

5

PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR TEXTIL

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

COLECCIÓN

5

PLAN DE
ASISTENCIA
ENERGÉTICA
EN EL SECTOR
TEXTIL

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-1.246-2008

ÍNDICE

Presentación	9
Antecedentes	11
1. Introducción	12
1.1. <i>Castilla y León. Datos Generales.</i>	12
1.2. <i>Castilla y León. Objetivos</i>	12
1.3. <i>Situación Actual y Tendencias de los Mercados Energéticos</i>	13
1.4. <i>Situación Actual y Tendencias en Castilla y León</i>	14
1.5. <i>Introducción Sectorial.</i>	20
1.6. <i>Procesos Productivos</i>	21
1.7. <i>Consumos energéticos.</i>	25
1.8. <i>Distribución del consumo de la energía.</i>	32
2. Objetivos	34
3. Aprovechamiento de energía	35
3.1. <i>Necesidades energéticas</i>	35
3.2. <i>Selección de las Fuentes de Energía.</i>	35
3.3. <i>Gestión de Compras</i>	36
3.4. <i>Electricidad</i>	36
3.5. <i>Combustibles</i>	39
4. Contabilidad energética.	41
5. Auditoría energética	44
6. Mejoras energéticas	45
6.1. <i>La cogeneración en el sector textil</i>	46
6.2. <i>Ahorros por recuperación de condensados.</i>	54
6.3. <i>Ahorros por utilización de gas natural en procesos</i>	57
6.4. <i>Recuperación de calor en las operaciones de secado</i>	59
7. Análisis económico de mejoras.	62
7.1. <i>Situación Actual.</i>	62
7.2. <i>Propuestas de mejora</i>	62
7.3. <i>Análisis económico a nivel básico.</i>	63
7.4. <i>Análisis económico en profundidad</i>	64
7.5. <i>Otros Aspectos a Considerar</i>	65
7.6. <i>Análisis de la Oferta de Financiación</i>	65
8. Mantenimiento energético	66
8.1. <i>Subsectores de hilados y tejeduría.</i>	66
8.2. <i>Subsector de ennoblecimiento.</i>	67
8.3. <i>Operaciones de proceso y planta</i>	68
8.4. <i>Alumbrado y fuerza</i>	68

9. Formación del personal	68
9.1. <i>Instalaciones de generación de calor</i>	69
9.2. <i>Instalaciones electromecánicas</i>	70
10. Organización empresarial	70
10.1. <i>El comité de energía</i>	70
10.2. <i>El coordinador de energía</i>	71
10.3. <i>Funciones del inspector</i>	71
10.4. <i>Presentación de los resultados</i>	72
11. Programas de ahorro	72
12. Interrelaciones empresariales	73
Anexos	
I Bibliografía y fuentes de información	74
II Unidades y equivalencias	75
III Definiciones	77
IV Combustibles y características	78
V Legislación	80

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Producción Interior de energía primaria (ktep)	14
2. Consumo de energía final por fuentes en Castilla y León (ktep).	16
3. Participación en el consumo de energía por provincias.	16
4. Distribución de empresas en el sector de cabecera de la industria textil según la rama de actividad.	20
5. Proceso productivo: Hiladura.	21
6. Bobinadora.	22
7. Proceso productivo: Tejeduría.	23
8. Tejeduría.	23
9. Proceso productivo: Ennoblecimiento.	24
10. Operación de lavado y blanqueo.	26
11. Autoclave	28
12. Programación de la operación de secado	30
13. Ramel de secado.	30
14. Distribución de la energía en el proceso de secado con vapor	31
15. Distribución funcional del consumo de energía en las actividades de hiladura y tejeduría	32
16. Distribución funcional del consumo de energía en las actividades de ennoblecimiento	33
17. Distribución de vapor.	34
18. Comparación sistema convencional y cogeneración	46
19. Ejemplo 1: Cogeneración.	51
20. Ejemplo 2: Cogeneración.	54
21. Ejemplo de recuperación de condensados.	57
22. Ejemplo de utilización de gas en procesos.	59
23. Utilización de quemador de gas en Ramel.	60
24. Ramel de secado.	60
25. Urdimbre.	66
26. Salida del tejido del proceso de tintura	67

ÍNDICE DE TABLAS

1. Distribución del número de empresas en el sector textil por CC.AA. Año 2005	19
2. Consumos específicos en una industria de ennoblecimiento textil, con una producción de 2.475.000 metros de tela al año.	33
3. Tarifas Eléctricas, I.V.A. excluido.	37
4. Tarifa Industrial para el Gas Natural, I.V.A. excluido.	40
5. Ejemplo de Factura de Gas Natural, I.V.A. excluido.	41
6. Sistemas de Contabilidad Energética y Auditoría Contable.	42
7. Niveles de Sistemas Contables.	42
8. Contabilidad energética Nivel 1: Consumo global de una industria de ennoblecimiento textil.	43
9. Contabilidad energética Nivel 2: Consumos en operaciones en una industria de ennoblecimiento textil, con una producción de 2.475.000 metros de tela al año.	43
10. Fases de una Auditoría Energética.	45
11. Ejemplo 1: Cogeneración con motores alternativos de gasóleo. Situación actual.	49
12. Ejemplo 1: Cogeneración con motores alternativos de gasóleo. Situación al cogenerar.	49
13. Ejemplo 2: Cogeneración con motores alternativos de gas natural. Situación actual.	52
14. Ejemplo 2: Cogeneración con motores alternativos de gas natural. Situación al cogenerar.	52
15. Ejemplo: Recuperación de condensados en la caldera de vapor.	55
16. Cuadro de Soporte para la Evaluación Preliminar de las Mejoras.	62
17. Análisis Económico de la optimización de la Combustión.	63
18. Sistema Internacional de Unidades.	75
19. Unidades de Uso Común.	76
20. Relación entre las Principales Unidades de Energía, Trabajo o Cantidad de Calor.	76
21. Combustibles líquidos. Fuelóleo nº 1 y Fuelóleo nº 1 BIA	78
22. Combustibles líquidos. Gasóleo C.	78
23. Combustibles gaseosos. Gas Natural.	78
24. Combustibles gaseosos. Propano.	79
25. Combustibles gaseosos. Butano.	79

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 Española de Eficiencia Energética, 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.

Por todo ello, el objeto de esta publicación es definir y ayudar a llevar a cabo la gestión energética en el Sector Textil, así como facilitar las estructuras soporte para desarrollarla, de forma que éstas tengan validez y sean susceptibles de ser utilizadas por todos los industriales del sector.

Para el desarrollo de este documento, el primer esfuerzo se ha concentrado en estudiar las características de los consumos, el conocimiento y aplicación de técnicas de ahorro energético, los modelos de gestión aplicados, etc. de cinco empresas de la Comunidad de Castilla y León. En ningún momento se ha pretendido que la muestra estudiada sea representativa desde el punto de vista estadístico.

Así mismo, se han consultado datos de estudios y encuestas que sobre el tema han llevado a cabo organismos públicos y privados (Comisión de las Comunidades Europeas, MINER, Dirección General de la Energía, etc.).

Es importante agradecer la colaboración prestada por las empresas del sector y las personas entrevistadas, gracias a su esfuerzo y a la atención prestada ha sido posible la realización de este trabajo, en concreto:

- Textil Navazo, S.A.
- Hijos de Rafael Diaz, S.A. (Hilatura).

- Hijos de Rafael Díaz, S.A. (Tejeduría).
- Fabril Sadera S.A.
- Arifil, S.A.

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, contando con 26,6 habitantes/km², frente a la media nacional de 87,4 habitantes/km².

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 Valladolid¹.

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:

1 Servidor web del Instituto Nacional de Estadística: www.ine.es (consulta: julio 2004): Contabilidad Regional de España.

- 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- adoptados 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 presentará, de forma resumida, la situación actual de los mercados energéticos, sus tendencias y la influencia de las mismas en el futuro del Sector Textil 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 en 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 CO₂ (principal causante del efecto invernadero),

SO₂ y NO_x (causantes de la lluvia ácida) es una de las acciones de carácter medioambiental a la que más recursos se están dedicando, adoptando medidas tales como²:

- 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)

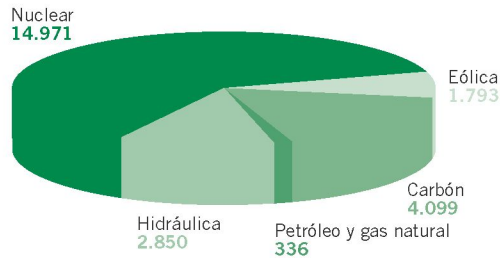


Figura 1. Producción Interior de Energía Primaria (ktep).

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

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% anual³ 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.

² Plan de Energías Renovables en España.

³ Fuente Plan Energético Nacional

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%)⁴. 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 MWh⁵.

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 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 nacional⁶.

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)

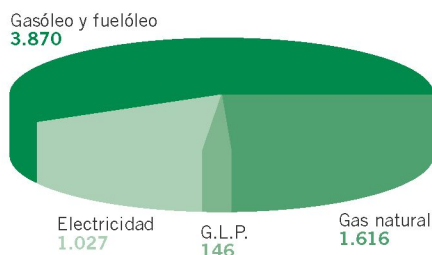


Figura 2. Consumo de Energía Final por Fuentes en Castilla y León (ktep).

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

4 Fuente: Estadística energética de Castilla y León.

5 Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

6 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%)⁷.

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%)⁸.

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 nacional⁹.

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.

Participación en el consumo de energía por provincias

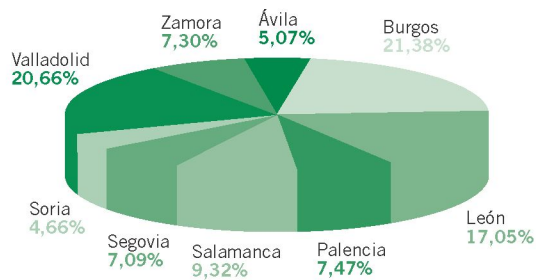


Figura 3. Participación en el Consumo de Energía por Provincias.

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.

⁷ Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

⁸ Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

⁹ Fuente: Estadística Energética en Castilla y León. Resumen Anual, 2005.

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 m³/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 movilizaran 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 m³/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 m² 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.

CCAA	TOTAL	%
Andalucía	2.955	9,97
Aragón	861	2,91
Asturias	330	1,11
Baleares	526	1,77
Canarias	290	0,98
Cantabria	127	0,43
Castilla La Mancha	1.867	6,30
Castilla y León	1.004	3,39
Cataluña	8.050	27,15
Comunidad Valenciana	6.620	22,32
Extremadura	215	0,72
Galicia	1.786	6,02
La Rioja	480	1,62
Madrid	2.834	9,56
Murcia	757	2,55
Navarra	255	0,86
Pais Vasco	686	2,31
Ceuta y Melilla	9	0,03
TOTAL	29.652	100

Tabla 1. Distribución del número de empresas en el sector textil por CC.AA. Año 2005.

Fuente: Elaboración propia.

1.5. INTRODUCCIÓN SECTORIAL

El Sector Textil en la Unión Europea engloba un extenso número de industrias de cabecera y confección. De acuerdo con el sistema de clasificación de actividades económicas en España, CNAE revisión 1, la industria de cabecera se puede subdividir en los siguientes subsectores:

- Hilatura (CNAE 17.1).
- Tejeduría (CNAE 17.2).
- Ennoblecimiento. (CNAE 17.3).

Constituyen el objeto de este **Plan de Asistencia Energética en el Sector Textil** las actividades de cabecera del sector textil, hilatura, tejeduría y ennoblecimiento (tintes, aprestos y acabados).

Es evidente que los procesos de una industria de hilado son técnicamente muy diferentes a los de una de tintura y acabados. De tal modo, que actualmente no es nada habitual que una fábrica cubra todas las actividades, desde la recepción de las materias primas hasta la distribución del producto final.

En la Comunidad Autónoma de Castilla y León, el sector textil posee un pequeño peso específico y con una tendencia a la regresión en los últimos años. La provincia de Salamanca posee el mayor grado de especialización, concentrado en el núcleo industrial de Béjar.

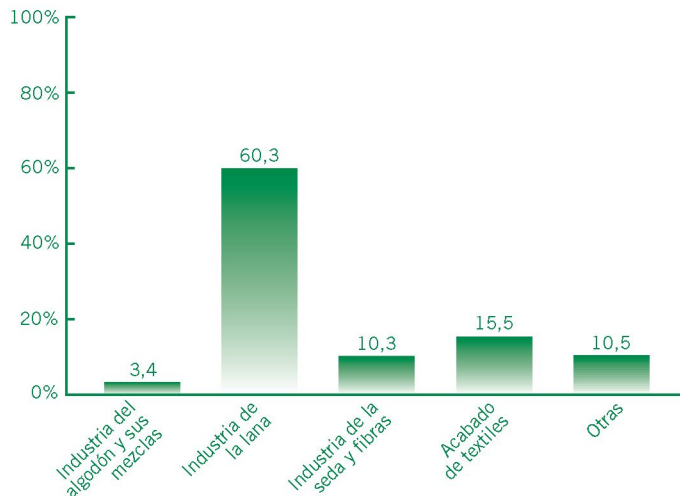


Figura 4: Distribución de empresas en el sector de cabecera de la industria textil según la rama de actividad.

Fuente: Elaboración propia.

El 38% de las empresas del sector de cabecera se encuentran en la provincia de Salamanca y, en especial, en el núcleo industrial de Béjar, que constituye el principal centro lanero no catalán del país.

En general, el nivel tecnológico de las industrias es bastante aceptable. El buen mantenimiento que se realiza de las antiguas instalaciones de lavado hace que éstas alcancen adecuados estándares de calidad. Las industrias más importantes de hilaturas están realizando importantes renovaciones de

maquinaria, las tejedurías poseen un buen nivel tecnológico con recientes adquisiciones de telares de última generación y las industrias de ennoblecimiento se encuentran en continua innovación, con importantes inversiones en maquinaria para tratamientos especiales, de acuerdo con la demanda del sector.

1.6. PROCESOS PRODUCTIVOS

Hilatura

Las fibras utilizadas en la elaboración de hilos pueden ser de origen natural (algodón, lana, seda, fibras largas vegetales, pelos, etc.) o bien de origen artificial o químico (acrílicas, poliéster, rayón, poliamida, etc.). Las especiales características de cada una de las fibras empleadas, con unos valores muy dispares en parámetros tan decisivos como son finura, longitud, resistencia y naturaleza física, comportamiento a los agentes externos, químicos, etc., dan lugar a unas tecnologías distintas y a unos procesos productivos con personalidad propia para cada grupo de ellas con propiedades afines.

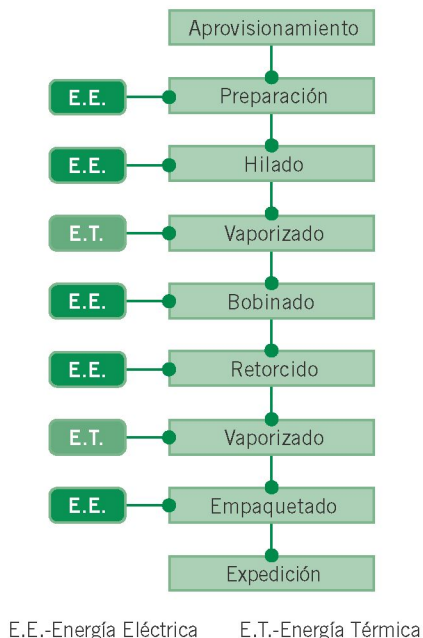


Figura 5: Proceso productivo: Hiladura.

Fuente: Elaboración propia.

En la actividad de hilatura se pueden distinguir hasta siete subactividades claramente diferenciadas que constituyen procesos productivos con entidad propia: subactividades de algodón (sólo o mezclado con fibras químicas), lavado y peinado de lanas, lana peinada (sola o mezclada con fibras químicas), proceso de semi-estambre, hilatura de carda, hilatura de fibras largas vegetales y proceso convertidor de fibras químicas de cable a mecha.

En el proceso de hilatura algodónera hay tres sistemas correspondientes cada uno de ellos a la obtención de los productos denominados hilo peinado, hilo cardado e hilo open-end.

El lavado y peinado de lanas es una fase previa y necesaria para la hilatura de estambre. En ésta, se parte de la lana peinada o sus mezclas con fibras químicas hasta llegar a la obtención de hilos crudos o hilados que se pueden utilizar a uno o más cabos.

La hilatura de semi-estambre se caracteriza por la obtención de hilos de gama media y gruesa que no precisan de la fase del peinado.

La subactividad de hilatura de carda opera fibras de muy distinta índole y generalmente de longitud corta, diferenciándose del resto de las subactividades por el reducido número de fases necesarias para la obtención del hilo.

En el proceso productivo de hilatura de fibras largas vegetales, la característica más destacable es el tratamiento de dos tipos de fibras (hilatura y estopa), que conducen, una a la obtención de gamas de hilos finos y gruesos, y la otra a hilos medios y gruesos. Otra peculiaridad es la existencia de hilatura en seco o en mojado.

Con objeto de facilitar el análisis posterior de las unidades básicas de proceso y los equipos de mayor consumo energético, se presenta en este estudio un diagrama general de esta actividad que puede considerarse común a todas las actividades de hilatura.

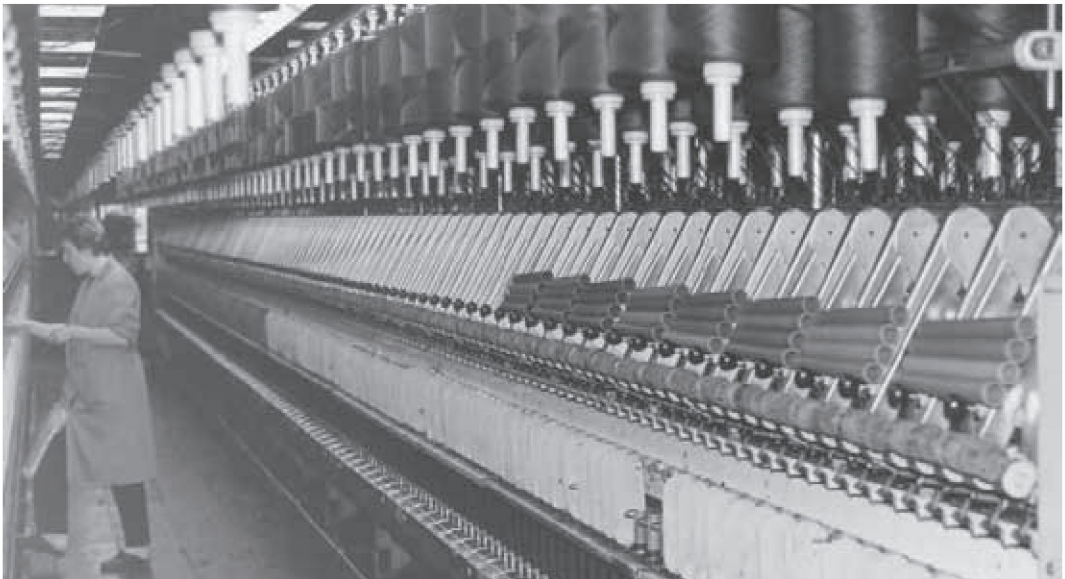


Figura 6: Bobinadora.

Fuente: Gentileza de Hijos de Rafael Díaz, S.A.

Tejeduría

En la actividad de tejeduría podemos distinguir entre tejidos de novedad y tejidos de empesas.

La característica principal de la obtención de tejidos de novedad es la fabricación de telas con hilos previamente tintados, con formación de dibujos y motivos en su superficie.

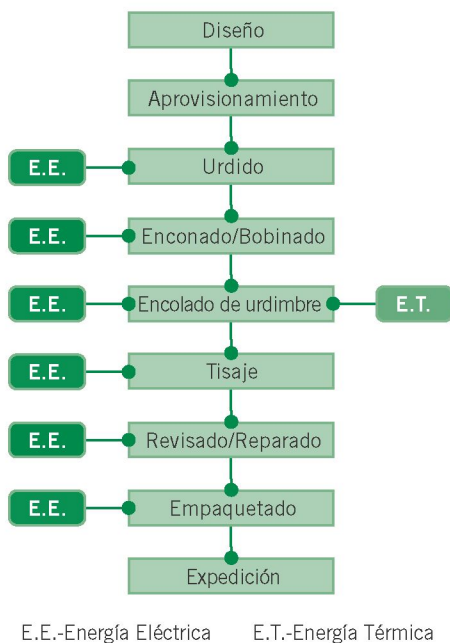


Figura 7: Proceso productivo: Tejeduría.

Fuente: Elaboración propia.

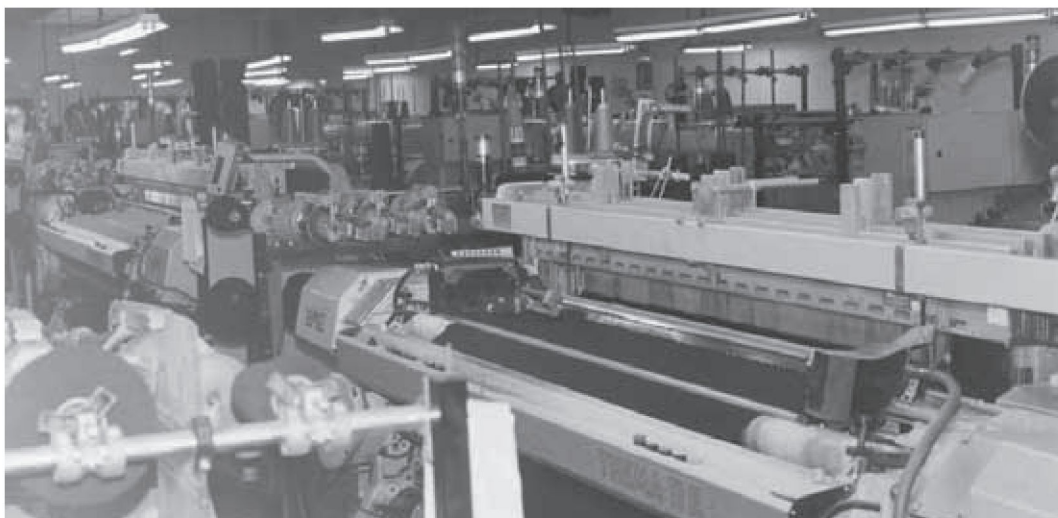


Figura 8: Tejeduría.

Fuente: Gentileza de Hijos de Rafael Díaz, S.A.

La tejeduría de empresa está orientada a la fabricación de telas lisas. Estos tejidos lisos utilizan hilos sin más preparación previa que la necesaria para el proceso de tisaje y normalmente sin efectos especiales en su superficie. Su finalidad principal es soportar estampados, acabados, tintados en pieza,

etc. Los telares suelen ser bastantes simples, llevando a lo máximo dos selectores de trama y máquinas de ligar y excéntricas o máquinas con dispositivos especiales.

Aunque la maquinaria empleada en los dos procesos está actualmente muy tecnificada, las fases de producción continúan siendo básicamente las mismas desde hace siglos. En lo que se refiere a los consumos energéticos, a continuación se presenta un esquema del proceso productivo.

Ennoblecimiento

La complejidad del proceso de ennoblecimiento textil, dado que debe referirse tanto a hilados como a tejidos y a prendas, compuestos de muy diversas fibras textiles, y con gran variedad de tecnologías en función de los objetivos que se persigan, origina múltiples diagramas de proceso según las diversas variantes de hilados, tejidos, estampaciones y recubrimientos.

Se presenta a continuación un diagrama de proceso general para la actividad de ennoblecimiento de tejidos, ya sean de algodón, lino, rayón, lana, o poliéster.

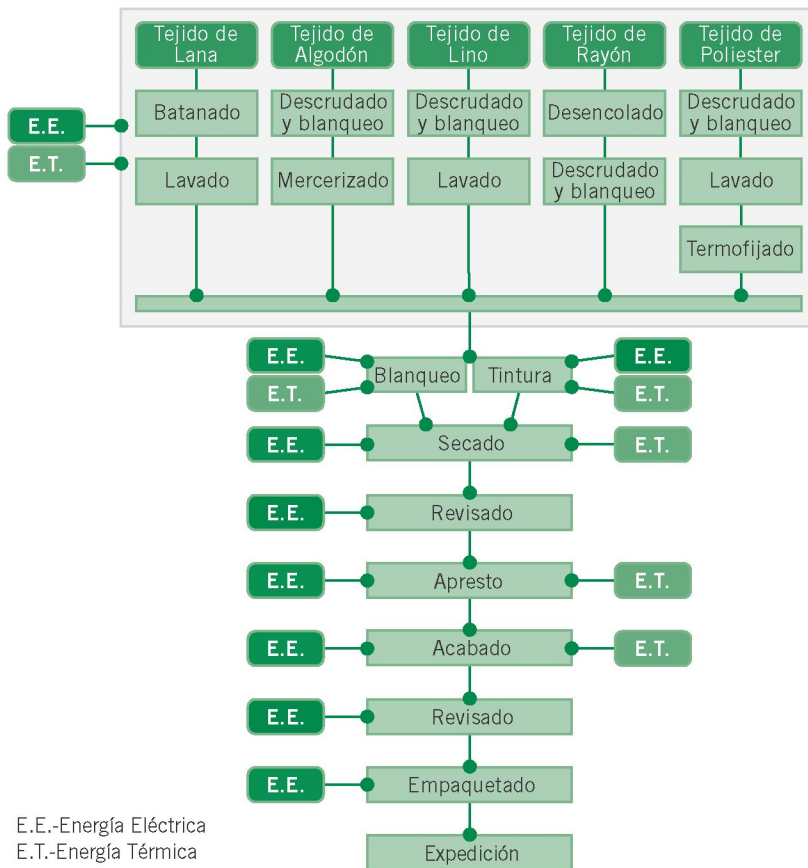


Figura 9: Proceso productivo: Ennoblecimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Cada proceso de ennoblecimiento lo podemos dividir en tres fases:

Preparación del producto

Consiste en eliminar los restos de sustancias no deseables que contienen las fibras o que se han incorporado en las fases anteriores de fabricación. Entre las operaciones de preparación destacan:

- **Batanado:** es un tratamiento mecánico de agitación del tejido en un baño neutro o ácido que provoca el encogimiento de los tejidos de lana.
- **Descrudado:** con esta operación se reducen las ceras y pigmentos de las fibras.
- **Blanqueo:** se hace desaparecer la coloración que pueda tener la fibra.
- **Descolado y descrudado:** consiste en la eliminación de las colas y aprestos incorporados para facilitar el tisaje del tejido.
- **Mercerizado:** El tejido se hace pasar por una solución fría de sosa cáustica, mientras el tejido se mantiene en tensión. La acción tiene lugar en un tiempo entre uno y tres minutos y, posteriormente, se realiza un aclarado y lavado con agua, una inmersión en ácido y un lavado final en agua.

Tinte

Es el proceso por el cual una materia textil, puesta en contacto con una solución de un colorante, absorbe este colorante.

Acabado

Es la operación para dotar al tejido de una tonalidad, brillo y textura determinada, o para fijar los tintes previamente aplicados. En estos tratamientos pueden aplicarse distintos productos para realizar las propiedades naturales de los tejidos o conferirles otras que en sí mismos no posean (ignífugo, oleófujo, etc.).

1.7. CONSUMOS ENERGÉTICOS

Debido a la cantidad de operaciones que se realizan en las industrias de hilatura y tejeduría, y a la existencia de diversos equipos específicos por operación, que atienden al tipo de fibras, características de los productos, grado de mecanización de la producción, tamaño de las series, etc., tanto el rendimiento como los consumos energéticos de los mismos varían enormemente, haciendo imposible realizar un análisis específico. Por el contrario, en el sector de ennoblecimiento, aunque existen gran diversidad de operaciones, es posible realizar un breve análisis de las principales operaciones desde el punto de vista de consumos energéticos: lavado y blanqueo, tintura y secado.

Lavado y blanqueo

En el sector de ennoblecimiento textil se lleva a cabo una gran cantidad de procesos de lavado, tanto en los procesos de tratamiento previo, como el descolado, el descrudado, el mercerizado, como después de los procesos de tintura y estampación.

Desde el punto de vista energético, todos estos procesos pueden considerarse como un paso continuo del material textil a través de distintos tanques de lavado, que funcionan a temperaturas y con flujos de agua diferentes.

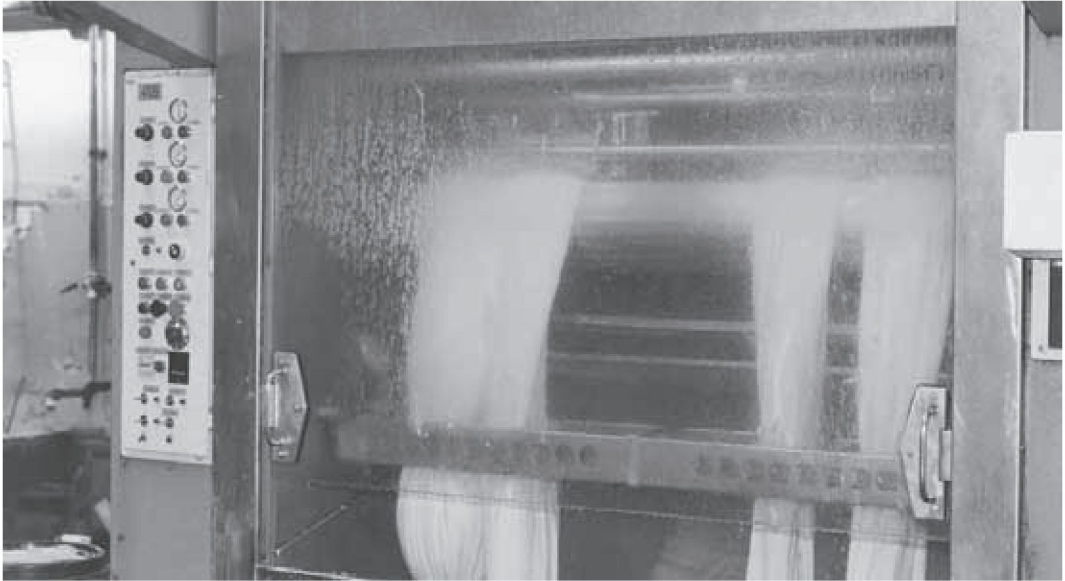


Figura 10: Operación de lavado y blanqueo

Fuente: Gentileza de Textil Navazo, S.L.

El rendimiento o la eficiencia del lavado depende de:

- la velocidad a la que el material textil discurre por la máquina,
- el caudal de agua,
- las características del material textil y los productos que se deben eliminar del tejido,
- la temperatura del agua.

Al aumentar la temperatura del líquido de lavado, mayor es la cantidad de impurezas que se elimina, debido, principalmente, a la reducción de la viscosidad y al incremento de la velocidad de difusión. La mayoría de los procesos de lavado deben realizarse a temperaturas relativamente altas para conseguir un ritmo de producción económicamente aceptable. Cuando el lavado se realiza a temperaturas altas, el flujo de agua necesario suele ser menor, aunque a temperaturas superiores a 95 °C las pérdidas por vapor pueden ser considerables.

En una industria de ennoblecimiento textil, el consumo energético en el proceso de lavado puede variar entre 0,1 y 0,05 kWh por metro de tela elaborada y un consumo de vapor entre 2 y 3 kg/h por metro, según se trate de una maquinaria antigua o moderna.

El aspecto energético más importante en estos procesos es la pérdida de vapor que se produce y que depende en gran medida del tipo de máquina empleada. La maquinaria moderna, completamente cerrada, reduce al mínimo estas pérdidas.

Por ejemplo, en un proceso de lavado compuesto por seis tanques a una temperatura de lavado de 95 °C que funcionan durante 2.000 h/año, el consumo energético por las pérdidas en el vapor puede variar entre 4.200 MJ/h, si la máquina es antigua y abierta entre tanques de lavado, y los MJ/h si la máquina de lavado es moderna y completamente cerrada.

Tintura

El sistema de tintura está constituido por una fase líquida y una fase sólida. La primera comprende la dispersión o solución de los colorantes y auxiliares químicos, y la segunda está formada por el material textil (fibra en rama, mecha, hilo o tejido).

Una de las características más importantes es la relación entre el volumen de la fase líquida y la masa de material textil, relación que se conoce como “relación de baño”. El valor de esta relación suele oscilar entre 3:1 y 60:1 (l/kg.). Desde el punto de vista del consumo energético, es más ventajoso emplear las relaciones de baño más bajas posibles. En el proceso de tintura intervienen tanto la energía eléctrica como la térmica. La energía térmica se puede obtener de varias formas: vapor (directo o indirecto), agua caliente a gran presión o suministro directo de agua caliente al proceso. Por otro lado, la energía eléctrica es necesaria para generar la fuerza que se necesita para poner en funcionamiento la máquina.

La energía térmica de la operación de tintura se utiliza para varias funciones:

- Calentamiento del baño de tintura.
- Calentamiento del material textil.
- Calentamiento de los componentes metálicos de la máquina, como, por ejemplo, bombas, válvulas, conductos y portamaterias.
- Compensación de las pérdidas por radiación y convección natural.

La energía eléctrica se utiliza para realizar el movimiento del baño y/o del material textil. La mayor parte del consumo de electricidad de la máquina de tintura se convierte en una fuente de calor para la máquina de tintura (un 70%, aproximadamente).

Los procesos de tintura pueden suponer un consumo entre 0,1 y 0,05 kWh por metro de tela tratada, y un consumo de vapor entre 1 y 0,5 kg/h por metro de tela.

La operación de tintura se realiza en diferentes equipos consumidores de energía, siendo los principales los siguientes: Jets, Jiggers, Autoclaves y Foulards.

Jets

Con esta denominación se agrupa los diferentes modelos de máquinas empleadas en la tintura de tejido en cuerda y que superan en rendimiento a los tradicionales torniquetes.

El procedimiento de tintado se efectúa en una máquina abierta o cerrada, con circulación del baño de forma simultánea y en el mismo sentido que el tejido. Generalmente, el material en cuerda es arrastrado por la solución tintora que, impulsada por una bomba a través de una tobera, crea un flujo que impregna y desplaza el tejido en la máquina.

Actualmente, estos equipos están provistos de una unidad de control conectada a un ordenador. La precisión en regulación que se obtiene gracias a la aplicación del control electrónico permite una mayor productividad, garantizando un número inferior de operaciones y una mayor calidad del producto.

Las máquinas jet se construyen con cubeta abierta, para temperatura igual o inferior al punto de ebullición del agua, o en versión cerrada para operar a elevada temperatura. Permiten procesar cualquier tipo de fibra, pero son especialmente apropiados para la tintura de tejidos en poliéster.

Jiggers

Los jiggers son máquinas que se utilizan para efectuar tratamientos en húmedo, tintura fundamentalmente. Esta máquina dispone de dos cilindros. En uno de ellos se dispone el textil convenientemente enrollado. Los cilindros son accionados por un equipo motor que hace que el artículo se vaya desenrollando y que circule a través de una cubeta que contiene la solución tintórea, para enrollarse en el cilindro opuesto.

El tejido retiene una determinada cantidad de solución durante el tiempo que dura el enrollado y el colorante que contiene se ira fijando a la fibra; finalmente, es invertido el sentido de giro y el tejido vuelve a ser sumergido en la solución.

Los jiggers estancos permiten obtener un mayor aprovechamiento energético. Así, frente a los abiertos, los estancos necesitan una menor relación de baño que puede representar una reducción del consumo de energía en un 50%.

Los equipos incorporan dispositivos electrónicos de control y regulación automática de la velocidad y tensión del tejido, constante durante todo el proceso y ajustable según el tipo de artículo, hecho que garantiza un tintado uniforme.



Autoclaves

Las autoclaves son máquinas en las cuales la materia textil está estanca y la solución tintórea está en movimiento. Esencialmente, todas las autoclaves disponen de un recipiente metálico que contiene la solución de tinte, en el que se introduce el portamaterial con la materia textil a teñir. El fluido, impulsado por una bomba, atraviesa el material y efectúa la transferencia de colorante a la fibra.

Las autoclaves permiten efectuar tinturas a elevada temperatura, superior a 145 °C, y relaciones de baño del orden de 1:12 o más.

Las autoclaves se emplean en la tintura de materiales textiles que por su constitución pueden resultar perjudicados si se someten a una elevada agitación.

Figura 11: Autoclave.

Fuente: Gentileza de Textil Navazo, S.L.

Foulards

El foulard es una maquina empleada en la tintura continua. Permite impregnar una materia textil de una solución que contiene determinados compuestos químicos, según el fin que se persiga, y posteriormente eliminar una parte de la solución impregnada mediante escurrido entre dos cilindros. En general, se emplea el foulard, además de en los procesos de tintura, en las operaciones de preparación para el ennoblecimiento (desencolado, blanqueado, etc.).

Desde el punto de vista energético, nos interesa analizar el foulard como elemento de extracción mecánica del agua. La parte más importante de un foulard es el diseño y constitución de los cilindros encargados de escurrir el tejido, ya que es absolutamente necesario que la presión del escurrido sea constante en toda la superficie del cilindro para obtener una impregnación uniforme. Normalmente, los cilindros son de acero recubiertos de goma sintética.

La utilización del foulard de alto rendimiento permite una aplicación de presión uniforme, con una media de escurrido superior al 40% de los foulards convencionales. La impregnación se realiza en una relación de baño abundante para posteriormente escurrir el tejido hasta una humedad final que oscila entre 40 y el 80%. Esta cantidad de agua, que actúa como agente portador de los productos químicos, es eliminada por evaporación.

Constantemente están apareciendo novedades en este campo que, bajo la denominación conjunta de aplicaciones mínimas de baños, ofrecen la posibilidad de reducir notablemente el consumo energético en los procesos de secado y tratamientos térmicos posteriores a la impregnación.

Estas aplicaciones en continuo pueden efectuarse mediante diferentes métodos (aplicación de espuma, transferencia de baño por contacto, pulverización, etc.) que permiten en muchos casos mejorar la calidad de los productos y presentan el interés de poder efectuar impregnaciones diferentes a doble cara, ampliando así el campo de aplicación.

Secado

Después de los procesos húmedos, la operación más importante desde el punto de vista energético es el secado del tejido. En función de si el material se procesa en fibra, hilo, tejido o punto, los productos son tratados de forma distinta y el promedio de secados y su incidencia en el consumo total de energía es diferente.

Aunque las secadoras que se emplean varían en función de los elementos textiles tratados (secado continuo o discontinuo, por convección, por contacto, por infrarrojos, etc.), todas ellas presentan una característica común: emplean el aire para extraer el agua evaporada del material.

En el proceso textil de las industrias de Castilla y León, el secado de los tejidos tiene lugar en las máquinas denominadas "rames". En ellas se hace circular aire caliente sobre la superficie del tejido para evaporar la humedad, hasta lograr el nivel de humedad deseado en la salida.

En un rame de aire caliente, el aire circula a lo largo y ancho del tejido, que se desplaza hacia adelante estando sujeto por dos cadenas móviles continuas. El calentamiento puede obtenerse del vapor (el rendimiento térmico sólo es del 64%, pero la temperatura puede regularse fácilmente), o de aceite térmico (rendimiento del 80%; este sistema se utiliza especialmente cuando la máquina contiene una sección de termofijado, donde deben alcanzarse temperaturas muy elevadas), o incluso por combustión de gas directo (con un rendimiento de hasta el 95%).

En una industria de ennoblecimiento textil el consumo de las máquinas de secado puede variar entre 0,1 y 0,3 kWh de energía eléctrica (ventilación interna, extracción del aire y transporte del material) y un consumo de vapor entre 1,5 y 2,5 kg/h por metro de tela tratada.



Figura 12: Programación de la operación de secado.

Fuente: Gentileza de Febril Sedera, S.A.

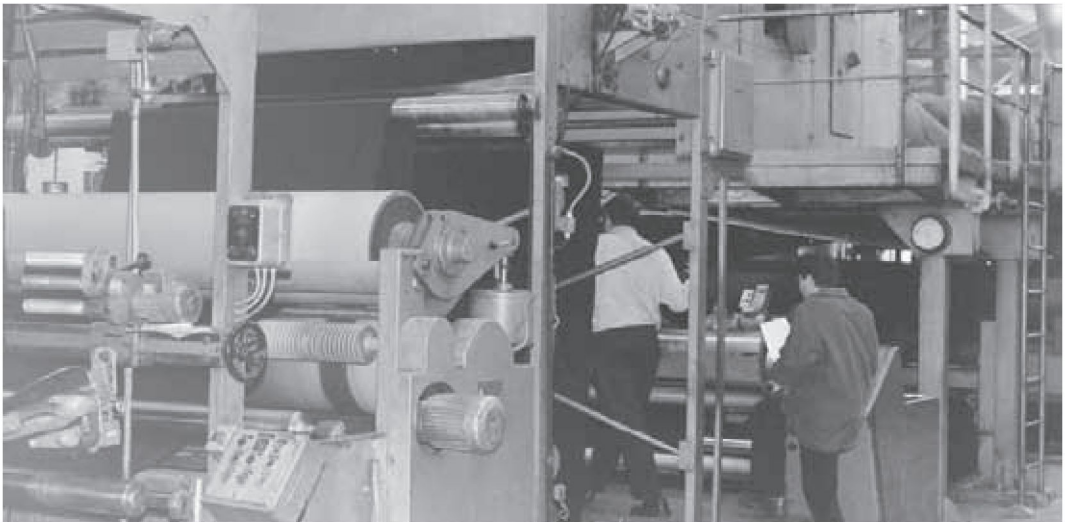


Figura 13: Ramel de secado.

Fuente: Gentileza de Textil Navazo, S.L.

El factor determinante en el diseño y en la gestión energética de un rame de secado es su consumo de energía térmica, generalmente expresado en kJ/kg de agua evaporada.

Al considerar todo el proceso, empezando por el combustible de la caldera, y suponiendo que se utilice vapor para calentar el aire, el equilibrio general de energía quedaría ilustrado, aproximadamente, con la siguiente figura.

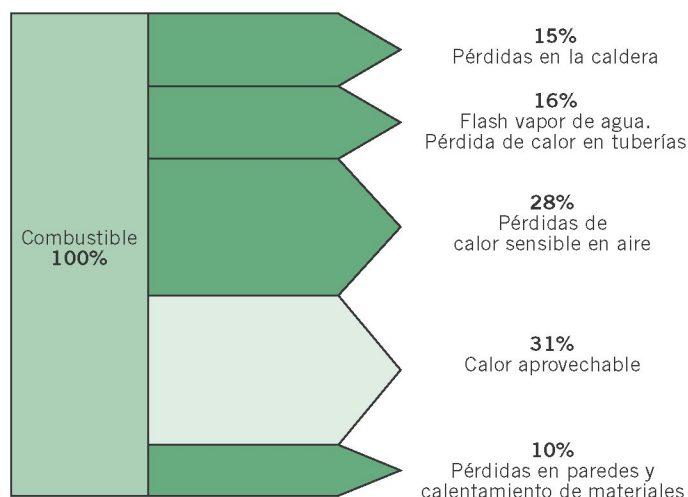


Figura 14: Distribución de la energía en el proceso de secado con vapor.

Fuente: Elaboración propia.

El calor útil (el calor que se utiliza directamente para evaporar la humedad del tejido) sólo representa el 31% del total del consumo energético.

Si analizamos el consumo energético, tan solo en el ámbito de la máquina secadora, nos encontramos con cuatro consumos:

- El calentamiento del tejido (aunque sea pequeño).
- La pérdida por las paredes de la máquina.
- El calor (seco) del aire caliente que se elimina en la ventilación.
- El “calor útil” que se emplea para evaporar el agua.

El calentamiento del aire y el calor que se utiliza para evaporar el agua del tejido supone aproximadamente el 90% del calor total que consume la secadora, representando el otro 10% las pérdidas en la máquina.

Para obtener el máximo partido al rendimiento energético de un rame de secado, lo más importante es actuar sobre el contenido de humedad del aire en la ventilación, así como en la temperatura del mismo.

Si el aire es muy seco en la salida, el consumo unitario aumenta rápidamente. En la práctica, esto sucede con frecuencia en las instalaciones mal reguladas, y por este motivo suele ser necesario reducir el volumen de entrada de aire.

Los fabricantes de rames diseñan su maquinaria asumiendo la evaporación de unos 10 m³ de agua/kg, que corresponde aproximadamente a los valores óptimos para la humedad del aire de salida (entre 100 y 150 gramos de agua por kg de aire seco, en función de la temperatura).

1.8. DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE LA ENERGÍA

Los imperativos del mercado, con una demanda muy diversificada, hacen que la industria textil tenga que fabricar una amplia gama de productos a partir de diversas materias primas. Esto hace que sea necesaria la utilización de diversas tecnologías, procesos y planteamientos productivos dependiendo de la fibra que se trabaje (algodón, lana, sintética) y del producto fabricado.

La energía se utiliza principalmente en forma mecánica para accionamiento de máquinas y en forma térmica para proceso y acondicionamiento de locales. La cantidad total de energía, así como la proporción de una y otra forma, es variable según el subsector de que se trate.

La incidencia de los costes energéticos es distinta según sea la etapa del proceso de fabricación. En realidad, sólo en la fase final del proceso de fabricación (ennoblecimiento) el consumo de energía, bajo la forma de calor, pueden llegar a representar hasta el 15% de los costes totales de fabricación.

Los consumos específicos de energía medios del sector en las principales operaciones textiles son:

- Hilados y Tejidos: 0,5579 tep/t.
- Ennoblecimiento: 0,7716 tep/t.

La energía térmica es utilizada en los procesos de producción de vapor, calentamiento de aceite térmico, secado, calentamiento de baños y en el chamuscado. La energía eléctrica se consume en las máquinas específicas de cada proceso, tales como batanes, cardas, husos, máquinas de hilado, tejido, etc., así como en los servicios auxiliares.

Se presentan a continuación los diagramas de distribución funcional del consumo de energía para cada proceso productivo. Con estos diagramas el responsable energético de la instalación puede identificar fácilmente los usuarios primarios de energía a los que se debe prestar especial atención en la planificación de un programa de ahorro energético.

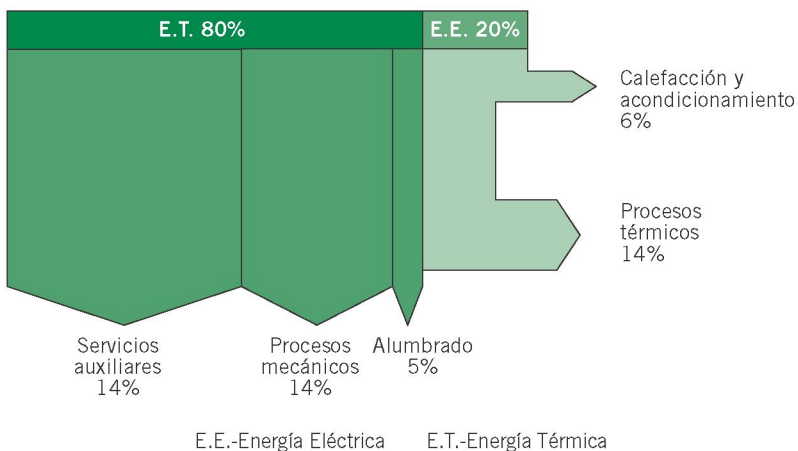


Figura 15: Distribución funcional del consumo de energía en las actividades de hilatura y tejeduría.

Fuente: Técnicas energéticas en la industria textil. Centro de Estudios de la Energía, Ministerio de Industria y Energía. Elaboración propia.

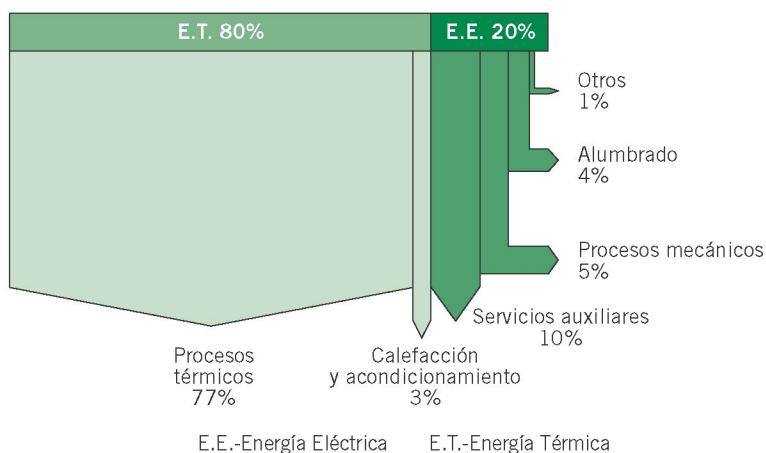


Figura 16: Distribución funcional del consumo de energía en las actividades de ennoblecimiento.

Fuente: Técnicas energéticas en la industria textil. Centro de Estudios de la Energía, Ministerio de Industria y Energía. Elaboración propia.

A continuación se muestran desglosados por energía eléctrica y energía térmica los consumos específicos para una industria tipo del sector de ennoblecimiento textil.

CONSUMO ESPECÍFICO	ENERGÍA ELÉCTRICA		ENERGÍA TÉRMICA (VAPOR)	
	kWh por m de tela elaborada	%	kWh por m de tela elaborada	%
Alumbrado	0,044	6,44		
Lavaderos de lana	0,039	5,71	1,0876	13,83
Equipos auxiliares	0,110	16,11		
Tintura	0,063	9,22	0,8374	10,65
Lavadoras	0,089	13,03	2,6146	33,24
Batanadoras	0,019	2,78		
Foulard	0,010	1,46		
Secadoras	0,186	27,23	1,5751	20,02
Tundidoras	0,024	3,51		
Desmotadoras	0,012	1,76	0,5748	7,31
Perchas	0,055	8,05		
Decatizadoras	0,017	2,49	0,9120	11,59
Prensas	0,005	0,73	0,2641	3,36
Varios	0,010	1,46		
TOTAL	0,682	100,00	7,8657	100,00

Tabla 2: Consumos específicos en una industria de ennoblecimiento textil, con una producción de 2.475.000 metros de tela al año.

Fuente: Elaboración Propia.

El vapor de agua es el fluido más utilizado en los procesos de ennoblecimiento textil ya que interviene en las fases de preparación, blanqueo, tintura, estampación y acabado.

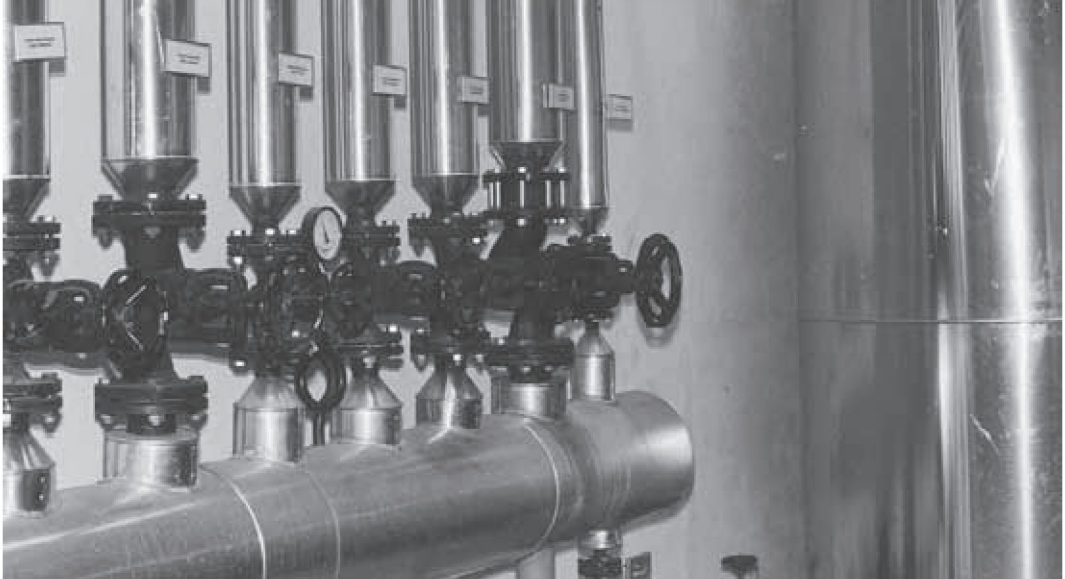


Figura 17: Distribución de vapor.

Fuente: Gentileza de Febril Sedera S.A.

2. OBJETIVOS

El Plan de Asistencia Energética en el Sector Textil 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 Sectorial 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 ENERGÉTICO**, que, apoyada en el cuidado y mantenimiento de las instalaciones, consigue 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

En este capítulo se describen las principales alternativas energéticas y los criterios para la selección de las energías más adecuadas, sus precios y otros aspectos a considerar en la contratación de suministro de las mismas.

Es necesario considerar las características particulares de los diferentes productos energéticos para optimizar la compra de acuerdo con el uso del mismo, así como considerar los desechos energéticos propios, que también influirán en la compra del producto más idóneo para su aprovechamiento.

3.1. 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 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.

3.2. 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.

3.3. 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.
 - Conocimiento de los stocks.
 - Lanzamiento adecuado de los pedidos.
 - Comprobación de la cumplimentación del pedido.
 - Información de los diferentes departamentos implicados.
 - Conocimiento de las tarifas y selección de la más adecuada.
 - Negociación de las condiciones de contratación.
- Seguimiento de la idoneidad de la contratación.

3.4. ELECTRICIDAD

Términos principales de la factura eléctrica

En la tabla 3 se muestra la relación de tarifas eléctricas básicas aplicables con los precios de sus términos de potencia y energía según el RD 871/2007.

La facturación puede expresarse de forma aproximada por:

$$P_{ec} = k_i P_f + k_c E_i$$

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.

TARIFAS Y ESCALONES DE ALTA TENSIÓN	TÉRMINO DE POTENCIA <i>T_p: € / kW mes</i>	TÉRMINO DE ENERGÍA <i>T_e: € / kWh</i>
TARIFAS GENERALES		
<i>Corta utilización</i>		
1.1 General no superior a 36 kV	2,315084	0,079771
1.2 General mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	2,189345	0,074902
1.3 General mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	2,115381	0,072693
1.4 Mayor de 145 kV	2,056211	0,070257
<i>Media utilización</i>		
2.1 No superior a 36 kV	4,786429	0,073112
2.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	4,526297	0,068448
2.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	4,377649	0,066459
2.4 Mayor de 145 kV	4,266164	0,064318
<i>Larga utilización</i>		
3.1 No superior a 36 kV	12,770703	0,060824
3.2 Mayor de 36 kV y no superior a 72,5 kV	11,941728	0,057268
3.3 Mayor de 72,5 kV y no superior a 145 kV	11,575784	0,055059
3.4 Mayor de 145 kV	11,224775	0,053557

Tabla 3: Tarifas eléctricas, I.V.A. excluido.

Fuente: RD 871/2007.

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 $0,85P_c < P < 1,05P_c$, entonces $P_f = P$.
- Si $P < 0,85 P_c$, entonces $P_f = 0,85P_c$.
- Si $P > 1,05 P_c$, entonces $P_f = P + 2(P - 1,05 P_c)$.

La facturación será:

Potencia: $P_f \times T_p$.

Energía: $E \times T_e$

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

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

DH= Recargo o descuento en €.

Ew_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 períodos.
- 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.

$$\cos\phi = \frac{Ew}{\sqrt{Ew^2 + Er^2}}$$

$\cos\phi$ = Factor de potencia.

Ew = Energía activa.

Er = Energía reactiva.

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

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

$$\text{Para } 0,95 \geq \cos\varphi \geq 0,90: \quad \text{Kr}(\%) = 0$$

$$\text{Para } \cos\varphi < 0,90: \quad \text{Kr}(\%) = \frac{29,16}{\cos^2\varphi} - 36$$

El valor porcentual de Kr 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 $\cos\varphi$, 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 períodos calurosos (incluidos en la temporada baja) se puede lograr una disminución media anual del coste de la electricidad en torno al 7 por 100.

3.5. 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 textil 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, los combustibles más utilizados son los líquidos (fuelóleo y 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 en la tabla 3 los valores que regían en el mes de diciembre del 2006 para uso industrial.

TARIFAS DE GAS NATURAL	TÉRMINO FIJO		TÉRMINO VARIABLE
Tarifas grupo 2 (4 bar < P ≤ 60 bar)	(€/Cliente)/mes	(€/kWh/día)/mes	€/kWh
2.1 Consumo ≤ 500.000 kW/año	141,06	0,039121	0,022833
2.2 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	141,06	0,039121	0,022821
2.3 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,048163	0,021634
2.4 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,047504	0,022495
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	(€/Cliente)/mes	(€/kWh/día)/mes	€/kWh
2.1 Consumo ≤ 500.000 kW/año	146,17	0,040539	0,023661
2.2 500.000 kW/año < Consumo ≤ 5.000.000 kW/año	149,30	0,041406	0,024154
2.3 5.000.000 kW/año < Consumo ≤ 30.000.000 kW/año	0,00	0,053634	0,024091
2.4 30.000.000 kW/año < Consumo ≤ 100.000.000 kW/año	0,00	0,051256	0,024272
CAUDAL DE CONTADOR	TARIFA DEL ALQUILER		
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		
CAUDAL DE CONTADOR (m³/h)	VALOR MEDIO (€)		
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 4: Tarifa Industrial para el Gas Natural, I.V.A. excluido.

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

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:

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
Total (€)			9.380,29

Tabla 5: 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 tratar 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.

A continuación se exponen algunos de los sistemas de contabilidad energética y auditoría contable aplicables:

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 6: Sistemas de Contabilidad Energética y Auditoría Contable.

Fuente: Elaboración Propia.

Para poner en práctica un sistema contable es necesario cumplimentar una serie de cuadros y soportes en tres niveles diferentes:

NIVELES DE SISTEMAS CONTABLES	
Nivel 1	Comprende datos de carácter específico, pero tomados en lo posible de contadores. Sólo aquellos datos que no puedan medirse por contador serán estimados en base a un criterio adecuado acordado previamente. Representa un sistema de contabilidad bastante perfeccionado. Periodo aconsejado: un mes. Si se observan desviaciones espectaculares en los consumos de dos meses consecutivos, comprobar las posibles anomalías surgidas y contrastar los aparatos de medida.
Nivel 2	Comprende datos de carácter específico, apoyados en los obtenidos en el primer nivel, pero que han sufrido un cierto grado de elaboración. Incluyen gráficos ilustrativos. Se realizan tres sistemas de contabilidad, cada uno apoyado en el anterior: <ol style="list-style-type: none"> 1. Consumos totales y específicos por unidad de consumo. 2. Consumos globales de fábrica. 3. Consumos de energía/producción.
Nivel 3	Este nivel se apoya en los dos anteriores, pero hace intervenir además los costes de la energía.

Tabla 7: Niveles de Sistemas Contables.

Fuente: Elaboración propia.

Se muestran a continuación unos cuadros que pueden servir de ayuda para la realización de la contabilidad por parte del industrial.

MES	ELECTRICIDAD Kwh	COMBUSTIBLES		
		Fuel-oil kg	Gas Propano kg	Otros
Enero	123.600	99.440	6.410	
Febrero	135.600	111.200	7.637	
Marzo	112.800	113.670	6.786	
Abril	156.000	146.045	7.796	
Mayo	164.400	104.230	7.675	
Junio	140.400	87.940	8.354	
Julio	164.400	106.155	4.703	
Agosto	19.080	34.855	2.921	
Septiembre	139.320	71.205	5.041	
Octubre	110.280	107.635	7.200	
Noviembre	125.520	106.300	7.187	
Diciembre	110.400	107.625	6.287	
TOTAL	1.501.800	1.196.300	80.997	

Tabla 8: Contabilidad energética Nivel 1: Consumo global de una industria de ennoblecimiento textil.

Fuente: Elaboración propia.

CENTRO DE CONSUMO	ELECTRICIDAD Kwh/AÑO	ELECTRICIDAD Kwh POR M DE TELA ELABORADA	VAPOR Kg/h AÑO	VAPOR Kg/h POR M DE TELA ELABORADA
Alumbrado	108.185	0,044		
Lavaderos de lana	96.811	0,039	2.691.926	1,0876
Equipos auxiliares	272.155	0,110		
Tintura	155.065	0,063	2.072.646	0,8374
Lavadoras	221.125	0,089	6471.016	2,6146
Batanadoras	45.837	0,019		
Foulard	24.603	0,010		
Secadoras	459.221	0,186	3.898.299	1,5751
Tundidoras	59.795	0,024		
Desmotadoras	29.795	0,012	1.422.741	0,5748
Perchas	136.861	0,055		
Decatizadoras	42.216	0,017	2.257.317	0,9120
Prensas	12.275	0,005	653.655	0,2641
Varios	24.100	0,010		
TOTAL	1.688.044	0,682	19.467.600	7,8657

Tabla 9: Contabilidad energética Nivel 2: Consumos en operaciones en una industria de ennoblecimiento textil, con una producción de 2.475.000 metros de tela al año.

Fuente: Elaboración propia.

5. AUDITORÍA ENERGÉTICA

Para conocer la situación energética de las instalaciones, es necesario establecer, con cierta periodicidad, una auditoría que permita diagnosticar el estado de los diferentes equipos.

Como primer paso, cabe establecer una auditoría en profundidad, consistente en un análisis técnico de los componentes o grupos de componentes de cada proceso aislado. Se basa en los datos de operaciones existentes o estimados e identifica la energía consumida en un equipo, en una parte del proceso o en el proceso total, obteniendo el consumo energético determinado de un equipo, una operación básica o un proceso.

Además de emplear los propios medios de la instalación, en este nivel se requieren consultas a personal especializado, fabricantes de equipos y a la documentación técnica.

Cuando se dispone de toda esta información organizada, se recalculan los balances de materia y energía, si es necesario, y se determinan las pérdidas en cada fase del proceso. Posteriormente se realiza un análisis más exhaustivo en los principales equipos y operaciones que consumen energía de una forma más continua e intensiva.

El paso siguiente consiste en determinar el ahorro potencial de energía. Puede incluir conceptos tales como: revisión de los procesos, aprovechamiento de los calores residuales, instalación de nuevos equipos y muchos otros.

Así, por ejemplo, el rendimiento térmico de los generadores de vapor es muy sensible a los ajustes en el aire de combustión. Por lo tanto, es necesario un chequeo periódico de dicho sistema.

El costo de un analizador de humos y las horas necesarias para realizar un análisis periódico del contenido de oxígeno en humos pueden amortizarse en breve tiempo, por el ahorro de combustible que puede conseguirse.

En algunos casos, ciertos equipos y operaciones requieren un control energético permanente. Éste se realiza mediante un registro continuo de ciertos parámetros relacionados con el gasto energético. Frecuentemente se computa el empleo de la energía y su rendimiento, basándose en estos registros continuos.

Como ejemplo, se pueden citar el empleo de los analizadores continuos de gases de combustión en calderas y secaderos, o el registro continuo de la demanda máxima de corriente eléctrica en una instalación.

Para finalizar, se realiza un análisis económico de las inversiones requeridas, se determinan los períodos de amortización y se confecciona una tabla de los proyectos en orden de prioridad.

En esta auditoría se detectarán ciertos elementos que son esenciales en el consumo, pudiendo ser necesario realizar periódicamente su auditoría basada en unas técnicas prefijadas.

El objetivo final y más importante de la auditoría es la determinación de las posibles mejoras para obtener un ahorro energético, las cuales podrán establecerse a partir del análisis de los datos recopilados, fundamentalmente de la consideración de las pérdidas y de la comparación de los rendimientos y consumos específicos reales, con los nominales y teóricos.

FASES DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA	
Información básica general	Características generales de la industria. Descripción de los procesos productivos. Fuentes de suministro energético. Cálculos técnicos de consumos específicos. Fijación de indicadores.
Análisis detallado de la utilización de la energía en la industria	Diagrama de flujo energético. Desglose por centros y unidades consumidoras. Fijación de medidas analíticas. Determinación de la instrumentación a emplear y de los sistemas de medida. Realización de balances de energía.
Informe técnico-económico	Evaluación de las eficiencias energéticas de las Operaciones Básicas y centros productivos. Factores de corrección.
Determinación de las mejoras	Determinación de mejoras. Valoración de ahorros e inversiones.

Tabla 10: Fases de una Auditoría Energética.

Fuente: Elaboración propia.

La auditoría energética no es una operación que se realice una sola vez. Es preciso realizarla de forma continua si se desea que la industria mantenga su eficiencia energética óptima. En realidad, el programa de conservación energética, en su conjunto, es algo que ha de mantenerse y desarrollarse continuamente, con independencia de si se han alcanzado, o no, los objetivos o metas que se fijaron inicialmente. Hay que controlar con regularidad los ahorros de combustibles y energía, realizar un examen constante de las técnicas nuevas y mejoras de funcionamiento, de los procesos industriales y de producción, todo lo cual redundará en beneficio de los esfuerzos de ahorro energético desplegados en la industria.

6. MEJORAS ENERGÉTICAS

A continuación se presenta una recopilación de mejoras energéticas que han sido implementadas con buenos resultados en las industrias del sector textil.

Entre las principales mejoras energéticas que se pueden establecer se encuentran las siguientes:

- Cogeneración.
- Recuperación de condensados.
- Utilización de gas natural.
- Recuperación de calor de secado.
- Aislamiento térmico de conductos.

La industria textil está especialmente indicada para la implantación de sistemas de cogeneración. En líneas generales, se trata de un sector en el que el consumo de energía térmica es considerablemente alto y uniforme, tiene un elevado número de horas de utilización y las fábricas suelen disponer de espacios adecuados para una instalación de cogeneración.

6.1. LA COGENERACIÓN EN EL SECTOR TEXTIL

Las industrias del sector textil que realizan sus actividades en la Comunidad de Castilla y León centran sus actividades en tres áreas diferenciadas que son: hilatura, tejeduría y ennoblecimiento. Los procesos involucrados en cada una de esas áreas son importantes consumidores de energía pero con unas características particulares para cada caso.

Mientras que en los procesos industriales que se realizan en las fábricas de hilatura y tejeduría el principal consumo energético es la electricidad, en las fábricas en las que se realizan los procesos de ennoblecimiento los consumos energéticos están repartidos entre las demandas de calor y de electricidad y por lo tanto, la utilización eficiente de estos recursos es un aspecto clave y fundamental para incrementar su competitividad.

En toda industria que tenga una demanda simultanea y continua de calor y electricidad es factible instalar un sistema de cogeneración, este sistema permite producir en la propia fábrica la energía térmica y eléctrica requerida en los procesos de producción, pudiendo vender los excedentes de energía eléctrica que se produzcan a la compañía eléctrica más cercana.

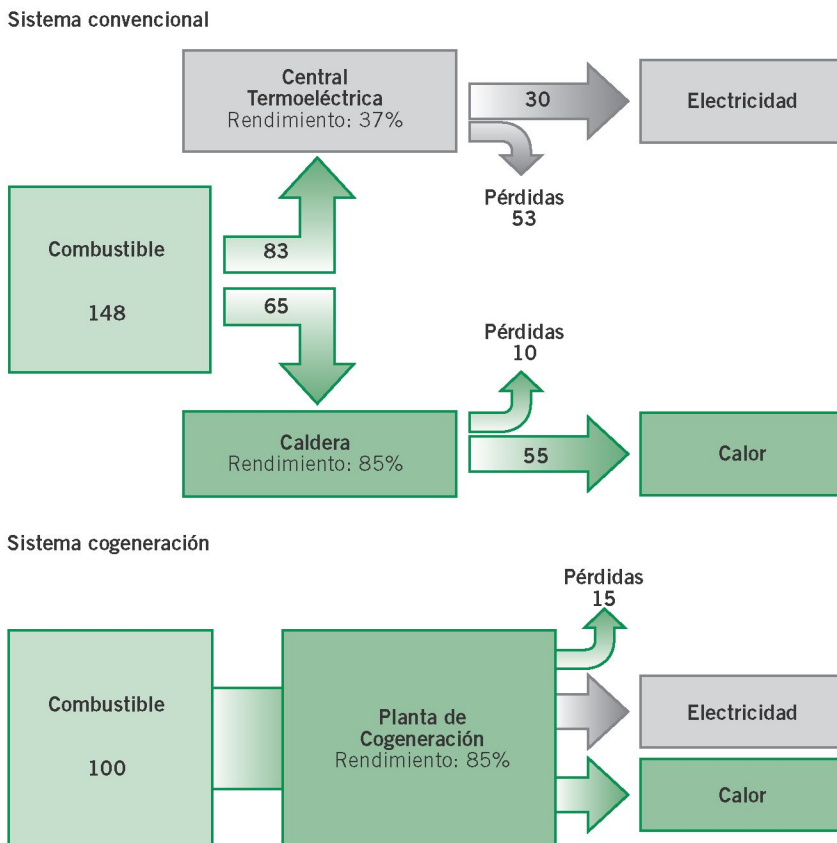


Figura 18: Comparación sistema convencional y cogeneración.

Fuente: Elaboración propia.

Algunos de los factores que aconsejan la introducción de la cogeneración en el sector son:

- Las energías requeridas en el proceso.
- La continuidad del proceso de producción.
- La cantidad de horas anuales de trabajo.
- Las aplicaciones sencillas para el calor recuperado.
- La facilidad de implantación de las instalaciones sin alterar la producción.

El combustible más aconsejado para utilizar en este tipo de instalaciones es el gas natural por su alto poder calorífico y la limpieza de sus emisiones: El gasóleo, que también tiene un alto poder calorífico, tiene la desventaja de producir más emisiones, aunque los nuevos motores con sistemas de turboalimentación de combustible reducen de forma considerable las emisiones de CO y NO_x, llevándolas a valores por debajo de la normativa europea.

La implantación de un sistema de cogeneración en una industria requiere la realización de un estudio de las demandas energéticas (calor, frío, vapor, electricidad) de los procesos de producción y los costes de las energías utilizadas. Este estudio además proporcionará un análisis comparativo entre la situación energética existente y la futura, para así establecer la viabilidad técnico-económica del sistema de cogeneración.

Sistemas de cogeneración

De acuerdo con el orden en que se realiza la producción de energía térmica los sistemas de cogeneración pueden ser:

- Ciclos de cabeza o sistemas superiores: Aquellos en los que la energía primaria se utiliza para producir un fluido caliente y a presión que genera energía mecánica, mientras el calor residual se aprovecha en un proceso industrial.
- Ciclos de cola o sistemas inferiores: Aquellos en los que la energía primaria se utiliza en el proceso industrial y la energía térmica no aprovechada en el mismo se recupera en la producción de energía mecánica.

Los sistemas de cogeneración pueden estar compuestos por los siguientes elementos productores: turbinas de gas, turbinas de vapor y motores alternativos.

Turbina de gas

La turbina de gas está básicamente constituida por una turbina accionada por la expansión de los gases calientes procedentes de una cámara de combustión, en la que el aire se introduce mediante un compresor accionado por la propia turbina.

La energía mecánica generada es utilizada en la producción de energía eléctrica mediante el accionamiento de un alternador. Los gases de salida de la turbina se pueden aprovechar para la generación de energía térmica, por ejemplo, para los procesos de secado o bien vapor u otro fluido caloportador.

Turbina de vapor

En este caso, el accionamiento se produce por la expansión del vapor de alta presión procedente de una caldera convencional. La energía mecánica generada puede recibir las mismas aplicaciones que en el caso de la turbina de gas; sin embargo, el vapor de baja presión procedente de las turbinas de

contrapresión solamente es utilizable en el proceso industrial cuando se requiera vapor a un bajo nivel de temperatura.

Motores alternativos

Sean de explosión o diesel, los motores alternativos pueden utilizarse en la cogeneración. Aunque el rendimiento térmico obtenido con estos motores es más alto que el obtenido con las turbinas de gas o con las de vapor, presentan como inconveniente fundamental una mayor dificultad en la recuperación y aprovechamiento del calor.

La energía mecánica generada se puede recuperar de igual manera que con las turbinas de gas, mientras que la energía térmica se puede recuperar en dos niveles:

- Los gases de escape, para producir aire caliente, aceite térmico o vapor a baja presión.
- El circuito de refrigeración del motor, para la producción de agua caliente para usos industriales o de servicios y para precalentar aire para otros procesos.

Dentro de la industria textil, la implantación de la cogeneración se puede realizar con cualquiera de los elementos productores indicados.

Se presentan dos casos prácticos en los que se analiza la rentabilidad de los sistemas de cogeneración.

• EJEMPLO 1: COGENERACIÓN CON MOTORES ALTERNADORES DE GASÓLEO

Fábrica textil cuyo sector de actividad es el ennoblecimiento de tejidos de lana, con un horario de funcionamiento de 4.500 horas al año a lo largo de 5 días a la semana (lunes a viernes), durante 18 horas al día repartidas en tres turnos de 6 horas cada uno.

La demanda de energía eléctrica es de 2.000.000 kWh/año; además, tiene un consumo de fuel oil de bajo contenido de azufre de 1.800.000 kg/año. Este combustible se consume en una caldera con un rendimiento del 80%, que produce el vapor que se utiliza en los procesos de secado y tinte, y que a su vez se emplea como fluido calórico para producir agua caliente que se utiliza en los procesos de lavado.

En el análisis de los procesos de producción de la fábrica se ha observado que el fluido portador de la energía térmica, al llegar los equipos que realizan el proceso industrial, no es en todos el mismo, a pesar de que en la caldera se produce sólo vapor; por lo tanto, esta situación permite aplicar un sistema de cogeneración con motores alternativos de los cuales podemos aprovechar calor a diferentes temperaturas y con diferentes fluidos conductores.

En este ejemplo se prevé una planta de cogeneración con dos grupos motor-alternador utilizando gasóleo como combustible, cuya electricidad generada se destina a cubrir toda la demanda interna, exportando el excedente a la red de la compañía de electricidad, aprovechando la energía térmica en la producción de vapor.

El calor recuperable de los grupos de cogeneración se puede extraer principalmente de dos circuitos:

- Del circuito de refrigeración del motor, que incluye la refrigeración de las camisas del motor, el aceite de lubricación y el turbocompresor.
- Del sistema de gases de escape.

Del primer circuito se puede obtener agua caliente a 90 °C que se utilizará en los procesos de lavado en cuerda y lavado en ancho, y con los gases de escape se producirá vapor que se utilizará en el resto de los procesos de producción.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los datos sobre demanda energética.

SITUACIÓN ACTUAL		
Consumo de energía eléctrica	2.000.000	kWh/año
Horario de funcionamiento	4.500	horas/año
Consumo de combustible	1.800.000	kg/año
Densidad del combustible	0,850	kg/l
Rendimiento de la caldera	0,800	
Coste de combustible (0,55 €/l)	841.500	€/año
Coste de energía eléctrica (0,092 €/kWh)	183.412	€/año
Coste total	1.024.912	€/año

Tabla 11: Ejemplo 1: Cogeneración con motores alternativos de gasóleo. Situación actual.

Fuente: Elaboración propia.

Si se instalara una planta de cogeneración se tendrían los siguientes resultados:

SITUACIÓN AL COGENERAR		
BASES DE PARTIDA		
Potencia de la planta	1.120	kW
Calor del circuito de refrigeración	730	kW
Calor de los gases de escape	752	kW
Rendimiento eléctrico	0,355	
Consumo de combustible	3.156	kWh
Calor necesario en agua caliente	4.487.616	te/año
Calor necesario en vapor	9.624.384	te/año
Calor demandado total	14.112.000	te/año
CALOR DISPONIBLE EN COGENERACIÓN		
• Circuito de refrigeración	2.825.100	te/año
• Gases de escape	2.910.240	te/año
Horario de funcionamiento	4.500	horas/año

Precio del combustible	0,036	€/te
Precio de la energía eléctrica exportada	0,096	€/kWh
Consumo servicios auxiliares de la cogeneración	35.000	kW
Coste del mantenimiento	0,007	€/kWh
RESULTADOS		
Consumo térmico planta de cogeneración	12.210.000	te/año
CONSUMO TÉRMICO NO APORTADO POR COGENERACIÓN		
• Agua caliente	1.660.000	te/año
• Vapor	6.710.000	te/año
Energía eléctrica generada	5.040.000	kWh/año
Energía eléctrica autoconsumida cogeneración	160.000	kWh/año
Energía eléctrica autoconsumida fábrica	2.000.000	kWh/año
Total autoconsumo	2.160.000	kWh/año
Porcentaje de autoconsumo	0,429	
Rendimiento eléctrico equivalente	0,742	
Energía eléctrica comprada a red	0	
Energía eléctrica exportada	2.880.000	kWh/año
Precio de la electricidad comprada	0,092	kWh/año
COSTES DE LA COGENERACIÓN		
Costes de combustible cogeneración	444.566	€/año
COSTES DE COMBUSTIBLE PARA CALOR NO COGENERADO		
• Agua caliente	60.441	€/año
• Vapor	244.311	€/año
Energía eléctrica comprada	0	€/año
Energía eléctrica exportada	276.192	€/año
Coste mantenimiento	30.300	€/año
Coste total al cogenerar	503.426	€/año
Ahorro al cogenerar	521.486	€/año
Inversión prevista	770.000	€
Período simple de retorno	1,48	años

Tabla 12: Ejemplo 1: Cogeneración con motores alternativos de gasóleo. Situación al cogenerar.

Fuente: Elaboración propia.

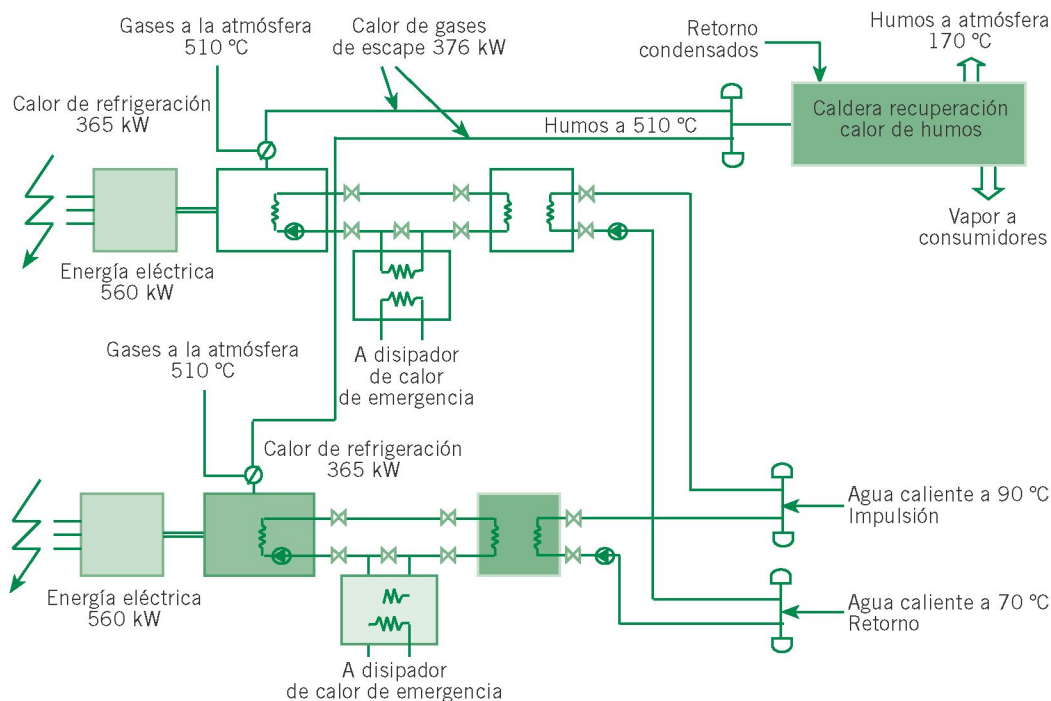


Figura 19: Ejemplo 1: Cogeneración.

Fuente: Elaboración propia.

• EJEMPLO 2: COGENERACIÓN CON UN MOTOR ALTERNADOR A GAS NATURAL

Fábrica textil cuyo sector de actividad es el ennoblecimiento de tejidos de fibra sintética, especialmente: acetato, viscosa y poliéster, con un horario de funcionamiento de 4.000 horas al año, 5 días a la semana (lunes a viernes), 16 horas al día, repartidas en dos turnos de 8 horas cada uno. La demanda de energía eléctrica es de 200.000 kWh al mes, que equivale a un consumo anual de 2.400.000 kWh/año, ofertándole la compañía distribuidora un precio de 0,092 €/kWh. Tiene un consumo de gas natural de 3.600.000 te/año que se utiliza en procesos de secado y un consumo de gas oil de 240.000 litros/año que se utiliza para la producción de vapor en una caldera con un rendimiento del 90%.

En el análisis de los procesos de producción de la fábrica se observa que el gas natural se utiliza en las rames de secado.

Este análisis permite diseñar un sistema de cogeneración con motor alternativo del cual se puede extraer calor a diferentes temperaturas y con diferentes fluidos conductores, que se puede aprovechar en los procesos de producción.

La planta de cogeneración a base de un grupo motor-alternador accionado a gas natural, genera la electricidad para cubrir toda la demanda interna, exportando el excedente a la red de la compañía de electricidad.

El calor recuperable del grupo de cogeneración se extrae principalmente de dos circuitos:

- Del circuito de refrigeración del motor, que incluye la refrigeración de las camisas del motor y el aceite de lubricación, que destinaremos a la preparación de aire caliente.
- Del sistema de gases de escape, cuya energía térmica la emplearemos para producir vapor.

Del primer circuito se puede obtener aire caliente a 85°C que se utilizará en los rames de secado y con los gases de escape se producirá vapor que se utilizará en el resto de los procesos de producción.

A continuación se presenta un cuadro resumen con los datos sobre la actual demanda energética.

SITUACIÓN ACTUAL		
Consumo de energía eléctrica	2.400.000	kWh/año
Horario de funcionamiento	4.000	horas/año
Consumo de gas natural	400.000	Nm³/año
Consumo de gasoil	240.000	l/año
Coste de gasoil (0,55 €/l)	132.000	€/año
Coste de energía eléctrica (0,092 €/kWh)	220.094	€/año
Coste total	352.094	€/año

Tabla 13: Ejemplo 2: Cogeneración con motores alternativos de gas natural. Situación actual.

Fuente: Elaboración propia.

Si se instalara una planta de cogeneración se tendrían los siguientes resultados:

SITUACIÓN AL COGENERAR		
BASES DE PARTIDA		
Potencia de la planta	1.040	kW
Calor del circuito de refrigeración	581	kW
Calor de los gases de escape	598	kW
Rendimiento eléctrico	0,378	
Consumo de combustible	2.745	kWh
Calor necesario en aire caliente	3.420.000	te/año
Calor necesario en vapor	1.891.080	te/año
Calor demandado total	5.311.080	te/año
CALOR DISPONIBLE EN COGENERACIÓN		
• Circuito de refrigeración	1.998.640	te/año
• Gases de escape	2.056.800	te/año
Horario de funcionamiento	4.000	horas/año

Precio del gasóleo	0,036	€/te
Precio de la energía eléctrica exportada	0,096	€/kWh
Consumo servicios auxiliares de la cogeneración	35,000	kW
Coste del mantenimiento	0,007	€/kWh
RESULTADOS		
Consumo térmico planta de cogeneración	9.440.000	te/año
CONSUMO TÉRMICO NO APORTADO POR COGENERACIÓN		
• Aire caliente	1.420.000	te/año
• Vapor	0	te/año
Energía eléctrica generada	4.160.000	kWh/año
Energía eléctrica autoconsumida cogeneración	140.000	kWh/año
Energía eléctrica autoconsumida fábrica	2.400.000	kWh/año
Total autoconsumo	2.540.000	kWh/año
Porcentaje de autoconsumo	0,611	
Rendimiento eléctrico equivalente	0,725	
Energía eléctrica comprada a red	0	
Energía eléctrica exportada	1.620.000	kWh/año
Precio del gas natural	0,036	€/te
Precio de la electricidad comprada	0,092	kWh/año
COSTES DE LA COGENERACIÓN		
Costes de combustible cogeneración	339.368	€/año
COSTES DE COMBUSTIBLE PARA CALOR NO COGENERADO		
• Aire caliente	51.702	€/año
• Vapor	0	€/año
Energía eléctrica comprada	0	€/año
Energía eléctrica exportada	155.358	€/año
Coste mantenimiento	30.300	€/año
Total al cogenerar	266.012	€/año
Ahorro al cogenerar	86.082	€/año
Inversión prevista	450.760	€
Período simple de retorno	5,24	años

Tabla 14: Ejemplo 2: Cogeneración con motores alternativos de gas natural. Situación al cogenerar.

Fuente: Elaboración propia.

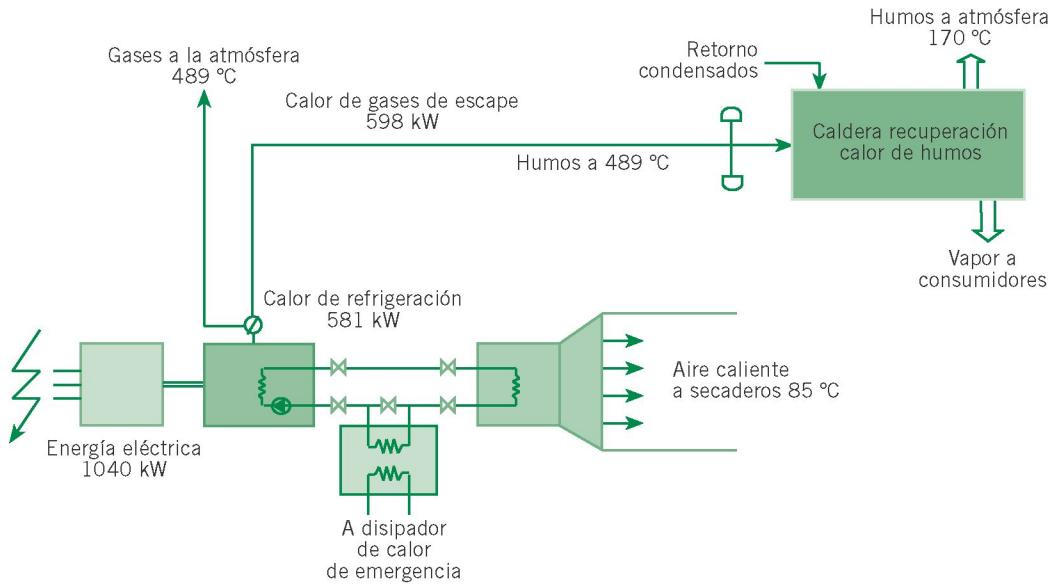


Figura 20: Ejemplo 2: Cogeneración.

Fuente: Elaboración propia.

6.2. AHORROS POR RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS

En el sector de ennoblecimiento de la industria textil en la Comunidad de Castilla y León el consumo térmico de los procesos industriales supone aproximadamente el 90% de la demanda energética de la fábrica.

Esta energía térmica se utiliza de diferentes maneras en los procesos industriales, requiriendo diferentes temperaturas de utilización y empleando fluidos portadores distintos (vapor, aceite térmico, agua caliente y aire caliente).

En la mayoría de empresas la generación de energía térmica se realiza a partir de una energía primaria, fuel oil o gasóleo.

El vapor se utiliza directamente en secados y tintes o mediante intercambiadores de calor, aprovechándolo como aire caliente en los "rames" o como agua caliente en las operaciones de lavado.

La energía térmica contenida en el vapor es cedida al proceso industrial con el cambio de estado (vapor → agua) quedando una cantidad de calor en el líquido.

El agua proveniente del proceso puede estar contaminada con productos químicos, o no haber sufrido ninguna alteración en sus propiedades físico químicas. En el primer caso, la recuperación térmica debe realizarse a través de un intercambiador de calor y, posteriormente, debe tratarse de forma adecuada antes de proceder a su vertido a la red pública y, en el segundo caso, se puede utilizar directamente como agua de alimentación a caldera.

Al recuperar el vapor, además se producen otros dos tipos de ahorro:

- Reducción de los gastos de preparación de agua de calderas (desmineralización).
- Ahorro de agua.

El ahorro en el consumo de agua representa un coste económico importante, su precio medio en España es de 1 €/m³, valor en progresivo aumento debido a que es inferior a coste de tratamiento potabilizador. Por otra parte, si se dispone de un pozo para su extracción tenemos el gasto de energía eléctrica de extraerla de las profundidades. El agua proveniente de ambas fuentes debe tratarse para su utilización, por lo tanto, también los gastos en aditivos para su desmineralización son de gran cuantía.

Como se observa en el siguiente ejemplo el ahorro por recuperación del vapor puede suponer aproximadamente un 15% del coste de la energía total utilizada.

• EJEMPLO: RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS EN LA CALDERA DE VAPOR

En el siguiente ejemplo, en el cual el 100% de los condensados de una caldera de vapor no se recuperan térmicamente, calculándose el ahorro en combustible que puede suponer y su coste al modificar esa instalación para recuperarlos.

SITUACIÓN SIN RECUPERACIÓN		
Producción de vapor anual	18.500.000	Kg/año
Recuperación de condensados	0	%
Temperatura de agua de red	15	°C
Combustible utilizado en caldera	Gasóleo C	
Precio del gasóleo C (calderas)	0,55	€/l
Condiciones del vapor	3 kg/cm ² – 143 °C – 655	kcal/kg
Calor de vaporización	511	kcal/kg

Tabla 15: Ejemplo: Recuperación de condensados en la caldera de vapor.

Fuente: Elaboración propia.

La cantidad de energía necesaria para producir el vapor a partir del agua de red proveniente a 15 °C, será:

$$\text{Energía} = \text{Agua empleada} \times \text{Calor del vapor} = 18.500.000 \text{ kg/año} \times 655 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Energía} = 12.117.500.000 \text{ kcal/año} \rightarrow 12.117.500 \text{ te/año}$$

La cantidad de combustible gasóleo empleado en la caldera será:

$$\text{Combustible} = (\text{UdE} \times 1/\text{Rc}) / (\text{PCI del combustible} \times \text{Dc})$$

Donde:

- UdE son Unidades de Energía.
- Rc es el Rendimiento de la Caldera.
- PCI es el Poder calorífico Inferior.
- Dc es la Densidad del combustible.

$$\text{Combustible} = (12.117.500 \text{ te/año} \times 1/0,9) / (10,3 \text{ te/kg} \times 0,85 \text{ kg/l})$$

$$\text{Combustible} = 1.537.851 \text{ litros/año}$$

El costo del combustible empleado en una caldera con un 90% de rendimiento, será:

$$\text{Costo combustible} = \text{Litros combustible} \times \text{costo litro gasóleo}$$

$$\text{Costo combustible} = 1.537.851 \text{ litros/año} \times 0,55 \text{ €/litro}$$

$$\text{Costo Económico} = 845.818 \text{ €/año}$$

SITUACIÓN CON RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS

El aprovechamiento del calor del vapor en el proceso de producción se produce en el cambio de estado, cuando el agua pasa de fase vapor a líquida. En ese punto el agua se encuentra a una temperatura muy cercana a la de ebullición 100 °C, por lo tanto su utilización permite ahorrar el combustible necesario para calentarla hasta esta temperatura.

La cantidad de energía necesaria para producir el vapor a partir de agua a 100 °C, será:

$$\text{Energía} = \text{Agua empleada} \times (\text{Calor del vapor} - \text{calor del líquido})$$

$$\text{Energía} = 18.500.000 \text{ kg/año} \times 655 \text{ kcal/kg} - 100 \text{ kcal/kg}$$

$$\text{Energía} = 10.267.500.000 \text{ kcal/año} \rightarrow 10.267.500 \text{ te/año}$$

La cantidad de combustible gasóleo empleado en la caldera será:

$$\text{Combustible} = (\text{UdE} \times 1/\text{Rc}) / (\text{PCI del combustible} \times \text{Dc})$$

$$\text{Combustible} = (10.267.500 \text{ te/año} \times 1/0,9) / (10,3 \text{ te/kg} \times 0,85 \text{ kg/l})$$

$$\text{Combustible} = 1.303.065 \text{ litros/año}$$

El costo del combustible empleado en una caldera con un 90% de rendimiento, será:

$$\text{Costo combustible} = \text{Litros combustible} \times \text{costo litro gasóleo}$$

$$\text{Costo combustible} = 1.303.065 \text{ litros/año} \times 0,55 \text{ €/litro}$$

$$\text{Coste Económico} = 716.686 \text{ €/año}$$

Los ahorros que se producirán entre la situación sin recuperación y una situación futura en la cual se recupera el 100% del calor contenido en los condensados, será:

$$\text{Ahorros} = 845.818 \text{ €/año} - 716.686 \text{ €/año} = 129.132 \text{ €/año}$$

La recuperación de condensados no conlleva una instalación técnicamente complicada, se trata de conducir el fluido, todavía con un alto nivel térmico, como agua de alimentación a la caldera.

La inversión dependerá en cada caso: del trayecto a recorrer y del caudal a circular, teniendo en cuenta que se deberá hacer siempre un pequeño aporte de agua de red para suplir las pérdidas del circuito.

Una estimación del coste de la inversión se puede hacer a partir de un precio del metro lineal de tubería a instalar, valor en el cual se ha incluido el aislamiento, el valor proporcional de una electrobomba y el de un depósito de condensados; este costo podría situarse en torno a los 100 euros.

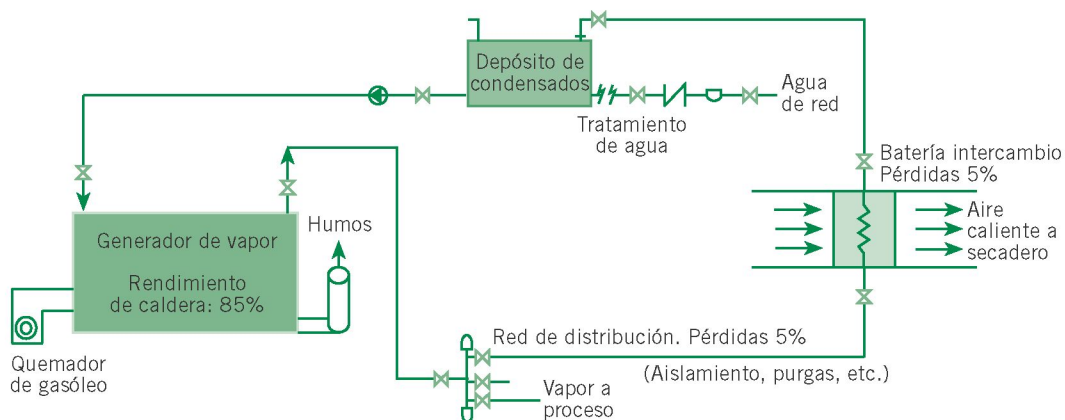


Figura 21: Ejemplo de recuperación de condensados.

Fuente: Elaboración propia.

6.3. AHORROS POR UTILIZACIÓN DE GAS NATURAL EN PROCESOS

Para ilustrar esta mejora se considera como valores medios de consumo, el de una industria tipo del sector de ennoblecimiento textil que utiliza gasóleo como combustible en la caldera de producción de vapor, al ser la característica más difundida en las industrias del sector en Castilla y León.

El consumo de combustible en el proceso de secado en las “rames” es de aproximadamente 13.000 litros de gasóleo al mes.

Esta energía térmica se utiliza para evaporar aproximadamente 120 kg/hora de agua contenida en el tejido después de ser sometido a los diferentes procesos de acabado y secado en las “rames”.

La alternativa a este sistema de producción de energía para el secado cuyo efecto final es que una masa de aire caliente evapora el agua contenida en los tejidos procesados, se puede llevar a cabo simplemente calentando esa misma masa de aire con un quemador en vena, utilizando el gas natural como combustible.

El rendimiento de este segundo sistema es mucho mayor ya que, además de utilizar un combustible menos contaminante, al no contener azufre, no se producen pérdidas en las calderas ni en la red de distribución del vapor.

A continuación se analizará con un ejemplo el ahorro económico mensual que se produciría en una industria en la cual se evaporan 500 kg/hora de agua contenida en los tejidos de lana en los procesos de secado, mediante un sistema de calentamiento por quemador de gas natural en vena de aire en comparación con un sistema compuesto por una caldera de gasóleo para producir vapor.

Ejemplo

Supóngase el siguiente ejemplo en el cual el vapor se produce en una caldera con un rendimiento del 85%, que tiene unas pérdidas por distribución del mismo del 5% y que se producen también un 5% de pérdidas por intercambio de calor en la batería de intercambio.

Datos de partida

Calor de evaporación (vi) (entalpía del vapor)	550 Kcal./kg
Combustible utilizado en caldera (Go)	Gasóleo C
Precio del Gasóleo C (calderas) (Pgo)	0,55 €/l
Precio del gas natural industrial (PGN)	0,02 €/te
Poder Calorífico Inferior del gas natural (PCIGN)	9.500 kcal/Nm ³
Poder Calorífico Inferior del gasóleo (PCIgo)	10.300 kcal/kg
Densidad del gasóleo (DeGo)	0,85 kg/l
Horario de trabajo	16 horas/día

Para evaporar, cada hora, la cantidad de agua contenida en el tejido se necesita la siguiente cantidad de energía:

$$\text{Energía (E)} = \text{Masa de agua} \times iv$$

$$\text{Energía (E)} = 500 \text{ kg/hora} \times 550 \text{ kcal/kg} = 275.000 \text{ kcal/hora}$$

A lo largo de un mes la energía consumida será:

$$\begin{aligned} \text{Energía mensual (E}_m) &= E \times 16 \text{ horas/día} \times 20 \text{ días/mes} \\ &= 275.000 \text{ kcal/hora} \times 16 \text{ horas/día} \times 20 \text{ días/mes} \\ &= 88.000.000 \text{ kcal/mes} \end{aligned}$$

Esta cantidad de energía mensual, es la energía neta de vaporización, que se debe afectar negativamente por las pérdidas que se producen en la caldera, en la red de distribución de vapor y en la batería de intercambio, siendo:

$$\text{Energía total (Et)} = E_m \times R_c \times R_{rd} \times R_{bi}$$

Donde

R_c : Rendimiento de caldera

R_{rd} : Rendimiento red de distribución

R_{bi} : Rendimiento batería de intercambio

$$\text{Energía total (E}_t) = 88.000.000 \text{ kcal/mes} \times 1/0,85 \times 1/0,95 \times 1/0,95 = 114.714.030 \text{ kcal/mes}$$

La cantidad de combustible gasóleo empleado en la caldera será:

$$\text{Combustible} = E_t / \text{PCI (Go)}$$

$$\text{Combustible} = 114.714.030 \text{ kcal/mes} / 8.755 \text{ kcal/litro}$$

$$\text{Combustible} = 13.103 \text{ litros/mes}$$

El coste del combustible empleado en la caldera, será:

$$\text{Costo combustible} = \text{Litros combustible} \times \text{costo litro gasóleo}$$

$$\text{Costo combustible} = 13.103 \text{ litros/mes} \times 0,55 \text{ €/litro}$$

$$\text{Costo Situación Actual} = 7207 \text{ €/mes}$$

Si la energía necesaria para el secado se obtuviera a partir de un quemador de gas natural en vena de aire, con un rendimiento (R_q) de 95%, los valores de consumo y los costes serian los siguientes:

La cantidad de combustible gas natural empleado, será:

$$\text{Combustible} = E_m \times R_q / \text{PCI (GN)} = 88.000.000 \text{ kcal/mes} \times 1/0,95 / 9.500 \text{ kcal/Nm}^3 = 10.129 \text{ m}^3/\text{mes}$$

El coste del combustible empleado en el quemador de vena de aire, será:

$$\text{Coste combustible} = \text{Nm}^3 / \text{mes combustible} \times \text{PCIGN} \times \text{costo del gas natural}$$

$$\text{Coste combustible} = 10.129 \text{ Nm}^3 / \text{mes} \times 9,5 \text{ te/ Nm}^3 \times 0,02 \text{ €/te}$$

$$\text{Costo con gas natural} = 1.925 \text{ €/mes}$$

El ahorro económico mensual por el cambio de sistema será:

$$\text{Ahorros} = \text{Coste con gasóleo} - \text{Coste con gas natural}$$

$$\text{Ahorros} = 7.207 \text{ €/mes} - 1.925 \text{ €/mes}$$

$$\text{Ahorro al emplear gas natural} = 5.282 \text{ €/mes}$$

VALOR QUE REPRESENTA UN AHORRO DE 73% SOBRE EL COSTE ACTUAL.

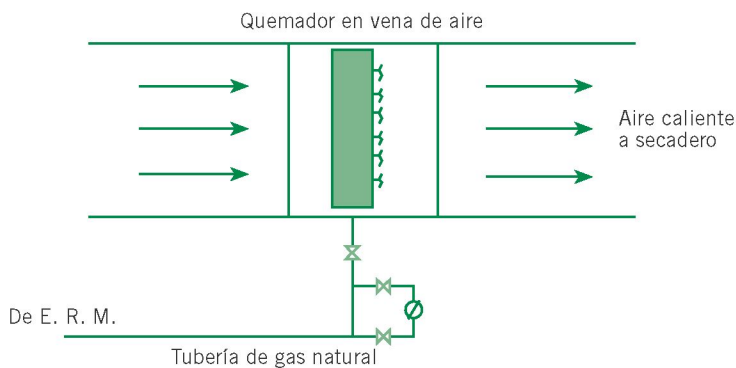


Figura 22: Ejemplo de utilización de gas en procesos.

Fuente: Elaboración propia.

6.4. RECUPERACIÓN DE CALOR EN LAS OPERACIONES DE SECADO

La demanda de energía térmica en el proceso de secado en las Rames es como aire caliente.

El aire que se utiliza en este proceso de secado se toma a temperatura ambiente 25 °C y se eleva a temperatura requerida en el proceso de secado 180 °C y posteriormente se expulsa a la atmósfera a 125 °C. El calor contenido en este aire se puede utilizar para precalentar el aire de entrada.

A continuación se estudia el balance térmico de dos situaciones en las cuales en una de ellas se toma el aire de entrada al proceso de secado a temperatura ambiente y en la otra es precalentado a partir del aire caliente que se expulsa del secadero, recuperando así la energía térmica contenida en el aire expulsado.

En el siguiente ejemplo el aire expulsado es utilizado para calentar una masa de aire similar hasta una temperatura de 90 °C.

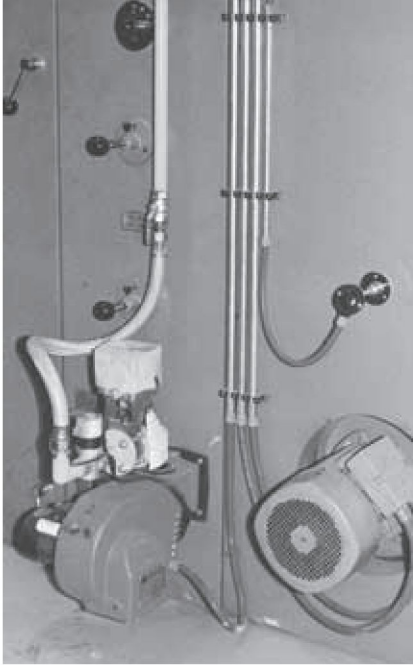


Figura 23: Utilización de quemador de gas en Ramel.

Fuente: Gentileza de Febril Sedera S.A.

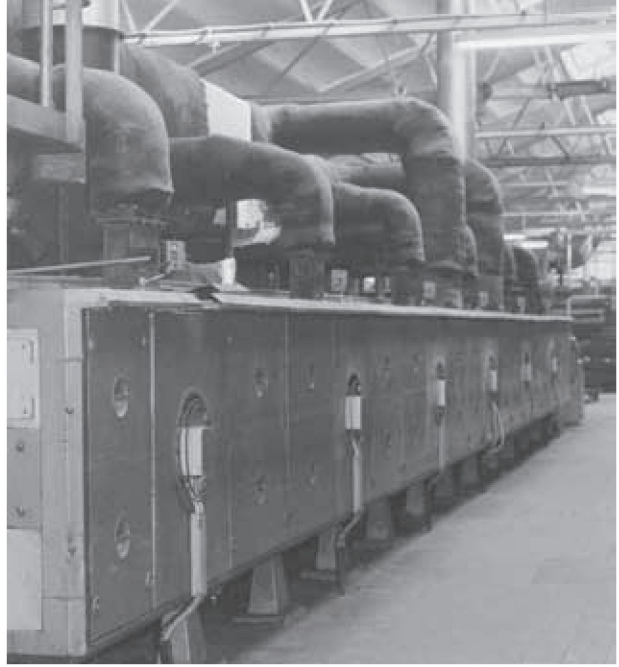


Figura 24: Ramel de secado.

Fuente: Gentileza de Textil Navazo, S.A.

Datos de partida

Temperatura ambiente	25 °C
Temperatura de secado	180 °C
Temperatura de salida del aire de secadero	125 °C
Consumo de gas natural	38,21 Nm ³ /hora
Poder calorífico inferior (PCI) del gas natural	9.500 kcal/ Nm ³
Precio del gas natural	0,02 €/te

SITUACIÓN SIN RECUPERACIÓN

El consumo de energía térmica anual, será:

Consumo térmico = Consumo de gas natural x PCI propano = 93.789 Nm³/año x 9.500 kcal/ Nm³
Consumo térmico = 890.995.500 kcal/año → 890.995 te/año

La energía térmica contenida en el combustible se utiliza para elevar la temperatura del aire de 25 °C a 180 °C, a una masa de aire que será de:

$$Q = M \times C_e \times (T_1 - T_0)$$

Donde

Q = El calor cedido por el combustible

M = La masa de aire utilizada en el secadero

T₁ = Temperatura final del aire

T₀ = Temperatura inicial del aire

$$M = Q / C_e \times (T_1 - T_0)$$

$$M = 890.995.000 \text{ kcal/año} / 0,24 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \times 180 \text{ } ^\circ\text{C} - 25 \text{ } ^\circ\text{C} = 23.951.478 \text{ kg/año}$$

El coste de la operación de secado mediante gas natural, será:

$$\text{Coste secado} = 891.000 \text{ te/año} \times 0,02/\text{te} = 17.820 \text{ €/año}$$

SITUACIÓN CON RECUPERACIÓN DE CALOR

En esta situación partimos de una masa de aire que se encuentra a 90 °C, por lo tanto la energía requerida para llevarla a una temperatura de 180 °C será:

$$Q = M \times C_e \times (T_1 - T_0) = 23.951.478 \text{ kg/año} \times 0,24 \text{ kcal/kg } ^\circ\text{C} \times 180 \text{ } ^\circ\text{C} - 90 \text{ } ^\circ\text{C} = 517.351.925 \text{ kcal/año}$$

El consumo de gas natural necesario para producir la mencionada cantidad de energía será:

Consumo de gas propano = Consumo térmico / PCI gas natural

$$\text{Consumo de gas propano} = 517.351.925 \text{ kcal/año} / 9.500 \text{ kcal/ Nm}^3 = 60.142 \text{ Nm}^3/\text{año}$$

El coste de la operación de secado mediante gas natural en la nueva situación, será:

$$\text{Coste secado} = 517.352 \text{ te/año} \times 0,02 \text{ €/te} = 10.347 \text{ €/año}$$

Los ahorros que se producirán entre la situación sin recuperación y una situación futura en la cual se precalienta el aire de entrada al secadero, serán:

$$\text{Ahorros} = 17.820 \text{ €/año} - 10.347 \text{ €/año} = 7.473 \text{ €/año}$$

VALOR QUE REPRESENTA UN AHORRO DE 42% SOBRE EL COSTE ACTUAL

El aire precalentado que se utilizará en el proceso de secado debe conducirse nuevamente a la entrada de aire al secadero y a tal fin, debe realizarse una instalación de conductos de chapa aislados térmicamente.

Esta instalación para una distancia de aproximadamente 25 metros lineales y con una sección de 1 m², teniendo en cuenta el coste de un ventilador de impulsión puede situarse en torno a 5.000 euros.

7. ANÁLISIS ECONÓMICO DE MEJORAS

7.1. 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.

7.2. 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 ³ /año)						
Gasóleo (t/año)						
Propano (Nm ³ /año)						
Otros						
E. eléctrica (kWh/año)						
TOTAL						
Costes directos: equipos, procesos, sistemas, mano de obra						€
Costes indirectos: paradas, pérdidas de producción, deficiencias en calidad						€
INVERSIÓN TOTAL						€
Periodo de amortización $\frac{\text{Inversión total (€)}}{\text{Ahorro total/año}} = \dots\dots\dots$ años						
				Revisado por		

Tabla 16: 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.

Mejora propuesta. Optimización de la combustión. Descripción. Regulación automática de la combustión. Mejoras relacionadas. Control de la combustión, reducción del caudal de purga.				Fecha. 05/02/07 Responsable. Jefe de Mantenimiento. Suministradores. Los habituales		
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 (Nm ³ /año)						
Gasóleo (t/año)						
Propano (Nm ³ /año)						
Otros						
E. eléctrica (kWh/año)						
TOTAL	462	138.600	436	130.800	26	7.800
Costes directos: equipos, procesos, sistemas, mano de obra						13.700 €
Costes indirectos: paradas, pérdidas de producción, deficiencias en calidad						1.100 €
INVERSIÓN TOTAL						14.800 €
Periodo de amortización $\frac{\text{Inversión total (€)}}{\text{Ahorro total/año}} = 1,9 \text{ años (23 meses)}$						
Revisado por Gestor de la energía						

Tabla 17: 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.

7.3. 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.

7.4. 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.

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

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).

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

7.5. OTROS ASPECTOS A CONSIDERAR

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

7.6. 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.

8. MANTENIMIENTO ENERGÉTICO

El mantenimiento energético y mejoras de operación son dos conceptos que engloban un conjunto de importes posibilidades de ahorro de energía, cuya puesta en marcha no requiere en general 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 realizar un correcto mantenimiento son:

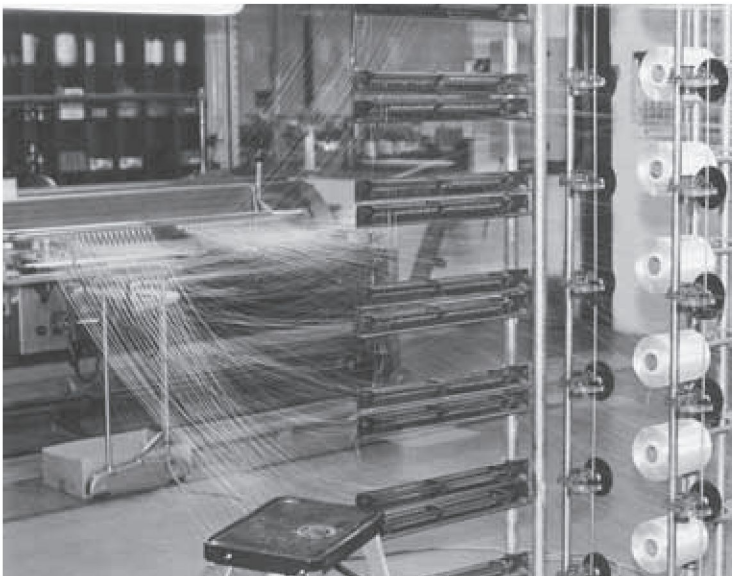
- Identificar los equipos con mayor consumo de energía.
- Identificar aquellos equipos que indirectamente tienen repercusión sobre el consumo de energía.
- Identificar las partes de las instalaciones sobre las que no se realiza normalmente mantenimiento.
- Analizar los sistemas de mantenimiento existentes 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 periodos de tiempo de las inspecciones.
- Presupuestar y prever el personal necesario.

En orden a obtener la mayor eficiencia posible en el proceso de fabricación, se hace necesario un chequeo regular de todos los parámetros operacionales en cada uno de los equipos de la línea de producción. A continuación se muestran unas posibles listas de operaciones de chequeo de la instalación.

8.1. SUBSECTORES DE HILADOS Y TEJEDURÍA



El factor primario y más importante es el tratamiento de hilo de urdimbre y el de trama. Es bien conocido que un mismo artículo no presenta igual número de roturas en las distintas máquinas de tejer.

El trato cuidadoso de la urdimbre debe abarcar aspectos como: profundidad de máquina, geometría en la calada, ángulo de calada y vaivén del batán.

Figura 25: Urdimbre.

Fuente: Gentileza de Fabril Sede-
ra, S.A.

La profundidad de máquinas y el ángulo pequeño de cala son factores importantísimos en la tejeduría de hilos delicados, los de poca resistencia o los de baja elasticidad. Así, un vaivén de batan reducido disminuye el efecto de roce del peine sobre la urdimbre.

En una máquina de lanzas el roce de las mismas con los hilos de la urdimbre afecta al número de roturas de la misma. Estos dos factores influyen en la necesidad de realizar la operación de encalado. Deberá ser estudiado el control de tiempos en la misma, de manera que la extracción de las lanzas de la calada se produzca cuando ésta todavía no se ha cerrado.

La seguridad en el pinzado, corte y transferencia de la trama elimina multitud de paros de la máquina. La velocidad del pinzado y la aceleración inmediata influirá en el número de roturas de la trama. Se puede afirmar que la velocidad menor en el pinzado favorece a la trama delicada.

8.2. SUBSECTOR DE ENNOBLECIMIENTO

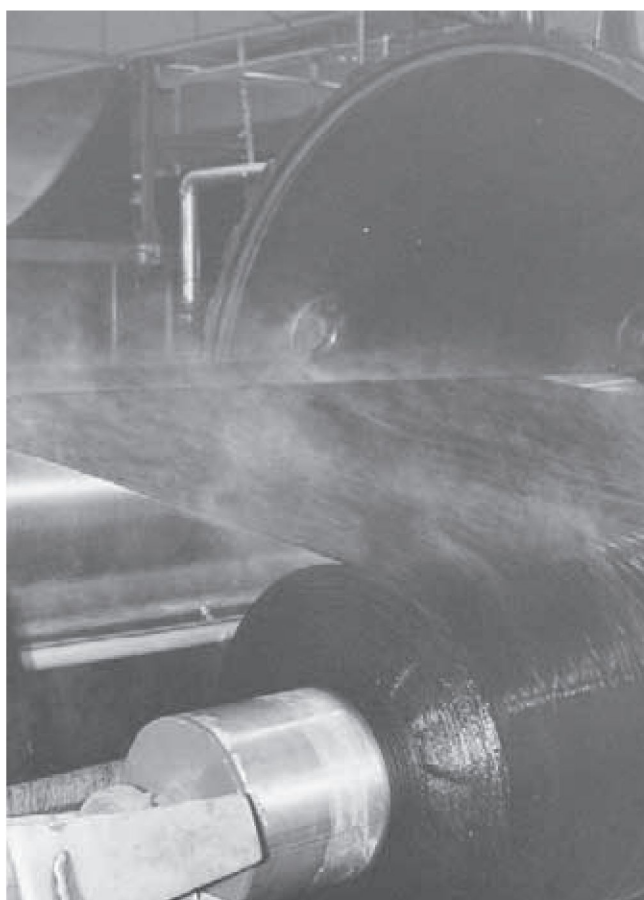
En las operaciones de tintura es necesario trabajar con una relación de baño lo más pequeña posible, reemplazando, por ejemplo, las barcas por jets o por equipos con circulación de baño, o equipando las barcas y los jigger de campanas de chimenea.

Si los equipos ya poseen campanas, será necesario vigilar su hermeticidad pues, a veces, quedan abiertas por simples razones de comodidad. Igualmente será necesario mantener la temperatura del fluido algunos grados por debajo de la temperatura de ebullición, para evitar la evaporación del baño, que consume 70 kg de fuel-oil por m³ de agua evaporada.

En el área del lavado y aclarado, será necesario reducir al mínimo la cantidad de agua que utilizan las máquinas que trabajan a contracorriente, pues es preferible lavar un precipitado diez veces con 2 litros de agua que una vez con 200 litros. Al tratarse de una alimentación con agua caliente, será necesario disponer de compuerta automática que detenga el flujo de agua cuando la máquina esté parada. El uso de estos consejos puede traducirse en una reducción de 1/6 en el consumo de energía.

Figura 26: Salida del tejido del proceso de tintura.

Fuente: Gentileza de Textil Navazo, S.A.



Para evitar consumos superiores a los prefijados por el fabricante, se debe realizar con cierta frecuencia una inspección externa, con objeto de detectar posibles aberturas incontroladas y juntas parcialmente cerradas o abiertas.

8.3. OPERACIONES DE PROCESO Y PLANTA

- Descubrir y reparar todas las fugas de vapor.
- Desconectar los compresores cuando no se necesiten.
- Descubrir y reparar todas las fugas de aire comprimido.
- Mantener regularmente los compresores e instalaciones de aire.
- Evitar producciones cortas donde se requieran grandes cantidades de calor.
- Utilizar el equipo más eficiente a su máxima capacidad y equipo menos eficiente solamente donde sea necesario.
- Desconectar toda la maquinaria y equipo cuando no se necesite.
- Asegurar que todo el equipo mecánico es apropiado y está regularmente lubricado.
- Comprobar que las máquinas eléctricas no estén sobredimensionadas para su trabajo.
- Reducir/eliminar el transporte de stocks calientes entre operaciones donde sea posible.
- Desconectar el suministro de agua cuando no se necesite.
- Taponar todos los ventiladores no utilizados, especialmente en techos y tejados.
- Mantener abiertas las puertas exteriores grandes las menos veces posibles.
- Considerar el uso de puertas flexibles en las puertas exteriores que deben permanecer abiertas durante largos períodos y/o cortinas flexibles alrededor de camiones y tractores estacionados en las puertas, para sellar la entrada.
- Proteger el aislamiento térmico del medio ambiente y de daños físicos.

8.4. ALUMBRADO Y FUERZA

- Reducir el tiempo ocioso de la máquina a un mínimo y desconectar cuando no esté en uso.
- Comprobar el factor de potencia de la planta, especialmente si se sabe que las cargas inductivas son altas.
- Utilizar electricidad en horas no punta cuando sea posible.
- Asegurar que las luces están desconectadas cuando locales u oficinas estén desocupados, manteniendo la iluminación de seguridad adecuada.
- Utilizar lámparas eficaces con reflectores y difusores apropiados para el área de trabajo.
- Recibir asesoramiento de expertos sobre valores de iluminación apropiada, selección de fuente de luz, diseño de las lámparas, su montaje, peso, control y mantenimiento.
- Evitar iluminar las partes altas de materiales apilados.
- Uso completo de la luz natural.
- Mantener todas las ventanas y tejados transparentes limpios.
- Limpiar y realizar mantenimiento regular de todas las lámparas de iluminación.
- No decorar con colores negros, ya que absorben la luz más que reflejarla.
- Comprobar que la electricidad se compra bajo la tarifa más apropiada y que el consumo de electricidad se conoce y controla.

9. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Un programa de ahorro energético sólo será positivo si mantiene el interés participativo de todos los miembros de la instalación. La formación y mentalización del personal ha de llevarse a cabo median-

te campañas de formación y entrenamiento que garanticen una correcta ejecución del Programa de Ahorro Energético.

Es necesario el establecimiento de reuniones periódicas con el personal para mantenerlos informados sobre el curso de los programas de ahorro y los logros conseguidos. Se intenta obtener un personal que durante un espacio de tiempo limitado sea capaz de operar su equipo con el mejor rendimiento posible.

El personal, a cualquier nivel, debe mentalizarse de la necesidad de utilizar racionalmente la energía. Dicha mentalización deberá conseguirse como resultado de dos aspectos primordiales:

- Campaña de motivación del personal en el campo del ahorro energético.
- Rigurosos programas de formación del personal.

El éxito de la campaña de motivación dependerá del cuidado con que, entre otros, sean preparados los siguientes puntos:

- Selección del instante de inicio de la campaña.
- Importancia que le atribuya la dirección (difundiéndolo al máximo mediante folletos, carteles, slogans, adhesivos, formularios, conferencias, coloquios, encuestas, etc.).
- Establecimiento de una relación de recomendaciones generales y objetivos concretos fáciles de aceptar por el personal.
- Llamadas a iniciativas individuales para ahorrar energía (localización de consumos inútiles, etc.).
- Convocatorias de concursos o premios a ideas que estimulen el ahorro (mejoras en operación, cambios de procesos, etc.).
- Difusión de información concreta (realizaciones, actuaciones de otros grupos o departamentos, comparaciones históricas, etc.).
- Publicación de resultados (ahorros conseguidos, economía realizada, objetivos de nuevos organigramas, modificaciones efectuadas, etc.).

En cuanto a la formación del personal, es necesario que éste adquiriera el grado adecuado a sus puestos de trabajo, efectuando inicialmente una selección por puestos de mayor consumo energético.

Los procedimientos de formación podrán variar desde cursos de información básica y perfeccionamiento profesional hasta programas preparados específicamente, cursos de dinámica de grupos, etc. Asimismo, se considera fundamental repetir las campañas de mentalización y formación con cierta periodicidad para evitar al máximo las actuaciones rutinarias.

9.1. 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, tales como:

- Vigilar los parámetros de combustión.
- Controlar la calidad del agua de alimentación a caldera.
- Controlar el nivel de purgas.
- Vigilar el estado general de aislamientos.
- Verificar el funcionamiento de los instrumentos y elementos de control.

9.2. INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS

El personal encargado debe estar informado de la importancia que sobre el rendimiento de los equipos, y en consecuencia sobre el consumo energético, tiene el estado de conservación y mantenimiento de los aparatos. Igualmente debe estar mentalizado de la importancia de los trabajos de limpieza, lubricación periódica de piezas móviles y la inspección de todas aquellas piezas que estén sometidas a desgaste.

También debe informarse de la necesidad de verificar periódicamente los aislamientos eléctricos y el estado general de la pintura para evitar corrosiones.

10. ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL

Los modelos para organizar las empresas de cara a la energía pueden clasificarse en tres grupos:

- Creación de un Departamento de Energía autónomo (similar a otros staffs de la empresa) con dependencia directa de la dirección general.
- Creación de un Comité de Energía que apoya a los diferentes grupos especializados en que se divide el trabajo de la fábrica. En este caso, la organización se basa en crear una estructura paralela a la ya existente en la actualidad que sirva de apoyo a todos los grupos de trabajo de la empresa en materia energética. Su principal órgano de gestión será el Comité de Energía.
- Asunción por parte de un director técnico de las responsabilidades ejecutivas y de control del plan de utilización racional de energía.

10.1. EL COMITÉ DE ENERGÍA

La necesidad de disponer y preparar los medios y recursos humanos suficientes para llevar adelante el programa plantea la primera incertidumbre al empresario, al tener que escoger entre colaboradores exteriores o equipo formado por personal propio.

Pensando en los graves inconvenientes que tiene un personal no familiarizado con ciertos aspectos de los procesos, las reticencias del empresario a entregar sus datos de fabricación y, lo que es más importante, la exigencia de una continuidad para el programa, se expone a continuación un tipo de organización dentro de la propia empresa.

La organización debe ser:

- Específica y única para evitar interferencias con la existente en la empresa.
- Paralela y con una función staff a la anterior.
- Dependencia directa de la dirección: Sin el apoyo de la dirección, el programa se diluye e induce a una falta de colaboración entre los diferentes estamentos de la empresa.

Deberá estar formada por un equipo de personas cualificadas, con suficiente conocimiento técnico y de operación, para así poder establecer un programa de actuación por objetivos.

Su composición dependerá evidentemente de la propia estructura de la empresa e importancia de sus consumos energéticos.

Como idea general y a título orientativo, el comité de energía podría estar formado por un representante de cada uno de los diferentes departamentos siguientes:

- Mantenimiento.
- Producción.
- Ingeniería.
- Administración.

Existirá un presidente designado por la dirección, con las siguientes funciones:

- Promover, estableciendo políticas de actuación por objetivos fijados.
- Asistir, prestando la ayuda técnica y bibliográfica necesaria.
- Seguir los planes de acción acordados.
- Controlar las líneas de actuación y los procesos alcanzados.
- Comunicar, manteniendo una información entre los diferentes estamentos, de manera que la participación sea con el consenso de todo el personal de la instalación.

10.2. EL COORDINADOR DE ENERGÍA

La necesidad de un enlace entre los diferentes estamentos que promueva y transmita ideas, controle los programas desarrollados, estimule a los miembros del Comité y, en general, cree conciencia a todos los niveles, hace que surja la figura del coordinador de energía, como persona clave dentro de la organización del Comité.

Supervisará las actividades de conservación de energía marcando periódicamente los objetivos a lograr. Para ello:

- Podrá pedir todo tipo de datos a otros departamentos.
- Podrá ordenar la realización de ensayos, toma de datos y análisis.
- Tendrá personal colaborador a sus órdenes directas.
- Contará con el presupuesto adecuado.

Se responsabilizará:

- De mantener un adecuado número de personal instruido.
- De mantener un inventario satisfactorio de equipo.
- De reunir toda la información y documentación necesaria.

10.3. FUNCIONES DEL INSPECTOR

El inspector es la persona del equipo de ahorro energético que efectúa la revisión.

Es evidente que su acción no debe remitirse solamente a anotar los despilfarros, sino que intervendrá corrigiendo las pequeñas deficiencias que pueda encontrar, como parar un ventilador, arreglar un purgador, etc., sin interferirse nunca con el servicio de mantenimiento.

Aportará razones técnicas que sirvan de base para la elaboración de reglas para el posible ahorro de energía y dialogará con el personal de producción para informarse de las dificultades observadas.

10.4. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los datos suministrados por el personal operativo al equipo de ahorro energético deben presentarse en esquemas de antemano codificados y de una manera sintetizada con el fin de facilitar su ágil lectura y rápido análisis. La presentación debe permitir igualmente la comparación con los valores anteriores para así poner en evidencia los resultados alcanzados.

Con la lectura de éstos, el responsable del Comité de Energía deberá estar en condiciones de decidir las acciones necesarias para su mejoramiento buscando las causas de este consumo excesivo.

- Deberá fijarse una periodicidad (semana o mes) en su presentación.
- Se intentará que sea lo más completo y conciso, suprimiendo toda cifra no esencial y, en particular, todos los valores intermedios que no tengan un interés directo.

Al lado de cada punto se dejará una columna para "observaciones" donde se expondrán los resultados anormales, las razones de sus variaciones y, eventualmente, las medidas tomadas o a tomar.

11. PROGRAMAS DE AHORRO

La estrategia energética dentro del Programa de Ahorro supone un criterio lógico de planificación, cuyos elementos claves son:

- Interés general de la alta dirección por el programa de conservación de energía.
- Nombramiento del coordinador de energía en el que se depositen la responsabilidad, la autoridad y los medios para lograr los ahorros energéticos efectivos.
- Realización de una auditoría energética.
- Programa de enseñanza y capacitación para formar a los empleados en la utilización de la energía y dotarles de los conocimientos básicos para el ahorro energético.
- Programa de mantenimiento preventivo para asegurar un buen funcionamiento del plan y salvaguardar averías costosas.
- Criterio escalonado respecto a las inversiones en energía.
- Una buena administración, siendo éste el primer y principal factor determinante de los ahorros de energía.
- Sistema de seguimiento de los flujos y utilización de la energía y establecer objetivos para proporcionar a la administración los medios de reducir progresivamente el consumo energético de los distintos departamentos.
- Despliegue frecuente de material de promoción con instrucciones que se consideren indispensables para fomentar un constante interés y participación en el programa de ahorro energético.

El establecimiento y fijación de objetivos es la base inicial del programa con el fin de canalizar y aunar fuerzas en pro del ahorro. El plan debe ser la traducción concreta de la voluntad de la dirección de "mejorar la utilización de la energía en la empresa". Se compondrá de una serie de medidas coordinadas, a través de acciones cuantificables en costo y tiempo. Los objetivos se fijarán teniendo en cuenta la evolución de los consumos específicos energéticos y deberán ser por tanto:

- Claros.
- Específicos.
- Medibles (cuantificables en costo y tiempo).
- Razonables (estableciendo prioridades para llevarlos a cabo).

La elaboración del plan, en definitiva, será el resultado de una labor de trabajo y coordinación entre el Comité de Energía y los departamentos de fabricación interesados. Por tanto, deberá hacerse por departamentos con la participación activa del personal que después tendrá que intervenir en los mismos.

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.

12. INTERRELACIONES EMPRESARIALES

El sector textil tiene ciertos problemas estructurales bien conocidos por los empresarios. La necesidad de mejorar la competitividad exige la disminución del aislamiento y el fomento de las relaciones, no sólo al nivel actual de Asociaciones Provinciales existentes, sino que sería conveniente a nivel de toda Castilla y León.

Las ventajas de una mayor relación facilitarán los conocimientos y avances tecnológicos, así como la divulgación de experiencias exitosas. Cualquier mejora energética obtenida en una instalación puede redundar en beneficio de otras, siempre que exista esta relación. El Ente Regional de la Energía de Castilla y León tiene entre sus objetivos la difusión sectorial de medidas que favorecen el uso más eficiente de la energía y apoya en principio las iniciativas empresariales encaminadas a la diversificación y ahorro energético.

Una mejor interrelación de los profesionales del sector permite aprovechar las sinergías que se establecen en cuanto a mejoras tecnológicas, energéticas, de calidad, normalización y de capacitación.

La implicación sectorial en estos aspectos es más positiva si se realiza a través de las asociaciones que si se hace a título individual. Se debería comenzar por fortalecer las relaciones regionales y mostrar un conjunto fuerte y preparado para acometer también proyectos con otras regiones e incluso otros países. Por ejemplo, a nivel europeo se están favoreciendo sólo aquellas actividades que tienen la componente de interrelación entre países.

Existen a nivel regional y también nacional ciertos programas que facilitan subvenciones, créditos y otros instrumentos para financiar parcialmente los proyectos e instalaciones eficientes. Las Asociaciones y sus afiliados pueden acceder a estos instrumentos de una manera coordinada entre los mismos, con el objeto de obtener ventajas complementarias con las que todos pueden salir beneficiados. Las interrelaciones sectoriales favorecen la formación de consorcios, asociaciones de interés económico, acuerdos de cooperación y otras fórmulas actuales que potencian la capacidad técnica y financiera para presentarse a los proyectos y acometer la modernización del sector. Esta cultura interempresarial está cada vez más extendida en los países industrializados y produce buenos resultados sea cual sea el sector o subsector que la practica.

El gasto energético (combustibles, electricidad) es una partida que ha de abonarse siempre y por lo tanto conseguir su minimización ha de ser el objetivo empresarial. Con el intercambio de experiencias de mejoras energéticas y la actualización de los conocimientos técnicos en planificación integrada de los recursos se puede avanzar en la disminución del consumo energético sin mermar la calidad de los productos.

Alcanzar estos objetivos depende en gran medida del abandono paulatino de ciertos individualismos y un decidido interés por aumentar las interrelaciones sectoriales.

ANEXO

| BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN

- **Técnicas Energéticas en la Industria Textil.** Centro de Estudios de la Energía.
- **Review of Energy efficient Technologies in the Textile Sector.** A Thermie Programme Action.
- **Gestión Energética en la Industria Textil.** Institut Català d'Energia.
- Revistas Técnicas (Infopower, etc.).
- Información facilitada por el Área Textil de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de Salamanca.
- Información facilitada por la Agrupación de Fabricantes de Béjar.

II UNIDADES Y EQUIVALENCIAS

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 ²
Volumen	metro cúbico	m ³
Energía, Trabajo o Calor	Julio	J
Presión	Pascal	Pa

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 18. Sistema Internacional de Unidades.

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 ³ (kcal/Nm ³)	Julio por Kilogramo (J/kg) Julio por Nm ³ (J/Nm ³)
TEMPERATURA	Grado centígrado (°C)	Grado Kelvin (K)
PRESIÓN	Kilogramos fuerza por cm ²	Pascal (Pa)
CAUDAL	Metros cúbicos por hora (m ³ /h) Kilogramos por hora (kg/h)	Metros cúbicos por segundo (m ³ /seg) Kilogramos por segundo (kg/s)

Tabla 19. Unidades de Uso Común.

Fuente: Elaboración propia.

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

Tabla 20. 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 COMBUSTIBLES Y CARACTERÍSTICAS

COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

FUELÓLEO N° 1 Y FUELÓLEO N° 1 BIA ⁽¹⁾

CARACTERÍSTICAS	UNIDADES MEDIDA	LÍMITES
Azufre (1)	% Peso	2,70 máx
Viscosidad cinemática a 100°C	mm ² /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

(1) Cuando el contenido en azufre no supera el 1,0% en peso, se denomina fuelóleo n° BIA (Bajo Índice de Azufre)

Tabla 21. 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 ² /s	7,0 máx.
Punto de inflamación	°C	60 mín.
Agua y sedimento	% volumen	0,1 máx.
Densidad a 15° C	kg/m ³	900 máx.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	10.300 mín

Tabla 22. Combustibles líquidos: Gasóleo C.

Fuente: Elaboración propia.

COMBUSTIBLES GASEOSOS

GAS NATURAL

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

Tabla 23. 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 ³	0,1 máx.
Presión de vapor a 37,8 °C	kg/cm ²	10-15
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.800 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11,900 mín

Tabla 24. 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 ³	0,1 máx.
Presión de vapor a 50 °C	kg/cm ²	7,5 máx
Poder calorífico inferior (PCI)	kcal/kg	10.700 mín.
Poder Calorífico Superior (PCS)	kcal/kg	11.800 mín

Tabla 25. 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 $W = \text{PCS} / \sqrt{d}$.

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 de 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

- REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- El REAL DECRETO 871/2007, de 29 de junio, establece la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio 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 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a lo dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Cogeneración

- Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo relativa al fomento de la cogeneración.
- REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- 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.
- ORDEN ITC/1522/2007, de 24 de mayo, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- REAL DECRETO 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.
- REAL DECRETO 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de la cogeneración.

5

5

PLAN DE ASISTENCIA ENERGÉTICA EN EL SECTOR TEXTIL

