C, y otro que utiliza amoníaco como refrigerante y agua como agente absorbente que permite alcanzar temperaturas de hasta -60°C.

Los sistemas de refrigeración por absorción tienen una eficacia energética inferior a los sistemas mecánicos, con un COP inferior a 70%, por lo que su aplicabilidad se limita a aquellos casos en que se disponga de abundante energía térmica residual, en particular, en el caso de disponer de sistemas de cogeneración.

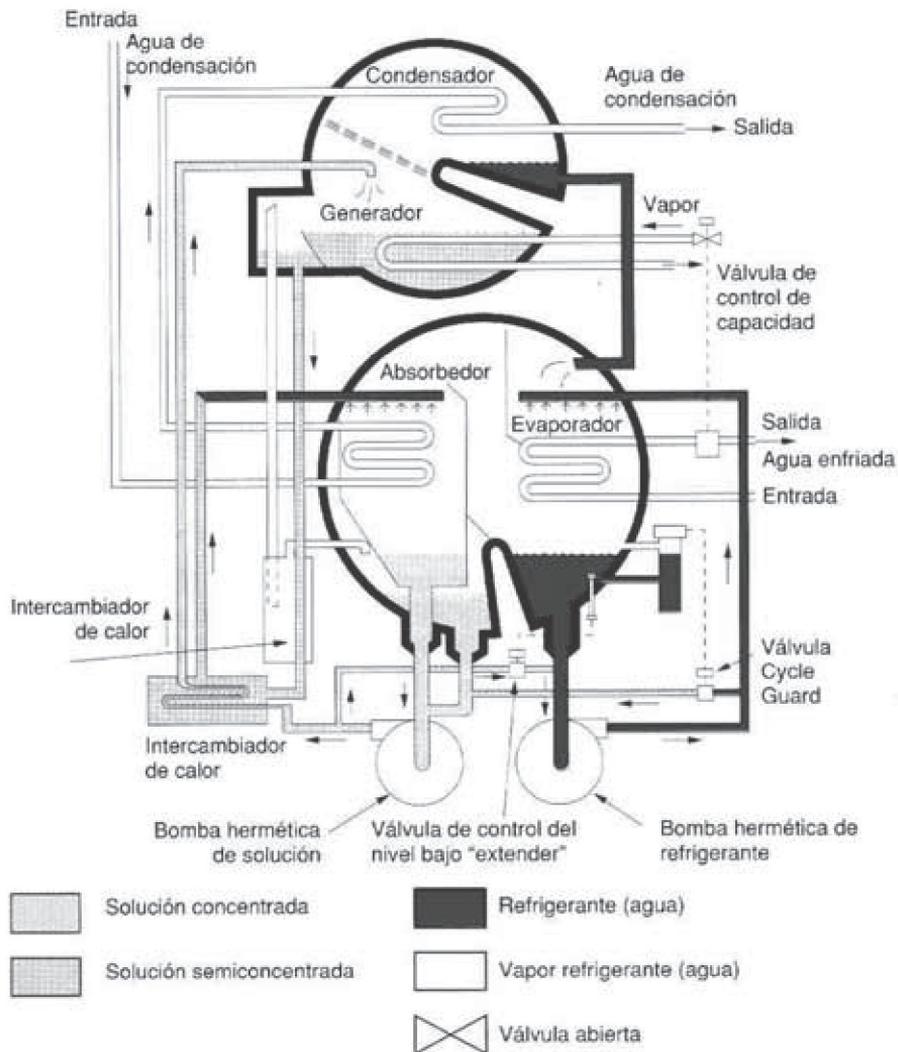


Figura 19. Esquema Principio Refrigeración por Absorción.

Fuente: Cortesía Carrier.

Una opción interesante para reducir el coste imputable a la refrigeración es **la acumulación de frío**. Esta tecnología tiene como objetivo principal aprovechar la circunstancia de que el coste de la electricidad varía entre el día y la noche, con lo cual pueden aprovecharse los períodos de bajo coste para poner en funcionamiento la instalación, procediendo a acumular el frío producido para su posterior uso en períodos de alto coste eléctrico. Como sistema de acumulación se puede usar agua fría o hielo, necesiándose en este último caso menor volumen de almacenamiento, ya que se aprovecha el calor de fusión del agua (93 kWh/m<sup>3</sup>).

Otra opción interesante a controlar desde el punto de vista de ahorro energético es el denominado **aprovechamiento del aire exterior**. Si el aire exterior se encuentra en las mismas condiciones de tem-

peratura que el secadero y la humedad relativa es inferior, podría utilizarse directamente sin necesidad de someterlo a ningún tratamiento. Esto es prácticamente imposible salvo en algún momento puntual del día, lo normal es que haya que calentarlo.

Hay que valorar cuidadosamente la energía que vamos a consumir para el calentamiento de dicho aire, pues dependiendo de sus condiciones, puede resultar más económico trabajar con el equipo frigorífico. Lo que interesa para decidir el uso del aire exterior es la humedad absoluta, función de la temperatura y de la humedad relativa. En algunas ocasiones podría usarse el aire exterior estando a una temperatura más baja aunque su humedad relativa fuera más alta, pues su contenido de humedad absoluta sería inferior. Todos estos aspectos conviene analizarlos y reflejarlos en un diagrama psicrométrico del aire para constatar y evaluar las diferentes posibilidades.

Desde el punto de vista de **concepción de la instalación**, pueden diferenciarse dos tipos de **sistemas**, a saber:

- Sistemas autónomos.
- Sistemas centralizados.

En las instalaciones dotadas de **sistemas autónomos** cada cámara está dotada del correspondiente sistema de refrigeración por compresión mecánica, refrigerados por aire y normalmente por evaporación directa.



Figura 20. Instalación Autónoma.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.

En las instalaciones dotadas de **sistemas centralizados**, las baterías de tratamiento del aire de la cámara están abastecidas desde una única central frigorífica, normalmente refrigerada por agua y en ocasiones dotada de condensadores evaporativos. Respecto al sistema de evaporación más difundido, si bien la evaporación directa elimina fluidos intermedios, reduce los gradientes de temperatura y por tanto permite aumentar la temperatura de evaporación, en ocasiones se prefiere la evaporación indirecta ya que se evita el extender redes de fluido refrigerante (amoníaco o freones) a través de todo el centro de producción.

Los sistemas autónomos presentan como principales desventajas, desde el punto de vista energético y económico, el poseer un menor rendimiento energético, así como el tener que trabajar en elevados períodos de tiempo a cargas parciales, lo que redundaría en una menor eficiencia energética y un mayor coste de la factura eléctrica. Además, requieren una potencia eléctrica instalada muy elevada, ya que deben tener capacidad para funcionar de forma autónoma sin poder compartir cargas con otras cámaras. Los sistemas centralizados permiten solucionar las desventajas anteriormente indicadas, ya que el factor de simultaneidad de funcionamiento de las cámaras permite reducir las necesidades nominales de refrigeración; también, al ir a equipos de mayor tamaño, se alcanzan mejores rendimientos, aumentando la eficacia energética al trabajar en situaciones no tan alejadas de las condiciones de diseño como puede ocurrir con las unidades autónomas. Como ventaja de los sistemas autónomos está la posibilidad de utilizar el condensador del sistema como parte de la batería de calentamiento, con lo cual se recupera esta energía que en un sistema centralizado sería más difícil de recuperar.

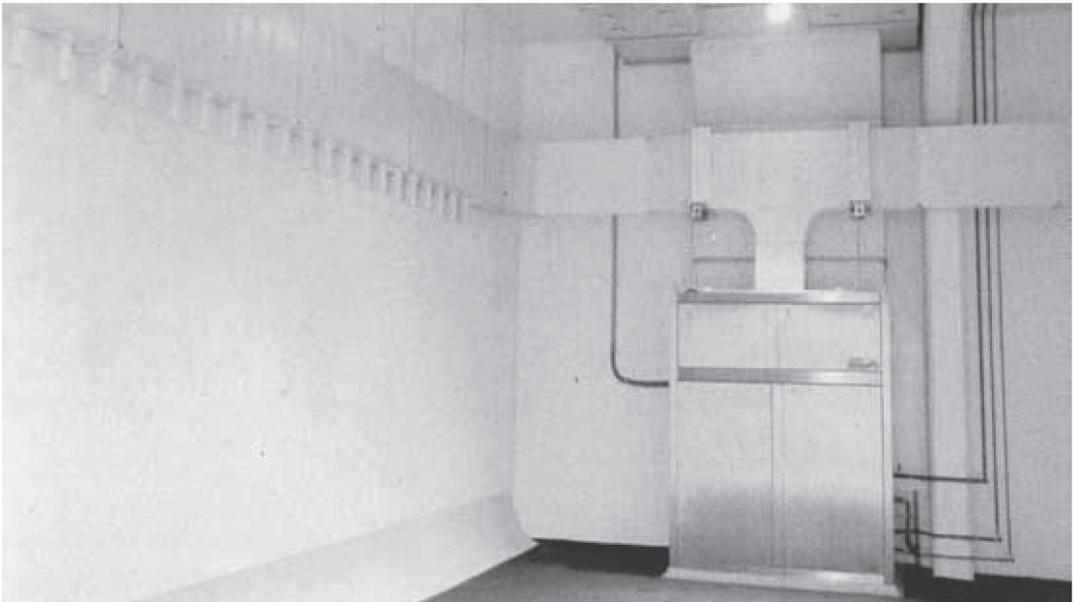


Figura 21. Instalación Industrial de Secado.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.

En el sistema de **distribución de aire** de un secadero conviene tener en cuenta los siguientes aspectos: El aire sale del equipo por conductos laterales a través de unos conos de impulsión que los dirigen a alta velocidad formando una cortina de aire paralela a la pared (figura 21). La unión de las paredes y el suelo es curvada de forma que al llegar el aire la media caña le orienta paralelo al suelo.

Al ser el ventilador de media presión, los conductos de impulsión laterales se comportan como plenum, saliendo el aire prácticamente a la misma velocidad por todos los conos, con lo que el producto es tratado por igual en todas las zonas del secadero. A la salida del equipo existen unas compuertas motorizadas, que continuamente van cambiando el caudal de aire de forma que cuando por un lado sale el máximo, por el otro sale el mínimo. Los conductos de retorno tienen bocas de aspiración regulables, de tal forma que consiguen una aspiración uniforme en toda la superficie.

El producto debe estar a una distancia suficiente del suelo para que la velocidad del aire que asciende a través de las bocas de aspiración no sea agresiva. El aire cuando entra en contacto con el producto es una mezcla del que sale de los conductos y del existente en la sala, debido a las corrientes inducidas que se producen.



Figura 22. Disposición de Toberas en Cámara de Secado.

Fuente: Cortesía Ramón Vizcaíno.

En cuanto a los **sistemas de aporte de calor** a las cámaras de secado, la tipología de los mismos está ligada al grado de centralización de las instalaciones. Así, en instalaciones autónomas, suele ser frecuente que el aporte de calor se realice también de forma autónoma a partir de transformación de electricidad en calor. En instalaciones centralizadas, normalmente, existe una central de calor dotada de calderas de agua caliente que se envía a las correspondientes baterías de calentamiento del cajón de climatización.

Las calderas utilizadas suelen ser de tipo pirotubular (denominadas así porque los gases de combustión circulan por el interior de los tubos de humos rodeados de la masa de agua a vaporizar) y de pequeño tamaño, ya que las necesidades de calor pueden considerarse en general bajas.

### 5.3. GENERADORES DE VAPOR

El uso de vapor no está muy extendido en la industria de embutidos y jamones, limitándose su aplicación a instalaciones de un cierto tamaño que incorporan en su proceso productivo el sacrificio de los cerdos (mataderos). El vapor suele utilizarse en las labores ligadas a esta etapa del proceso, como son

el lavado, escaldado y depilación del animal sacrificado. Normalmente se genera en calderas de baja presión del tipo piro-tubular (figura 17).

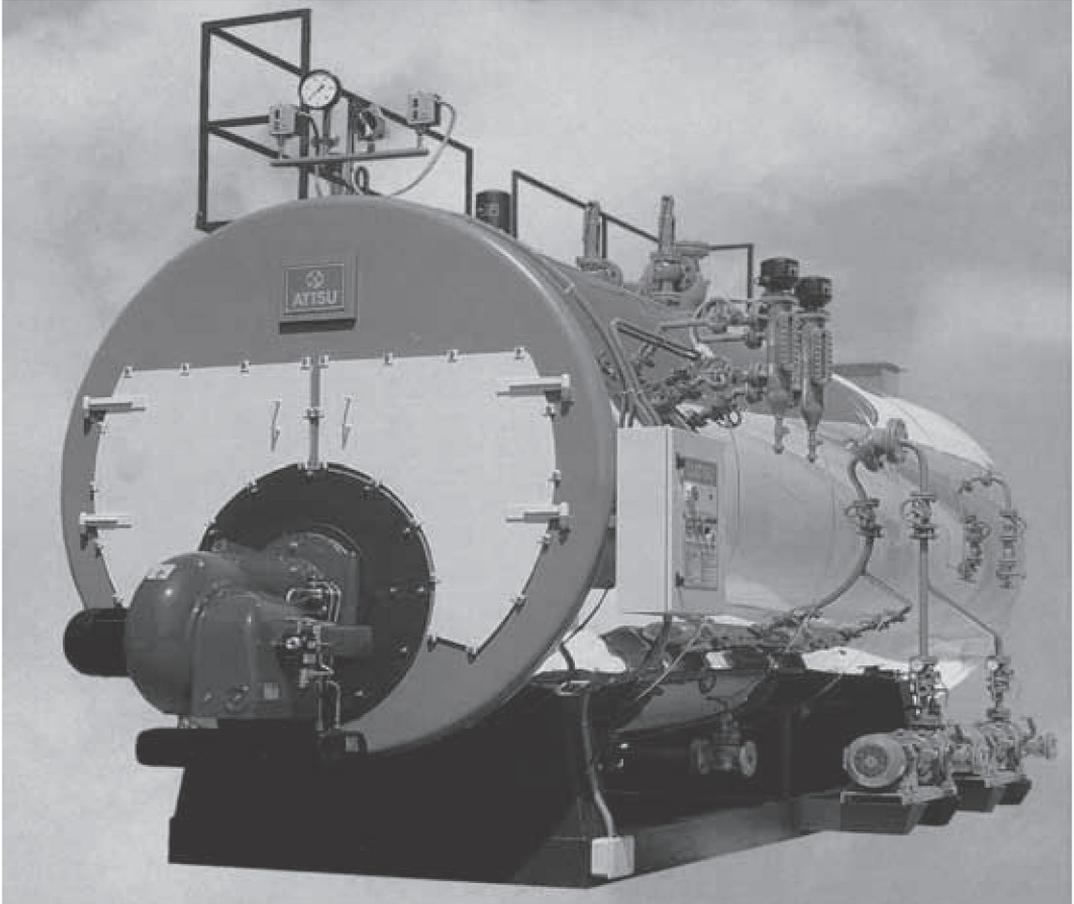


Figura 23. Caldera de Vapor.

Fuente: Cortesía ATTSU.

Los defectos más frecuentes en la utilización de los generadores de vapor, que repercuten en una baja eficiencia energética de la instalación y en un incremento de la factura energética, son:

- Escasa vigilancia en la combustión.
- Tratamiento insuficiente del agua de alimentación.
- Incremento sistema de purgas.
- Limpiezas insuficientes y no programadas.

Otros aspectos relacionados con el bajo rendimiento de estas instalaciones son los asociados al sistema de distribución y, en particular, a deficiencias en el calorifugado de la red (espesor insuficiente, deterioro, etc.), fugas en bridas, válvulas y purgadores, o deficiente funcionamiento de éstos últimos, e insuficiente e incorrecta recuperación de condensados.

A continuación se exponen algunas pautas para la realización de una **auditoría en los sistemas de generación de calor**, así como una breve descripción de las posibilidades de ahorro y/o diversificación en la generación y distribución de calor.

Como cuadro soporte para conocer el estado inicial de los sistemas de generación de calor puede utilizarse el recogido en la tabla 10. Para evaluar el **rendimiento** puede recurrirse al **método directo**, que, a partir del consumo de combustible y la producción de vapor, se evalúa mediante la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{Q_v \times (H_v - H_a)}{F \times \text{PCI}} \times 100$$

- Qv: Producción de vapor (kg/h)
- Hv: Entalpía del vapor (kcal/kg)
- Ha: Entalpía de agua (kcal/kg)
- F: Consumo de combustible (kg/h o Nm<sup>3</sup>/h)
- PCI: Poder Calorífico Inferior del combustible (kcal/kg o Kcal/Nm<sup>3</sup>)

Los valores de las entalpías pueden obtenerse de las denominadas “tablas de vapor”.

Caldera número	Caldera tipo	Año puesta en servicio	Combustible tipo	Uso	Régimen de utilización	Producto energético	Temp. media producto
1							
2							
3							
4							
5							

Caldera número	Presión kg/cm <sup>2</sup>	Capacidad (kg/h)	Utilización (horas/años)	Carga media (%)	Rendimiento (%)	Temperatura agua aliment.
1						
2						
3						
4						
5						

Combustible		Uso	Régimen	Producto energético
Fuelóleo	Propano	Proceso	Continuo	Vapor
Gasóleo	Butano	Climatización	Intermitente	Agua caliente
Gas natural	Otros	Proceso + climatización	Reserva	Agua sobrecalentada

Tabla 10: Control periódico de los principales parámetros energéticos.

Fuente: Elaboración propia.

Si el rendimiento calculado es inferior al valor garantizado por el fabricante, debe hacerse una auditoría con mayor detalle, para lo cual se puede recurrir al concurso de especialistas en la materia.

De forma paralela al control del rendimiento indicado, resulta conveniente realizar un control periódico de los principales parámetros energéticos, que dan una idea precisa del funcionamiento eficiente de la caldera en relación con los estándares deseables, así como sobre las necesidades de actuaciones periódicas.

**La temperatura de gases de combustión** facilita información sobre el grado de ensuciamiento de las superficies de intercambio y de cuándo es preciso realizar las operaciones de limpieza, así como de las posibilidades de reducir la temperatura de los gases al mínimo aceptable, teniendo en cuenta los riesgos de formación de rocío ácido y/o condensaciones, dependiendo del tipo de combustible utilizado.

El contenido de  $O_2$  y/o  $CO_2$  en los gases de combustión permite saber el exceso de aire utilizado en la combustión de forma que da una idea del grado de desajuste en el quemador. La reducción del nivel de oxígeno en los gases de combustión, siempre que la lectura de la concentración de oxígeno sea precisa y correcta, se traduce en una mejora de la eficiencia de la combustión. Debe tenerse en cuenta que, si la zona donde se está efectuando la medida de oxígeno está en depresión, puede producirse la entrada de aire falso y originar un valor superior al real, por lo que deberán taparse las zonas con posible riesgo de infiltraciones. Si además no ha habido suficiente mezcla del aire falso con los gases de combustión el error de medida puede llegar a ser considerable.

Con respecto al  $CO_2$ , debe procurarse mantenerlo en el máximo valor posible compatible con la naturaleza del combustible y la aparición de inquemados.

Otra medida de gran significación es la del **CO (monóxido de carbono)**. Para excesos de aire normales la cantidad de CO permanece muy baja (del orden de las ppm). A medida que se reduce el exceso de aire y nos aproximamos al estequiométrico, se va produciendo un aumento, llegando un momento en que dicho valor se dispara. Esta zona en la que el CO aumenta muy rápidamente depende del tipo de quemador utilizado y de su estado, así como del generador de calor y debe de determinarse en cada caso.

Escala Bacharach n.º	Combustión	Hollín producido
1	Excelente	Inapreciable
2	Buena	Ligeros. No aumenta la temperatura de humos apreciablemente
3	Mediana	Hay cierta cantidad. Se requiere limpieza una vez al año
4	Pobre	Conficciones límite. Limpieza frecuente
5	Muy pobre	Mucho hollín y muy pesado

Tabla 11: Índice opacimétrico de la escala de Bacharach.

Fuente: Elaboración Propia.

Cuando el **porcentaje de inquemados** es elevado (humo negro) la combustión es imperfecta o incompleta y pueden producirse depósitos de hollín, que originan una disminución de la eficiencia de la combustión por disminución de la eficacia de la transmisión de calor a través de las superficies contaminadas y por desaprovechamiento del combustible sin quemar que se escapa por lo humos en las partículas de inquemados. El análisis de inquemados sólidos suele efectuarse por métodos cualitativos, como el índice opacimétrico de la escala de Bacharach. El valor de este índice debe mantenerse entre los valores 1 y 2, no superando el valor 3 en ningún caso. En una primera aproximación como el incremento en la concentración de CO es casi simultáneo a la aparición de inquemados, pueden controlarse estos por el seguimiento del contenido de CO, más fácil de realizar.

Los resultados del control de los parámetros de combustión conviene recogerlos en un cuadro similar al siguiente:

Equipo	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	CO ppm	Temperatura gases °C	Rendimiento (%)	Escala Bacharach

Tabla 12: Control de parámetros de combustión.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se exponen algunas medidas a tener en cuenta en los sistemas de generación y distribución de calor (bien sea en forma de vapor o de agua caliente).

### Control de la calidad del agua de alimentación de calderas

Una mala calidad del agua de alimentación a calderas implica, por una parte, la posibilidad de formación de depósitos e incrustaciones sobre las superficies de intercambio, lo que disminuye la eficacia energética de la transmisión de calor, y, por otra, la necesidad de mantener un nivel de purgas elevado, lo que supone una pérdida de calor a través de las mismas. Por tanto resulta conveniente realizar análisis periódicos de la calidad del agua y contrastar que los resultados son acordes con los estándares vigentes (por ejemplo Norma UNE – 9075-92).

### Limpieza periódica de las superficies de intercambio

Su necesidad puede determinarse a partir del seguimiento de los datos correspondientes a los parámetros de combustión. Con la limpieza se evita la acumulación de depósitos de inquemados, que, actuando como aislante, dificultan el intercambio energético, disminuyendo el rendimiento del generador y aumentando la temperatura de los gases de combustión.

### Cambio de combustible. Recuperación del calor de humos

Conviene estudiar la posibilidad de cambio de combustible en las calderas. El gas natural es un combustible respetuoso con el medio ambiente, que permite ser utilizado con una menor temperatura

de salida de humos y que presenta una fácil combustión con bajo exceso de aire. Facilita además la posibilidad de recuperar el calor residual de los humos de forma económica al evitar los problemas de corrosión ácida.

#### 5.4. COMBUSTIÓN SUMERGIDA

Cuando se desea preparar un baño de agua caliente para una determinada operación y su calentamiento se efectúa a partir de vapor generado en una caldera, se originan una serie de pérdidas inherentes al sistema de generación y al sistema de distribución, que confieren al proceso final una bajo rendimiento energético. Dichas pérdidas pueden ser eliminadas utilizando técnicas de calentamiento directo de baños empleando como combustibles gas natural, propano o butano. Dependiendo de que los gases de la combustión entren o no en contacto con el agua a calentar, se diferencian los sistemas de calentamiento directo o indirecto.

En los sistemas de calentamiento directo o **combustión sumergida** (figura 24), los gases procedentes de la combustión entran en contacto directo con el baño a calentar, produciéndose un borboteo de los humos que dan lugar a una óptima transferencia de calor al no existir superficies de intercambio.

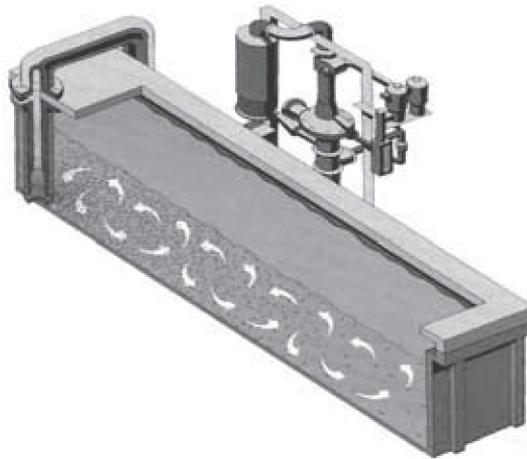


Figura 24. Sistema de Combustión Sumergida.

Fuente: Cortesía Washington Ing.

#### 5.5. COGENERACIÓN

La cogeneración es otra de las aplicaciones tecnológicas que pueden ofrecer grandes posibilidades para la reducción de la factura energética. Estas instalaciones suelen requerir una inversión importante pero presentan una buena rentabilidad con cortos periodos de amortización.

Para su aplicación, se tienen que dar una serie de condicionantes, que son típicos de las industrias cárnicas, como son:

- Necesidades energéticas de electricidad, calor y o frío, a niveles adecuados.
- Disposición de una fuente energética adecuada por sus características y precio (gas natural o gasóleo).
- Régimen de funcionamiento anual alto.

Esta aplicación puede suponer una serie de ventajas, bien a nivel nacional, en los aspectos de ahorro energético y económico, mejora medioambiental y disminución de la dependencia energética exterior, bien a nivel de usuario, en reducción de costes energéticos, es decir ahorro económico.

Teniendo en cuenta las necesidades energéticas del sector de embutidos y jamones, el sistema más apropiado es el basado en **motores alternativos** utilizando gas natural, o algún combustible líquido si no se dispone del anterior. Si la demanda de energía térmica es muy elevada también puede considerarse la posibilidad de utilizar turbinas de gas.

Con los motores alternativos se obtienen rendimientos eléctricos más elevados que con las turbinas pero, por otra parte, con una mayor limitación en lo referente al aprovechamiento de la energía térmica, ya que posee un nivel térmico inferior y se encuentra repartida entre diferentes subsistemas (gases de escape y circuitos de refrigeración de aceite, camisas y aire comburente del motor).

Los sistemas con motor alternativo presentan una mayor flexibilidad de funcionamiento, lo que permite responder de manera casi inmediata a las variaciones de potencia, sin que ello conlleve un gran incremento en el consumo específico del motor.

A continuación se presenta un diagrama de Sankey utilizando un motor alternativo (figura 25).

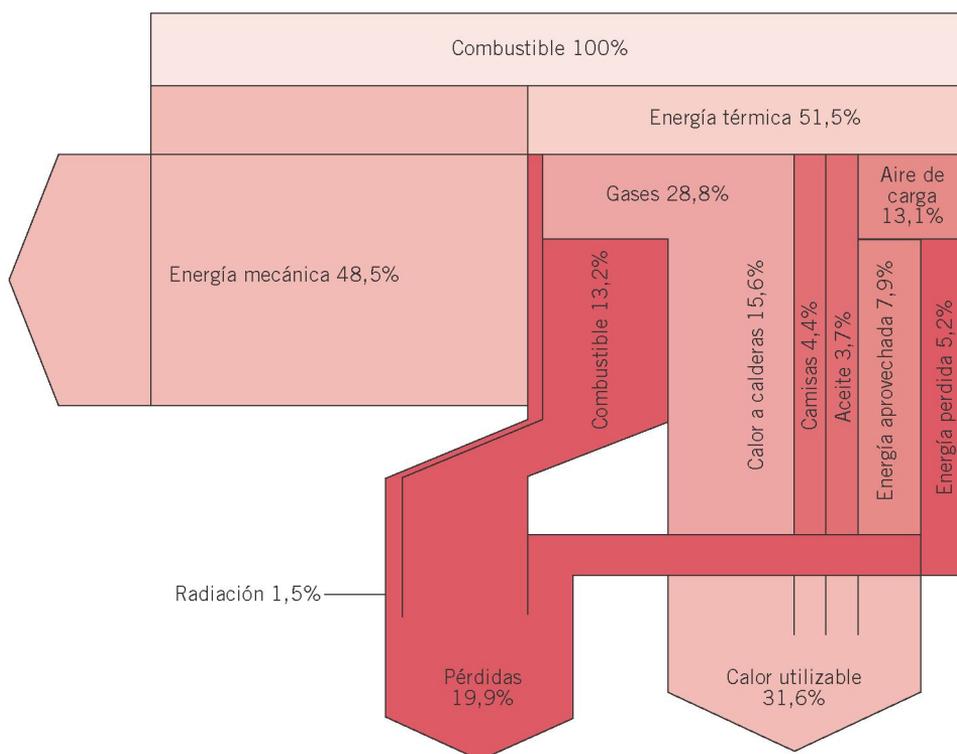


Figura 25. Diagrama de Sankey de la utilización del calor residual de los circuitos de refrigeración y escape de gases de un motor.

Fuente: Elaboración Propia.

Antes de acometer un proyecto de instalación de un sistema de cogeneración en una factoría, y teniendo en cuenta las diferentes posibilidades existentes de aplicación y las condiciones necesarias para su puesta en marcha, es conveniente la realización de un **estudio de viabilidad**. Este estudio debe garantizar la elección del sistema para alcanzar los mejores resultados, justificar su instalación desde el punto de vista normativo y analizar la sensibilidad de los resultados frente a posibles variaciones en las tarifas energéticas. La elaboración y puesta al día de un plan de gestión energética, como el que se describe en este documento, se constituye en una herramienta básica para disponer de la información necesaria para desarrollar el citado estudio de viabilidad.

Los **componentes principales** de un sistema de cogeneración aplicado al sector son (figura 26):

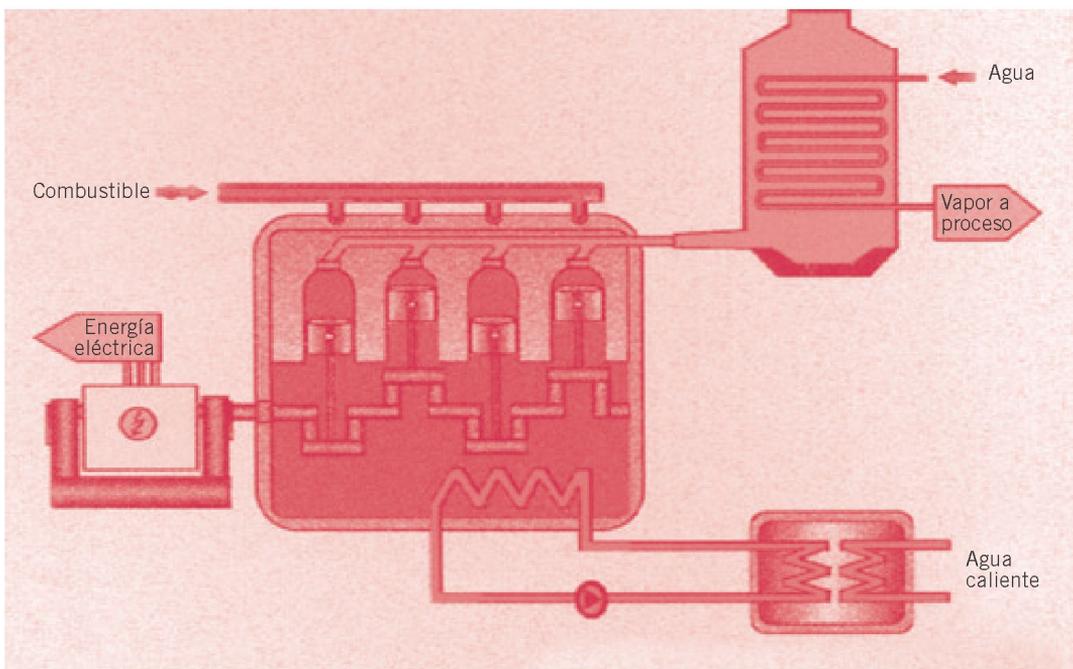


Figura 26. Cogeneración con Motor Alternativo.

Fuente: IDAE.

- **Motogenerador.** Son máquinas de combustión interna de tipo alternativo que utilizan para su funcionamiento un combustible. Éste forma con el aire una mezcla capaz de desencadenar una fuerte reacción exotérmica en condiciones de presión y temperaturas controladas; su energía es aprovechada por el elemento motriz del motor para generar energía mecánica que se transmite al alternador, generando energía eléctrica en última instancia.
- **Recuperador de calor.** En los motores existen varias fuentes de calor a diferentes niveles térmicos, a saber:
  - Los gases de escape transportan aproximadamente un 22% de la energía del combustible y su temperatura varía dependiendo del sistema de combustión del motor, oscilando entre los 350 y 450 °C.

- El agua de refrigeración de los cilindros supone en torno a un 28% de la energía del combustible, existiendo límites de temperatura del agua a la salida de culatas de 120 °C y con una diferencia de temperatura entre la entrada y salida de motor de aproximadamente 7 °C.
- El aceite de lubricación del motor disipa un 5% de la energía del combustible y normalmente lleva un circuito de disipación independiente.
- Las pérdidas por radiación suponen entre un 6 y un 11% de la energía del combustible y su recuperación no suele realizarse habitualmente, aunque conviene estudiar esta posibilidad.

El sistema de recuperación más aconsejado para este sector sería la generación de vapor o agua caliente a partir del calor contenido en los gases de escape y el aprovechamiento del calor de refrigeración para producción de agua caliente (baños, climatización, calefacción, etc.). Si la demanda térmica es muy baja pueden utilizarse ambas fuentes para la alimentación de un sistema de **refrigeración por absorción** que permita cubrir parte de las necesidades de las cámaras de secado.

- **El sistema de interconexión eléctrica** engloba las instalaciones necesarias para la conexión de la energía eléctrica generada con la red de la compañía suministradora, en las condiciones de seguridad de suministro y de la propia instalación adecuadas.
- Como **elementos auxiliares** están la obra civil, la instalación de combustible, torres de refrigeración y otros sistemas de recuperación o disipación de calor.

En las figuras 27-32 se reflejan unos esquemas típicos de aplicación de esta tecnología en el sector.

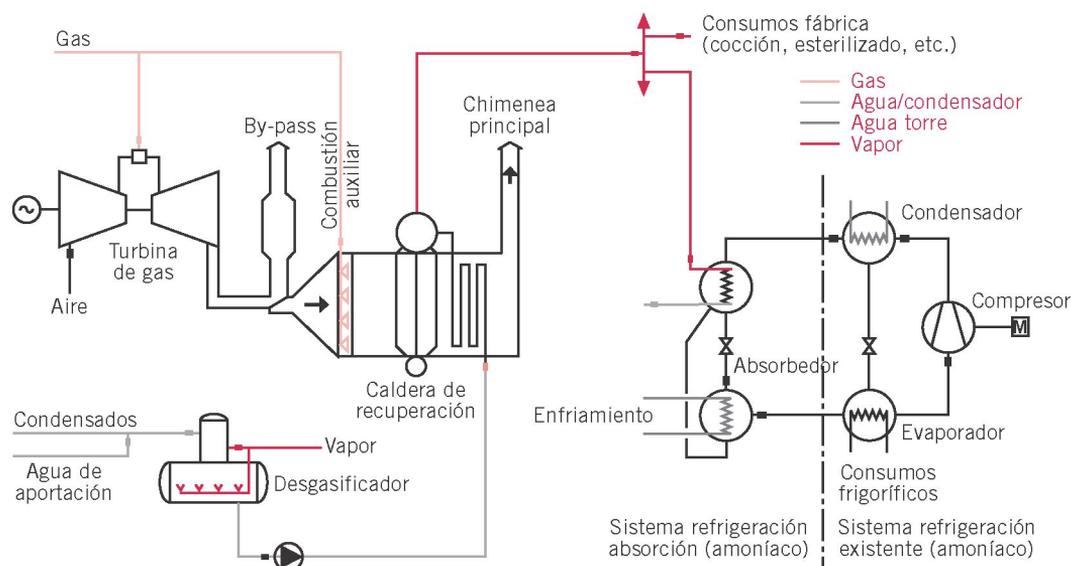


Figura 27. Instalación de Cogeneración con Turbina de Gas. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico.

Fuente: Elaboración Propia.

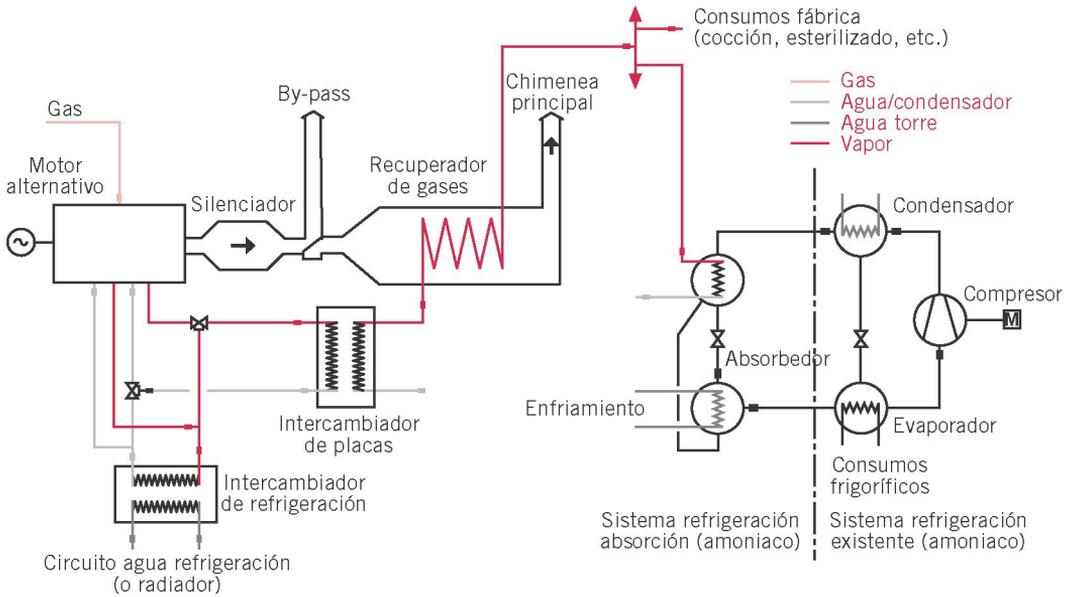


Figura 28. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico.

Fuente: Elaboración Propia.

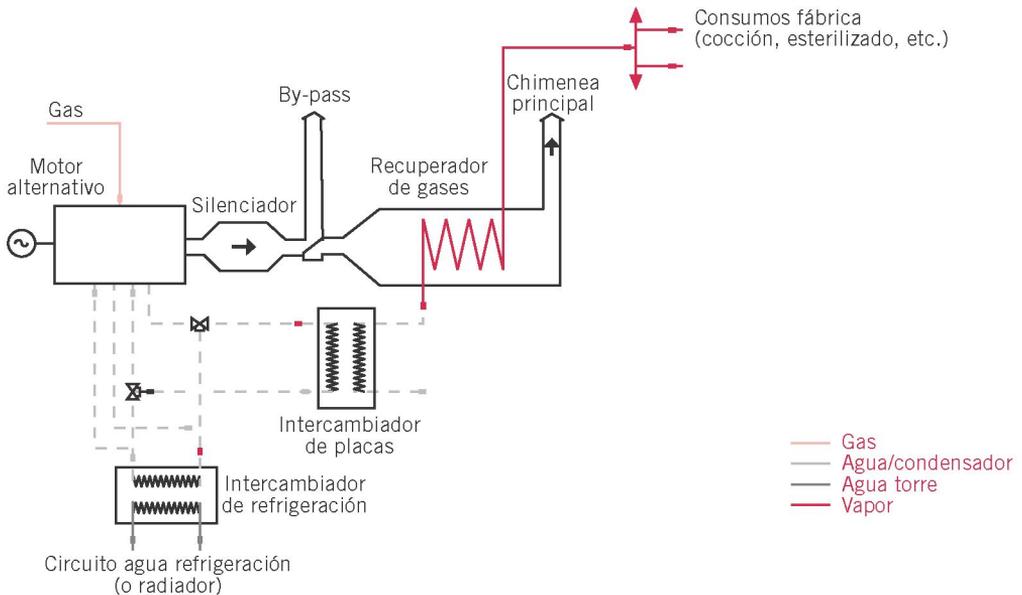


Figura 29. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Cárnico.

Fuente: Elaboración Propia.

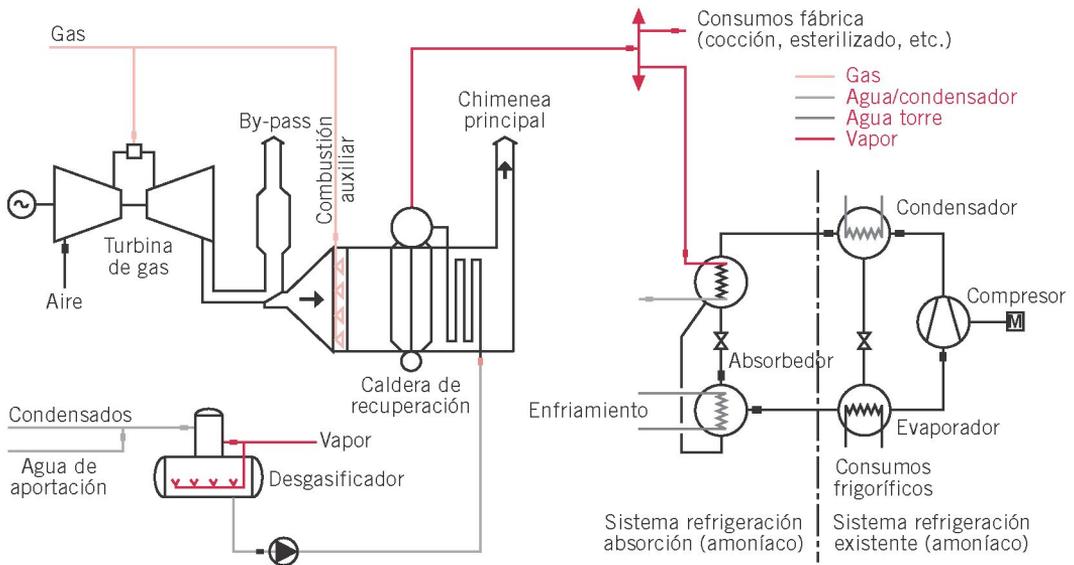


Figura 30. Instalación de Cogeneración con Turbina de Gas. Esquema de Principio Aplicable al Sector de Mataderos.

Fuente: Elaboración Propia.

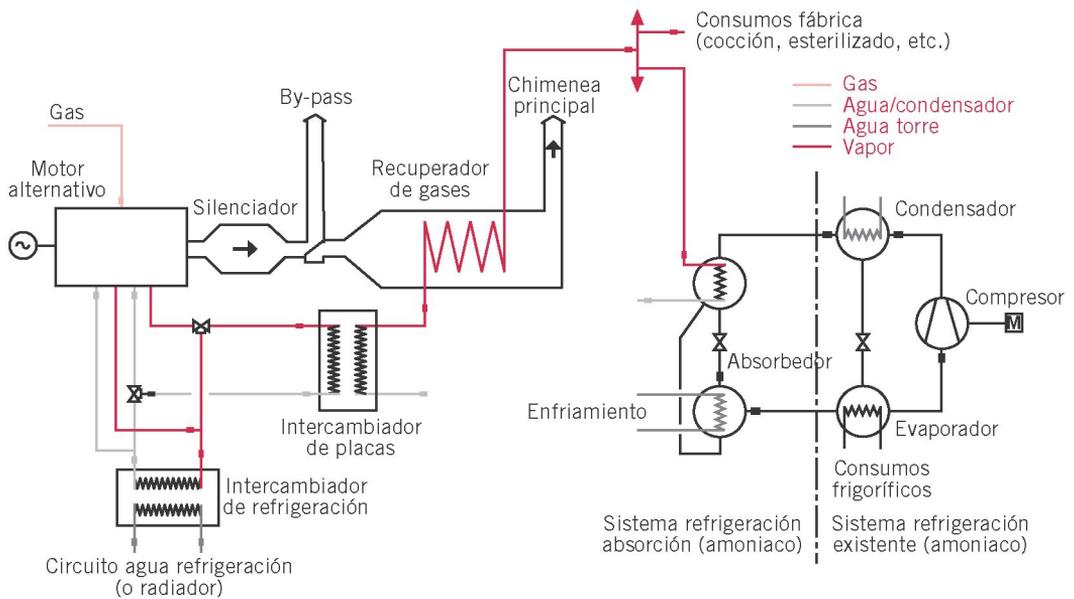


Figura 31. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema de Principio Aplicable al Sector Mataderos.

Fuente: Elaboración Propia.

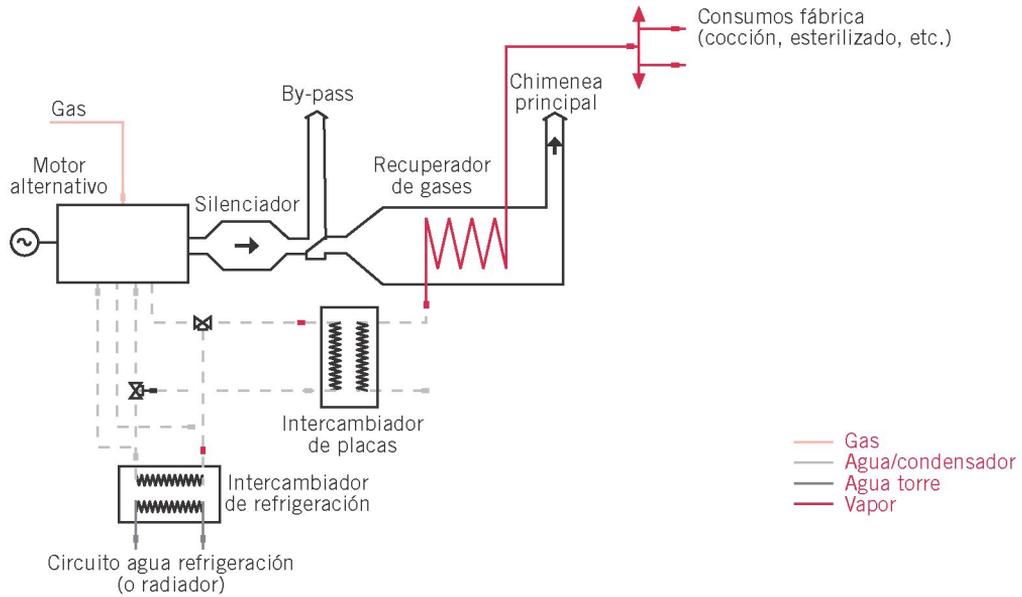


Figura 32. Instalación de Cogeneración con Motores Alternativos. Esquema Aplicable al Sector de Mataderos.

Fuente: Elaboración Propia.

## 6. MANTENIMIENTO ENERGÉTICO

Mantenimiento energético y mejoras de operación son dos conceptos que engloban un conjunto de importantes posibilidades de ahorro de energía, cuya puesta en marcha no requiere en general de importantes desembolsos económicos.

El mantenimiento energético no representa algo distinto del mantenimiento general de la fábrica, debiendo de tratar de buscar el equilibrio entre el mantenimiento preventivo y el corrector. Las principales fases para fijar un correcto mantenimiento son:

- Identificar los equipos con mayor consumo de energía.
- Identificar aquellos equipos que indirectamente tienen repercusión sobre el consumo de energía.
- Identificar las partes de la instalación sobre las que no se realiza normalmente mantenimiento.
- Analizar los sistemas de mantenimiento existentes y la necesidad de ampliarlos o modificarlos.
- Mejorar el mantenimiento energético y los modos de operación.

La implantación de un mantenimiento preventivo requiere:

- Reunir y archivar todos los libros de instrucciones, listas de piezas, etc.
- Catalogar toda la instalación.
- Determinar los requisitos de mantenimiento y los períodos de tiempo de las inspecciones.
- Presupuestar y prever el personal necesario.

El mantenimiento se facilita con la confección de unas listas de inspección, donde se señalen los puntos a inspeccionar, la frecuencia y las medidas a efectuar. A continuación se dan unas posibles listas de chequeo de la instalación.

### 6.1. GENERADORES DE VAPOR

- Almacenamiento y preparación correcta de los combustibles.
- Puesta a punto de los quemadores, limpieza y reglaje.
- Limpieza de depósitos y corrosiones en calderas.
- Control del proceso de combustión. Optimización de la combustión.
- Aislamiento térmico y reparación de fugas.
- Revisión de los sistemas de control de la combustión.
- Puesta a punto de los sistemas de instrumentación y medida.
- Control del caudal y calidad de las purgas.
- Control de la calidad del agua de alimentación a caldera.
- Control del funcionamiento de la planta de tratamiento de agua.

### 6.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR, CONDENSADO Y AGUA CALIENTE

- Inspección, verificación y reparación de los purgadores de vapor.
- Evitar los arrastres de agua con el vapor.
- Aislamiento de líneas y elementos accesorios.
- Reparación de fugas.
- Control de la calidad de condensados y recuperación de los mismos como agua de alimentación a la caldera.
- Puesta a punto de los sistemas de instrumentación y medida.

### 6.3. INSTALACIONES FRIGORÍFICAS

- Control de consumo de energía en relación con la potencia del equipo.
- Control de los niveles de refrigerante, aceite, etc.
- Limpieza de filtros y baterías de equipos unitarios y climatizadores.
- Limpieza de condensadores.
- Control de las temperaturas de distribución respecto a la regulación automática existente.
- Estado de bombas de impulsión.
- Saltos de presión en ventiladores y filtros, limpieza.
- Limpieza de intercambiadores.
- Cambio de aceite.
- Chequeo de la instrumentación y sistemas de medición.

### 6.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- En conductores y puntos con riesgo de descarga: no permitir la existencia de los hilos desnudos, reparar los contactos defectuosos, reparar las derivaciones a tierra estropeadas, aislarlos correctamente.
- Chequear el calentamiento de la instalación.
- Sustitución de fusibles. Los fusibles son protecciones que deben trabajar en caso de necesidad. Si se funden con excesiva frecuencia debe repasarse la instalación y buscar el defecto y repararlo, calibrando de nuevo el fusible si fuera necesario.

- En caso de calentamiento de motores, debe actuarse rápidamente.
- No deben aparecer chispas en un motor de anillos o de colector.
- Los contactores necesitan especial atención, deben realizar un buen contacto, excitarse simultáneamente sin dificultades.

#### 6.5. CÁMARAS DE SECADO

- Control y verificación de estanqueidad de puertas.
- Control del estado de difusores.
- Pérdidas de carga en conductos.
- Limpieza de filtros, rejillas y difusores.
- Estado del aislamiento.

### 7. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Para que un programa de ahorro de energía tenga éxito, debe efectuarse una correcta y apropiada formación y mentalización del personal.

El personal, a cualquier nivel que se encuentre, debe estar mentalizado en la necesidad de efectuar un uso racional de la energía requerida en los procesos productivos.

Entre los distintos medios para lograr este objetivo están los siguientes:

- Folletos.
- Carteles.
- Slogans.
- Adhesivos
- Formularios.
- Conferencias
- Coloquios.
- Concursos.
- Encuestas.

En cuanto a la formación, es necesario elegir unos temas prioritarios, en función de los consumos y de las posibilidades de actuación del personal, y dedicar especial atención al personal relacionado con estos.

El orden de prioridades que se puede establecer podría ser el siguiente:

**Instalaciones frigoríficas:** Al personal que las maneja se le debe formar en los principios de funcionamiento de las instalaciones, el rendimiento de las instalaciones y la forma de controlar el mismo con especial atención a las causas de posibles pérdidas de rendimiento. Igualmente debe estar formado en los principios de control del acondicionamiento de aire (temperatura – humedad) y de las necesidades energéticas de dicho acondicionamiento.

**Instalaciones de generación de calor:** El personal responsable debe estar formado en el manejo y uso de combustibles, los parámetros normales de control de la eficacia de la combustión y las normas generales para un funcionamiento correcto de las calderas.

## 8. ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEJORAS

### 8.1. SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente, en las industrias del sector, la decisión de las inversiones en medidas de ahorro y mejora de la eficiencia energética, se toman en función de la disponibilidad de recursos económicos y de un análisis somero del periodo de amortización.

### 8.2. PROPUESTAS DE MEJORA

Una vez se ha detectado la posibilidad de implantar una mejora energética, ésta debe ser evaluada económicamente con el fin de determinar su viabilidad.

Previamente a abordar el análisis económico de un proyecto de mejora energética se requiere caracterizarla, definiendo aspectos tales como los que se presentan en la tabla siguiente.

Mejora propuesta .....				Fecha .....		
Descripción .....				Responsable .....		
.....				.....		
Mejoras relacionadas .....				Suministradores .....		
.....				.....		
Energía o Combustible	Consumos Actuales		Consumo Previstos		Ahorro anual	
	Energía	€	Energía	€	Energía	€
Fuelóleo (t/año)						
Gas Natural (Nm <sup>3</sup> /año)						
Gasóleo (t/año)						
Propano (Nm <sup>3</sup> /año)						
Otros						
E. eléctrica (kWh/año)*						
<b>TOTAL</b>						
<b>Costes directos:</b> equipos, procesos, sistemas, mano de obra .....						€
<b>Costes indirectos:</b> paradas, pérdidas de producción, deficiencias en calidad .....						€
<b>INVERSIÓN TOTAL</b> .....						€
<b>Periodo de amortización</b>	$\frac{\text{Inversión total (€)}}{\text{Ahorro total / año}} = \dots\dots\dots$ años					
				Revisado por .....		

Tabla 13: Cuadro de Soporte para la Evaluación Preliminar de las Mejoras.

Fuente: Centro de Estudios de la Energía.

La descripción del análisis económico se acompaña, con el objeto de facilitar su comprensión, de un ejemplo numérico: Optimización de la combustión mediante su regulación automática.

<b>Mejora propuesta.</b> Optimización de la combustión.				<b>Fecha.</b> 05/04/07		
<b>Descripción.</b> Regulación automática de la combustión.				<b>Responsable.</b> Jefe de Mantenimiento.		
.....				<b>Suministradores.</b> Los habituales		
<b>Mejoras relacionadas.</b> Control de la combustión.				.....		
Energía o Combustible	Consumos Actuales		Consumo Previstos		Ahorro anual	
	Energía	€	Energía	€	Energía	€
Fuelóleo (t/año)	462	138.600	436	130.800	26	7.800
Gas Natural (Nm³/año)						
Gasóleo (t/año)						
Propano (Nm³/año)						
Otros						
E. eléctrica (kWh/año)*						
<b>TOTAL</b>	462	138.600	436	130.800	26	7.800
<b>Costes directos:</b> equipos, procesos, sistemas, mano de obra .....						13.700 €
<b>Costes indirectos:</b> paradas, pérdidas de producción, deficiencias en calidad .....						1.100 €
<b>INVERSIÓN TOTAL</b> .....						<b>14.800 €</b>
<b>Periodo de amortización</b> $\frac{\text{Inversión total (€)}}{\text{Ahorro total/año}} = 1,9 \text{ años (23 meses)}$						
<b>Revisado por</b> Gestor de la energía						

Tabla 14: Análisis Económico de la optimización de la Combustión.

\* Se ha considerado un precio medio de 0,30 €/kg para el fuelóleo.

Fuente: Elaboración Propia.

El grado de detalle del análisis económico depende de la cuantía de la inversión y de los recursos financieros disponibles. Deben considerarse dos niveles: uno básico, o selección preliminar de mejoras, y otro de análisis en detalle.

Por último, se estudiará la estructura de la oferta de financiación a la que puede acceder la empresa.

### 8.3. ANÁLISIS ECONÓMICO A NIVEL BÁSICO

A este nivel de análisis, los parámetros de evaluación no tienen en cuenta el valor del dinero a lo largo del tiempo.

#### Tiempo de Retorno o Periodo de Amortización

Este criterio, definido como el cociente entre la inversión y el ahorro total, puede utilizarse como primera aproximación para el cálculo de la rentabilidad de la inversión, determinando si ésta se recuperará en un plazo razonable.

No es posible fijar un periodo de amortización por encima del cual la inversión no sea viable, puesto que éste depende en gran medida de la situación económica de la empresa y de la naturaleza del

proyecto. A título orientativo puede decirse que si el periodo de retorno supera la mitad de la vida útil de la mejora la inversión no es rentable.

### Tasa de Retorno de la Inversión (TRI)

$$TRI = \frac{\text{Ahorro Anual} - \text{Depreciación}}{\text{Inversión}} \times 100$$

El TRI tiene en cuenta la vida útil estimada de la mejora a través de la depreciación –considerada como lineal a este nivel de detalle– lo que permite establecer comparaciones con alternativas de inversión de distinta vida útil.

Como referencia puede decirse que valores del TRI inferiores al 10% desaconsejan una inversión.

### 8.4. ANÁLISIS ECONÓMICO EN PROFUNDIDAD

Los criterios propuestos tienen en cuenta el valor del dinero a lo largo del tiempo pero obvian, por simplicidad, las fluctuaciones en los precios de los combustibles, la inflación y los impuestos. El nivel de análisis necesario para contemplar estos aspectos queda fuera del propósito del presente documento.

Se denotará por  $k$  al tipo de interés de una inversión sin riesgo. Suele tomarse como referencia el tipo de interés de los Bonos u Obligaciones del Estado al mismo plazo que la vida útil de la mejora.

### Valor Actualizado Neto (VAN)

Se llama valor actual neto de una cantidad  $S$  a percibir al cabo de  $n$  años con una tasa de interés  $k$ , a la cantidad que, si se dispusiera de ella hoy, generaría al cabo de  $n$  años la cantidad  $S$ .

Este criterio considera los flujos netos generados por la medida implantada durante su vida útil ( $n$ ) y traslada su valor al momento actual utilizando  $k$  como tasa de descuento.

Para cada periodo –normalmente un año– se calculará el flujo neto como la diferencia entre los ahorros energéticos y los costes directos e indirectos asociados a la inversión.

$$VAN = \sum_{i=0}^n \frac{\text{Flujo neto}_i}{\left(1 + \frac{k}{100}\right)^i}$$

Una inversión es atractiva si su VAN es positivo, y tanto más cuanto mayor sea éste.

### Tasa Interna de Retorno (TIR)

El TIR es el valor del parámetro  $r$  para el cual el VAN de los flujos generados por el proyecto durante su vida útil iguala el valor de la inversión inicial realizada ( $I_0$ ).

$$TIR = r \Leftrightarrow I_0 = \sum_{i=0}^n \frac{\text{Flujo neto}_i}{\left(1 + \frac{r}{100}\right)^i}$$

## 8.5. OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR

- Riesgo inherente a cualquier proyecto de inversión.
- Situación de los mercados crediticios.
- Aseguramiento de la inversión.

## 8.6. ANÁLISIS DE LA OFERTA DE FINANCIACIÓN

A continuación se describen distintas formas de financiación de proyectos energéticos.

### **Inversiones con Fondos Propios**

Constituyen la solución más simple en el caso de que el propietario de las instalaciones tenga los fondos necesarios. Si el periodo de retorno es bajo, la inversión se podrá autofinanciar.

El problema aparece cuando la inversión se realiza en medios alternativos de producción de energía, como es el caso de la cogeneración. En estos casos, la inversión puede superar con mucho las posibilidades de la empresa y hay que buscar fuentes externas de financiación.

### **Financiación Tradicional**

Si la empresa presenta un buen estado financiero, las inversiones energéticas se pueden añadir a la financiación del resto de las inversiones: mediante la solicitud de créditos con garantías propias de las empresas o de los empresarios.

Este tipo de financiación presenta la ventaja de que se puedan negociar los periodos y el tipo de amortización de los préstamos, pero sólo es aplicable a inversiones moderadas en empresas financieramente estables.

### **Financiación fuera de balance**

Se trata de una variante de la financiación tradicional en la cual se analiza la rentabilidad del proyecto y, en función de ésta, la entidad financiera asume el riesgo de la inversión. Los resultados netos de la inversión se dedican preferentemente al pago del préstamo.

Aquí la garantía de la financiación viene dada por la propia inversión, en este caso los ahorros energéticos.

Este tipo de financiación no permite periodos de retorno superiores a siete años, y el tipo de interés es ligeramente superior a los préstamos normales como prima de riesgo a la inversión. Su gran ventaja es el tratamiento como operación fuera de balance, lo que permite que las empresas no vean comprometidos sus ratios de solvencia, al no contar como pasivo el importe de la financiación.

### **Financiación por terceros**

Cuando la empresa no tiene capacidad para llevar a cabo una inversión puede aceptar que una tercera empresa se haga cargo de ella. En este caso, la tercera realiza la inversión a cambio de recuperarla, bien a través de los ingresos o ahorros que se conseguirán con la puesta en marcha de la misma, bien mediante el pago de una cantidad fija (leasing o renting). La empresa y el tercero pactan un reparto de los ahorros y comparten así los beneficios de la inversión.

## 9. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

El tamaño reducido de las empresas obliga normalmente a que las asunciones de las responsabilidades ejecutivas y de control del gasto energético sean compartidas por parte del personal técnico ligado a operaciones de mantenimiento, ingeniería y explotación.

Esta estructura obligada por las circunstancias, no es la más aconsejable ya que los problemas diarios de las responsabilidades de otras áreas interfieren y devalúan las específicamente energéticas.

Como modelos de alternativas para organizar las empresas hacia la gestión eficaz energética pueden establecerse los siguientes:

- Creación de un Departamento de Energía Autónomo, con dependencia directa de la Dirección General.
- Creación de un Comité de Energía (sólo en empresas de un cierto tamaño), que apoya a los diferentes grupos especializados en que se divide el trabajo de la fábrica.

Cualquiera de estos esquemas funcionales, cuyas posibilidades de implantación están condicionadas por el tamaño de la empresa, la disponibilidad de recursos humanos y económicos y el grado de externalización de servicios, incluye una serie de **misiones fundamentales**:

- Programas de mentalización y formación del personal.
- Programas de ahorro de energía a corto, medio y largo plazo.
- Análisis de alternativas tecnológicas, etc.

Como **funciones** principales se incluirán las siguientes:

- Asesoramiento a la Dirección en temas energéticos.
- Establecimiento de una contabilidad energética.
- Establecimiento de un sistema de auditoría (interno o externo).
- Participación en estudios y proyectos energéticos.
- Promoción de nuevas técnicas.
- Seguimiento de proyectos y programas.
- Establecimiento de manuales de operación energéticos.
- Intensificación del mantenimiento energético.
- Preparación de campañas de mentalización.
- Colaboración en temas energéticos con empresas del sector y del entorno geográfico.
- Relación con Organismos Oficiales.

Para poder lograr los objetivos y desarrollar la metodología indicada se deberá disponer de atribuciones funcionales y jerárquicas sobre el resto de departamentos de la fábrica.

## 10. PROGRAMAS DE AHORRO

El uso racional y eficiente de la energía no debe ser un fenómeno aislado sino que debe obedecer a una planificación perfectamente programada en la que intervengan todos los estamentos de la empresa.

El **Programa de Ahorro** representa la traducción concreta de la voluntad de la de la Dirección respecto a *“una mejora de la eficiencia energética en la Empresa”*.

Respecto a la forma que debe adoptar un Programa de Ahorro de Energía pueden establecerse las siguientes pautas:

- Escrito.
- Concreto.
- Justificado.
- Cuantificado económicamente.
- Con responsabilidades definidas.
- Comprometido en objetivos.
- Revisado periódicamente.
- Participado a todos los niveles.

La máxima rentabilidad de un programa de ahorro se obtiene cuando se parte de una organización previa de los medios y personas que han de intervenir en el mismo.

Independientemente de que sea la Dirección quien dé el visto bueno definitivo, el Programa deberá ser establecido por el Responsable de Energía (o Comité de Energía) y deberá contemplar los siguientes **aspectos**:

- Implantar y controlar los sistemas de Contabilidad y Auditoría energética.
- Establecer los sistemas de mantenimiento energético preventivo y/o corrector.
- Contribuir a la formación y mentalización permanente del personal.
- Mantener una conexión directa con otras fábricas del sector.

Y todo ello con un único **objetivo**: *“implantar las medidas de ahorro de energía detectadas a corto, medio y largo plazo”*.

## ANEXOS

### I BIBLIOGRAFÍA

- ASHRAE (1990) Manual ASHRAE. Refrigeración, sistemas y aplicaciones. Edición Española realizada por ATECYR. Madrid.
- ICAEN (1993). Technologies avançades en éstalvi i eficiència energètica. Les Instal.lacions frigorífiques de la indústria agroalimentària.
- IDAE (1995). Eficiecia energètica en la Pequeña y Mediana Industria: Sector Conserva Alimenticias.
- MADRID VICENTE EDICIONES (1993). Nuevo curso de Ingeniería del Frío. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Murcia.
- LOPEZ, A. (1991). Uso eficiente de la energía en la industria Agroalimentaria.
- LOPEZ, A (1991). Factores que condicionan el consumo de energía eléctrica en las instalaciones eléctricas en la industria agroalimentaria.
- LOPEZ, A. (1988). Diseño de instalaciones frigoríficas para la industria agroalimentaria.
- CADEM (1984). Manual de Eficiencia Energética Térmica en la Industria. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- PERRY (1984). Chemical Engineers' Handbook. Sixth Edition. MCGRAW HILL.
- ICAEN (1993). Technologies avançades en éstalvi i eficiència energètica. Sector de fabricació de begudes alcohòliques.
- DG XVII (1995). Review of Energy Efficient Technologies in the refrigeration systems of the agrofood Industry.
- DG XVII (1995). Brewing and malting: Economy Through Energy Efficiency.

## II UNIDADES DE MEDIDA

UNIDADES BÁSICAS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Intensidad eléctrica	Amperio	A
Temperatura	Kelvin	k
Cantidad de materia	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	cd
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS		
Superficie	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Energía, Trabajo o Calor	Julio	J
Presión	Pascal	Pa

Tabla 15. Sistema internacional de unidades.

Fuente: Elaboración propia.

MULTIPOS Y SUBMÚLTIPLOS		
FACTOR	PREFIJO	SIMBOLO
1,E-18	Atto	a
1,E-15	Femto	f
1,E-12	Pico	p
1,E-09	Nano	n
1,E-06	Micro	u
1,E-03	Mili	m
1,E-02	Centi	c
1,E-01	Deci	d
1,E+01	Deca	da
1,E+02	Hect	h
1,E+03	Kilo	k
1,E+06	Mega	M
1,E+09	Giga	G
1,E+12	Tera	T
1,E+15	Peta	P
1,E+18	Exa	E

Tabla 16. Múltiplos y submúltiplos.

Fuente: Elaboración propia.

CONCEPTO	DE USO COMÚN	S. INTERNACIONAL
ENERGÍA: Calorífica Eléctrica	kilocaloría (kcal) kilowatio-hora(kWh)	Julio (J)
POTENCIA: Calorífica Eléctrica	Kilocaloría por hora (kcal/h) kilowatio	Vatio (W)
PODER CALORÍFICO: Sólidos y líquidos Gases	Kilocaloría por kilogramo (kcal/kg) Kilocaloría por Nm <sup>3</sup> (kcal/Nm <sup>3</sup> )	Julio por Kilogramo (J/kg) Julio por Nm <sup>3</sup> (J/Nm <sup>3</sup> )
TEMPERATURA	Grado centígrado (°C)	Grado Kelvin (K)
PRESIÓN	Kilogramos fuerza por cm <sup>2</sup>	Pascal (Pa)
CAUDAL	Metros cúbicos por hora (m <sup>3</sup> /h) Kilogramos por hora (kg/h)	m <sup>3</sup> /seg

Tabla 17. Unidades de uso común.

Fuente: Elaboración propia.

UNIDAD	Julios	Kilocalorías	Termias	KWh	Tep
<b>Julio (J)</b>	1	238,89X10 <sup>-6</sup>	238,89X10 <sup>-9</sup>	277,78X10 <sup>-9</sup>	23,889X10 <sup>-12</sup>
<b>Kilocaloría (kcal)</b>	4,186X10 <sup>3</sup>	1	10 <sup>-3</sup>	1,1628X10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-7</sup>
<b>Termia (Te)</b>	4,186X10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	1	1,1628	10 <sup>-4</sup>
<b>Kilowatio hora (kWh)</b>	3,6X10 <sup>6</sup>	860	860X10 <sup>-3</sup>	1	86X10 <sup>-6</sup>
<b>tep</b>	41,86X10 <sup>9</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>4</sup>	11,6279X10 <sup>3</sup>	1

Tabla 18. Relación entre las principales unidades de energía, trabajo o cantidad de calor.

Fuente: Elaboración propia.

Para pasar de una magnitud expresada en una unidad de la columna de la izquierda a la misma magnitud expresada en una unidad de la fila superior, debe multiplicarse aquella por el factor de la intersección.

### III DEFINICIONES

#### **Tonelada equivalente de petróleo (tep):**

Corresponde a 1.000 kg de combustible de 10.000 kilocalorías por kilogramo de poder calorífico inferior, equivalente a un contenido energético de 10.000 termias.

#### **Tonelada equivalente de carbón (tec):**

Corresponde a 1.000 kg de combustible de 7.000 kilocalorías por kilogramo de poder calorífico inferior, equivalente a un contenido energético de 7.000 termias.

#### **Poder calorífico:**

Se define el Poder Calorífico de un combustible como la cantidad de calor que se desprende en la combustión completa de una unidad de combustible. Cuando el agua formada en la combustión se lleva a forma líquida a 0 °C y una presión de 1 atmósfera, el Poder calorífico se denomina Superior, mientras que cuando el agua formada en la combustión permanece en forma de vapor se denomina Inferior.

El Poder Calorífico Superior (P.C.S.) es de una cuantía más elevada que el Poder Calorífico Inferior (P.C.I.), ya que a la propia energía liberada en el proceso de combustión se le añade el calor de condensación del agua formada en la combustión.

Cuando se establecen los balances energéticos de un proceso en el cual tiene lugar un proceso de combustión, debe de tenerse especial precaución a la hora de seleccionar la magnitud del combustible a emplear. Si se emplea el P.C.S. es necesario evaluar la energía de las diferentes corrientes teniendo en cuenta su composición (en particular el contenido de agua) y elegir un estado de referencia coherente con el empleo de la citada magnitud. Lo más habitual es emplear el P.C.I., ya que en la mayoría de los procesos el calor de condensación del vapor de agua formado en la combustión no es aprovechable, y por tanto proporciona una aproximación más realista al aporte energético del combustible al proceso en cuestión.

## IV CARACTERÍSTICAS DE LOS COMBUSTIBLES

### COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

#### FUELÓLEO N° 1 Y FUELÓLEO N° 1 BIA <sup>(1)</sup>

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES MEDIDA	LÍMITES
Azufre (1)	% Peso	2,70 máx
Viscosidad cinemática a 100°C	mm <sup>2</sup> /s	25 max
Punto inflamación	°C	65 min
Agua y sedimento	% volumen	1 max
Agua	% volumen	0,5 max
Poder calorífico inferior (PCI)	Kcal/kg	9.600
Poder calorífico superior (PCS)	Kcal/kg	10.100

Tabla 19. Combustibles líquidos: fuelóleo n° 1 y fuelóleo n° 1 BIA.

Fuente: Elaboración propia.

### GASÓLEO C

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Azufre	% peso	0,2 máx.
Viscosidad cinemática a 40° C	mm <sup>2</sup> /s	7,0 máx.
Punto de inflamación	°C	60 mín.
Agua y sedimento	% volumen	0,1 máx.
Densidad a 15° C	kg/m <sup>3</sup>	900 máx.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	10.300 mín

Tabla 20. Combustibles líquidos: gasóleo C.

Fuente: Elaboración propia.

### COMBUSTIBLES GASEOSOS

#### GAS NATURAL

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Contenido en mercaptanos	mg/Nm <sup>3</sup>	15,0 máx.
Contenido en ácido sulfídrico	mg/Nm <sup>3</sup>	2,0 máx.
Contenido en azufre total	mg/Nm <sup>3</sup>	50,0 máx.
Contenido en agua	ppm	80 máx.
Índice de Wobbe		12.435
Poder Calorífico Superior (PCS) máx/mín	kcal/Nm <sup>3</sup>	9.600/9.150

Tabla 21. Combustibles gaseosos: gas natural.

Fuente: Elaboración propia.

## PROPANO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Densidad a 15 °C	kg/l	0,502 mín.
Azufre total	gr/Nm <sup>3</sup>	0,1 máx.
Presión de vapor a 37,8 °C	kg/cm <sup>2</sup>	10-15
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.800 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11,900 mín

Tabla 22. Combustibles gaseosos: propano.

Fuente: Elaboración propia.

## BUTANO

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE MEDIDA	LÍMITES
Densidad a 15 °C	kg/l	0,560 mín.
Azufre total	gr/Nm <sup>3</sup>	0,1 máx.
Presión de vapor a 50 °C	kg/cm <sup>2</sup>	7,5 máx
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.800 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11,900 mín

Tabla 23. Combustibles gaseosos: butano.

Fuente: Elaboración propia.

Dos gases serán intercambiables para un quemador determinado cuando con las mismas condiciones de suministro, presión y temperatura mantienen las mismas características de combustión. Los datos que normalmente facilitan las compañías suministradoras de Gas son: Poder Calorífico Superior (PCS), densidad relativa referida al aire (d), e índice de Wobbe (W). La relación entre estos valores define el gasto calorífico, el potencial de combustión y la intercambiabilidad de gases combustibles.

El gasto calorífico, definido como el producto volumétrico del gas por su poder calorífico, está directamente relacionado con la densidad relativa del gas. El índice de Wobbe (W) se determina por la expresión  $W = \frac{PCS}{\sqrt{d}}$ .

## V LEGISLACIÓN

### Extracto de normativa legal energética aplicable.

- Estrategia Española de la Eficiencia Energética.
- El Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010, que constituye la revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010.
- Plan de Asignación de Derechos de Emisión.
- Medidas Liberalizadoras. Real Decreto-ley 6/1999, de 16 de Abril, de Medidas Urgentes de Liberalización e Incremento de la Competencia.

### Gas natural y GLP

- Planificación 2002-2011 de los Sectores Eléctrico y Gasista
- ORDEN ITC/3992/2006, de 29 de diciembre, por la que se establecen las tarifas de gas natural y gases manufacturados por canalización, alquiler de contadores y derechos de acometida para los consumidores conectados a redes de presión de suministro igual o inferior a 4 bar.
- ITC/2065/2006, de 29 de junio, establece el sistema de determinación automática de precios de los gases licuados del petróleo.
- Ley de hidrocarburos 34/1998 de 7 de octubre.
- Norma UNE 60-601-93/1M: 1996
- Orden de 25 de mayo de 1993 de la Junta de Castilla y León (BOCyL 7/6/93 y modificación 22/4/94)
- Reglamento de aparatos que usan gas como combustible.
- Reglamento de instalaciones de almacenamiento y suministro de gases licuados del petróleo en depósitos fijos y de seguridad en centros de almacenamiento y suministro de gases licuados del petróleo a granel.
- Reglamento de instalaciones de gas.
- Reglamento del servicio público de gases combustibles.
- Reglamento de aparatos a presión. REAL DECRETO 1495/1991. (BOE 15/10/91).
- Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos. REAL DECRETO 494/1988 de 20 Mayo BOE 25/5/88.
- Ley del gas. (Ley 10/1987 de 15 Mayo. BOE 17/6/87).
- Reglamento de redes y acometidas de combustibles gaseosos. REAL DECRETO 1853/1993 de 22 de Octubre. BOE 8/3/1994.
- Publicación mensual de precios en el BOE.

Nota: A medida que vaya siendo desarrollada, la Ley de hidrocarburos irá sustituyendo a todos estos reglamentos.

### Combustibles líquidos

- Ley de hidrocarburos 34/1998 de 7 de octubre.
- REAL DECRETO 398/1996 de 1 de Marzo, especificación de gasóleos en concordancia con las de la UE.
- REAL DECRETO 2482/1986 de 25 de Septiembre, sobre especificaciones y características de combustibles líquidos.
- REAL DECRETO 1485/1987 de 4 de Diciembre, sobre especificaciones y características de combustibles líquidos.
- REAL DECRETO 1427/1997 de Instalaciones Petrolíferas para uso propio (BOE 23/10/97). MI-IPO3.
- Orden de 12 de junio de la Consejería de Industria, Comercio y Turismo, sobre procedimiento para la autorización de instalaciones petrolíferas para uso propio (BOCyL 3/8/98).

### Energía eléctrica

- El REAL DECRETO 1634/2006, de 29 de diciembre, establece la tarifa eléctrica a partir del 1 de enero de 2007.
- Real Decreto 1432/2002 de metodología para la aprobación de la tarifa eléctrica media o de referencia.
- Real Decreto 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.
- Ley 54/1997, de 27 de Noviembre, del sector eléctrico constituye el marco regulatorio para el sistema eléctrico liberalizado de alta tensión.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión. DECRETO 2413/1973 de 20 de Septiembre (BOE 9/10/1973) y REAL DECRETO 2295/1985 de 9 Octubre (BOE 12/10/1985).
- Reglamento de verificaciones eléctricas. Decreto de 12 de Marzo de 1954, BOE 15/04/54.

### Cogeneración

- Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al fomento de la cogeneración.
- 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.

- REAL DECRETO 2818/1998, de 23 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración. BOE 20/12/98.
- REAL DECRETO 2366/1994, de 9 de Diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables. BOE 31/12/94.
- REAL DECRETO 907/1982, de 2 de Abril. Fomento de la autogeneración de energía eléctrica. BOE 10/5/82.
- Ley 82/1980, de 30 de Diciembre, de conservación de la energía. BOE 27/01/81.

# 1

# 1

## PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR CÁRNICO

