

- 1. ESCENARIO GLOBAL DO SECTOR**  
PAG. 4
- 2. ESCENARIO DO SECTOR EN GALICIA**  
PAG. 8
- 3. ESTRUCTURA E PROCESO PRODUTIVO DO SECTOR TÉXTIL**  
PAG. 12
- 4. CONSUMO DE ENERXÍA**
  - PAG. 18 4.1 DATOS GLOBAIS DO SECTOR
  - PAG. 19 4.2 CARACTERÍSTICAS DO CONSUMO ENERXÉTICO
  - PAG. 19 4.2.1 ENERXIA ELÉCTRICA
  - PAG. 22 4.2.2 COMBUSTIBLES
  - PAG. 22 4.3 REPRESENTATIVIDADE DO ESTUDO
  - PAG. 23 4.4 INDICADORES ENERXÉTICOS DO SECTOR
  - PAG. 23 4.4.1 ANÁLISE ENERXÉTICA DO SECTOR TÉXTIL EN GALICIA
  - PAG. 26 4.4.2 ANÁLISE PARTICULARIZADA
- 5. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ASOCIADOS AO CONSUMO DE ENERXÍA**  
PAG. 36
- 6. RECOMENDACIÓNS PARA O AFORRO E A EFICIENCIA ENERXÉTICA**
  - PAG. 40 6.1 ENERXÍA ELÉCTRICA
  - PAG. 41 6.1.1 CONTRATACIÓN ELÉCTRICA
  - PAG. 53 6.1.2 ILUMINACIÓN
  - PAG. 70 6.1.3 MOTORES DE ALTA EFICIENCIA
  - PAG. 75 6.1.4 AIRE COMPRIMIDO
  - PAG. 84 6.2 ENERXÍA TÉRMICA
  - PAG. 84 6.2.1 XERACIÓN DE VAPOR
  - PAG. 94 6.2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR
  - PAG. 96 6.2.3 CLIMATIZACIÓN
- 7. CONCLUSIÓNS**  
PAG. 103
- 8. BIBLIOGRAFÍA**  
PAG. III



# ESCEARIO GLOBAL DO SECTOR



## I. ESCENARIO GLOBAL DO SECTOR

A situación actual afectou intensamente á economía española e a todos os sectores, incluído tamén o sector téxtil.

Isto provocou un cambio de estratexia nas empresas para faceren fronte ao novo contorno no que se move o sector, caracterizado pola crecente globalización das súas actividades, en especial dende 2005, ano no que se liberalizaron os intercambios téxtiles internacionais.

No tocante á produción, o nivel alcanzado no 2010 atópase un 35,8 % por debaixo do de 2005, que podemos considerar como de referencia para o sector antes da crise xeral, iniciada no 2008. Esta evolución foi bastante uniforme, xa que o téxtil (CNAE 13) retrocedeu un 35 %, mentres que a confección (CNAE 14) o fixo un 36,5 %.

En canto ao emprego, a baixada global ten sido dun 38 % se se mide a través dos afiliados á Seguridade Social.

A mediados do 2009, o sector entrou nun proceso de certa recuperación baseado no crecemento da demanda exterior, posto que o mercado español continúa en termos negativos.

Así, no 2010, as exportacións creceron un 9,2 %, e superaron os 8500 millóns, cun maior dinamismo nas vendas exteriores a países emerxentes, se ben a demanda de Europa, o noso mercado natural, tamén mellorou en relación coas baixas cifras de 2009.

No primeiro trimestre de 2011, a demanda exterior acelerouse e acadou un aumento das exportacións do 19 %, fronte a 15 % no trimestre anterior. Aínda que a UE continúa a recibir os 2/3 do total exportado, os mercados asiáticos e americanos son os que máis crecen.

Esta evolución permitiu unha certa normalización dos niveis de actividade e emprego, que no 2010 retrocederon un 1 % e un 5 %, respectivamente, fronte ás caídas ao redor do 20 % de 2009.

A evolución do sector e a incidencia da crise tamén se reflectiu no colectivo de empresas, cuxo número se reduciu nun 29,3 % entre 2005 e 2010, ao pasaren de 25 468 a 17 999. Esta evolución significa unha perda de 1867 empresas.

Dende o punto de vista enerxético, o sector téxtil pertence á industria e consume en España un 2,2 % sobre o total.

A distribución porcentual por tipos de enerxía para este sector foi a seguinte:

%	CARBÓN E DERIVADOS	PRODUTOS PETROLÍFEROS	GAS	ELECTRICIDADE	OUTROS	TOTAL CONSUMO
SECTOR TÉXTIL	0,0	9,9	27,9	60,9	1,3	217,431 M€

FONTE: INE



TECNOLOXÍA TÉXTIL



# ESCEARIO GLOBAL DO SECTOR EN GALICIA



## 2. ESCENARIO DO SECTOR EN GALICIA

Galicia destacou no panorama nacional debido ao seu dinamismo e continua adaptación aos cambios do contorno. Así, na actualidade pódense identificar catro grandes subsectores: retail, marcas, fabricantes e servizos auxiliares. Como se pode comprobar, debido á situación actual, este sector tense visto afectado en Galicia, do mesmo xeito que outros sectores, e o que o está a manter vivo son as exportacións, tanto á Unión Europea como a terceiros países.

Un dos principais puntos que é preciso ter en conta na competitividade deste sector son os grandes consumos enerxéticos, debido tamén ao incremento dos prezos do petróleo e dos seus derivados, polo que os custos de produción son cada vez maiores.

A situación actual afectará máis a aquelas empresas retail que teñan marca propia, posto que esta última xa non é unha garantía de compra, e sobrevivirán aquelas que estean

máis externalizadas, sexan máis competitivas e oferten unha maior gama de produtos. No ano 2011 presentouse o Plan Téxtil Moda Visión 2020, un documento que fixa como eixos principais favorecer o acceso ao financiamento das empresas galegas deste sector, fundamentalmente das pequenas e medianas (PEMES), e a súa saída a novos mercados. O plan estratéxico foi elaborado de xeito conxunto pola Consellería de Economía e Industria e o clúster téxtil. É un sector que xera o 14 % da riqueza galega e está composto por empresas heteroxéneas de distintos tamaños. O plan ten unha visión a medio e longo prazo para o mantemento do liderado e pretende dar apoio, en especial, ás máis de 500 pequenas e medianas empresas que dan emprego a unhas 13 000 persoas na comunidade e facturan 1000 millóns anuais. O plan contén 12 liñas concretas que van dende o apoio para o acceso ao circulante, ata a aposta pola formación, a innovación, a cooperación entre empresas e a posta en común de información.

As principais características do sector téxtil e da confección en Galicia son o seu dinamismo

e continua adaptación aos cambios que se producen no contorno, do cal se derivan os diferentes modelos de negocio que existen na actualidade.

A continuación detállanse os integrantes da cadea de valor do sector:

- **Retail:** Neste grupo englábanse aquelas empresas cuxa actividade principal é o retail, ou venda ao detalle, e que subordinan o resto das súas actividades á eficiencia nela.
- **Marcas:** Este grupo está formado por todas as empresas que posúen unha ou varias marcas propias e que as comercializan, fundamentalmente, mediante unha canle multimarca, xa sexa a través de tendas independentes, grandes retallistas ou tendas departamentais.
- **Servizos auxiliares:** A reconfiguración continua do sector está a favorecer a aparición de novas clases de servizos que, ou ben perciben neste sector unha oportunidade para se abriren camiño no mercado e se lanzan a ela, ou se animan

pola masa crítica que se vai xerando e que xustifica a existencia de servizos especializados para a industria galega.

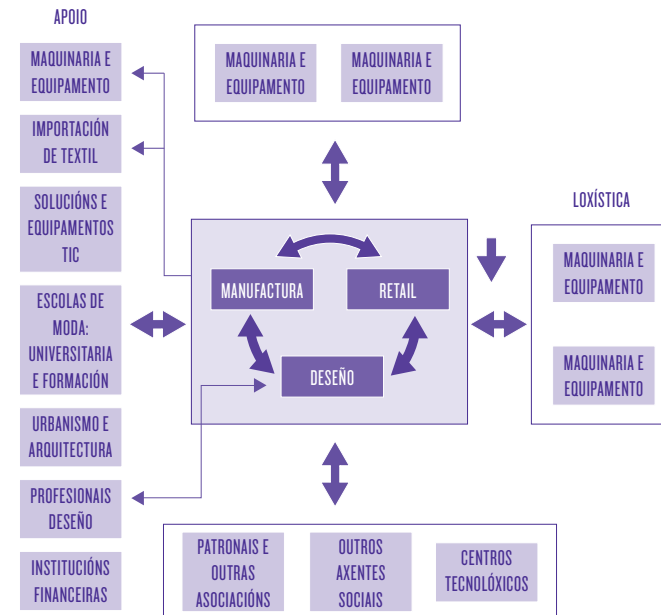
- **Fabricantes:** Este grupo de empresas está constituído por outros tres grupos:
  - Empresas con certo tamaño. Caracterízanse por apostar pola tecnoloxía e térense especializado nun tipo de produción, evolucionando cara á creación de novas unidades produtivas en terceiros países.
  - Empresas con marca

ou distribución propia. Manteñen unha parte da produción de forma interna. Este mantemento pode ter dúas causas: ben porque consideran que esas actividades son chave para conservar as súas vantaxes no mercado, ben polo mantemento da súa actividade profesional.

- Pequenos talleres de confección. Teñen máis posibilidades de subsistir aqueles que están a adaptar continuamente as súas estruturas e liñas de negocio cara ás novas demandas

e esixencias dos seus clientes, converténdose en auxiliares dos mesmos, sincronizados e integrados na súa estrutura.

- A industria téxtil constitúe un sector heteroxéneo e diverso que comprende un amplo número de actividades produtivas, dende a produción de fibras ata a elaboración de pezas confeccionadas ou artigos téxtil-fogar finais, que chegan ao consumidor e que, en cada unha desas etapas, presentan trazos particulares e característicos.





O consumo de electricidade en Galicia para este sector obtívose ao engadir aos datos fornecidos polas empresas distribuidoras de electricidade o consumo das centrais hidroeléctricas de bombeo e das plantas anexas ás centrais en réxime especial. O consumo total de electricidade para todos os sectores foi de 20 407 564 MWh durante o ano 2008. O consumo para o sector téxtil (incluído o do coiro e o calzado) calculado polo MITYC aparece reflectido na

seguinte táboa. Nela pódese observar que segue unha tendencia descendente e que se corresponde cun 4,5 % do total do consumo galego no 2008.

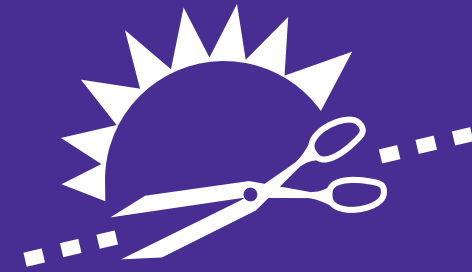
En canto ao número de empresas presentes en Galicia e nas súas provincias, achéganse os seguintes datos do Instituto Galego de Estatística.

Por último, imos reflectir o consumo eléctrico para este sector (incluído o do coiro e calzado) por provincias:

MWh	2006	2007	2008
SECTOR TÉXTIL	81.094	85.861	77.465

	GALICIA	A CORUÑA	LUGO	OURENSE	PONTEVEDRA
INDUSTRIA TÉXTIL	345	170	12	27	136
CONFECCIÓN DE ROUPA DE VESTIR	1.177	656	74	120	327

MWh	2006	2007	2008
A CORUÑA	49.472	55.221	48.792
OURENSE	6.442	6.314	6.432
PONTEVEDRA	21.990	21.013	18.795
LUGO	3.190	3.313	3.446



# ESTRUCTURA E PROCESO PRODUCTIVO DO SECTOR TÉXTIL



### 3. ESTRUCTURA E PROCESO PRODUTIVO DO SECTOR TÉXTIL

O proceso produtivo dunha industria téxtil abrangue moitos subsectores e é necesaria unha gran coordinación entre os mesmos. A primeira fase do proceso é a etapa de deseño, onde os creativos deseñan pezas suxeitas ás tendencias da moda e do que marcan os mercados. Esta etapa ten como obxectivo a creación de pezas que cumpran cos requisitos das novas tendencias e das necesidades dos consumidores. Ademais, é preciso ter en conta o prezo final da peza e axustar calidades, tempo e custos de elaboración. Unha vez obtidos unha serie de deseños, procédese ás negociacións e compra das teas e do resto de elementos que vaia levar a peza. Son os deseñadores quen escollen o tipo de tea co que se confeccionará o seu deseño, mais sempre dentro dos custos de produción.

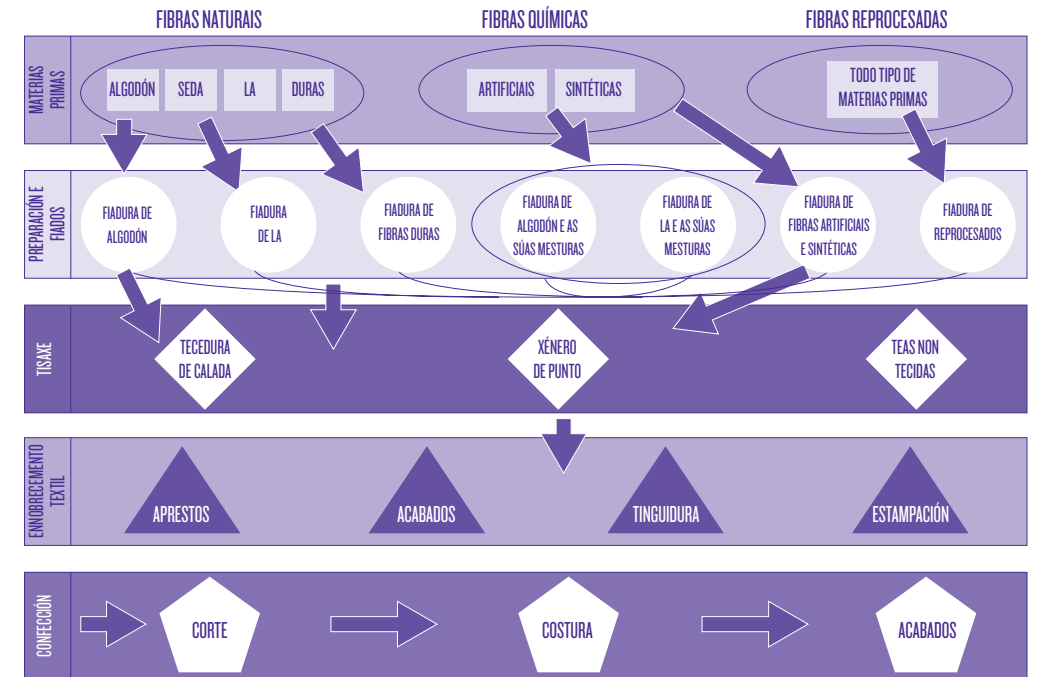
A seguinte fase do proceso é a da patronaxe, na que os

patronistas realizan o corte de cada parte e a adaptan ao corpo humano. Adóitase escoller un individuo estándar de tallaxe determinada, con medidas específicas tendo en conta a quen vai dirixida a peza en función dos rangos de idade. Unha vez se escolleu o individuo e os patronistas teñen cada parte cortada e medida, vanas axustando ao corpo para comprobar que o deseño non só é atractivo, senón tamén plausible para realizar o seu corte e confección a grande escala. Para iso comprobán non só que a peza siga unha tendencia de moda, mais que tamén todos os cortes, ombreiras, petos ou botóns sexan funcionais e aptos para o consumidor.

Unha vez que os patronistas dan o visto bo ao modelo, decídese a tallaxe de confección, a escala á cal vai ser reproducido, etc. O proceso polo cal se decide un rango de tallas chámase escalado. En numerosas industrias non se realiza o proceso completo, de feito, o deseño e escalado adoita ir parello, pero a produción en serie adóitase realizar en empresas adxacentes ou inclusive noutros países.

Unha vez obtidas as pezas, estas son almacenadas en naves onde se procede á súa etiquetaxe e se lles engade o correspondente código de barras, o cal, entre outras moitas funcións, servirá como control de stock e control da peza para a súa posterior distribución, venda ou devolución. En moitas ocasións, as pezas veñen con taras ou defectos, polo que nas industrias téxtiles adóitase sometelas a un rigoroso control e mesmo existen departamentos que só se dedican a xestionar pezas con defectos ou con vendas nulas.

No sector téxtil, unha das fases máis importantes é a de distribución, porque non só inflúe o país ao cal vai destinada a peza, senón tamén o target, o clima, etc., polo que a loxística adoita ser un departamento chave. Este punto é importante debido a que un dos maiores consumos enerxéticos neste sector é o do transporte e depende moito das variacións de prezos do petróleo.



FLUXOGRAMA DO PROCESO PRODUTIVO. FONTE: ESTUDO DE NECESIDADES FORMATIVAS DO SECTOR TEXTIL E DA CONFECCIÓN EN GALICIA. XUNTA DE GALICIA.



### •Deseño

O proceso de confección parte do proceso de deseño. Este proceso é unha tarefa creativa e suxeita ás leis do mercado da moda, da oferta e da demanda e dos custos de produción. O proceso de deseño ten como obxectivo crear un modelo que dea solución a unha necesidade de moda.

### •Patronaxe e escalado

Á etapa de deseño séguelle a de patronaxe, que consiste en organizar a fabricación dunha peza de vestir. Divídense en partes separadas as distintas áreas do corpo humano que se irán vestir, de xeito e maneira que cada corte de tea se adapte a esa área e que a unión de todas as partes nunha orde predeterminada produza como resultado un modelo de peza que se corresponda co deseño do modelo proposto.

O patronista necesita atopar no deseño unha definición completa de como debe de ser a peza, as súas dimensións, a situación dos cortes que leva, tanto dianteiros como nas costas, o tipo de manga, pescozo, petos, carteiras, presillas, ombreiras, cinto, longo, etc; así como todas as precisións técnicas que

sexan precisas para realizar ese modelo. Cada parte e o conxunto ordenado de todas elas pódense copiar en serie e reproducírense a escala. De feito, unha vez dada a aprobación a un modelo, decidírase a produción dun determinado rango de tallas do mesmo. Ao procedemento de conseguir un rango de tallas a partir do patrón base do modelo chámasele escalado.

### •Tisaxe

Unha vez finalizadas as fases previas de preparación, procédese á fabricación propiamente dita. No proceso de tisaxe, en caso de existir, transfórmase o fío en tecido. Como xa se comentou, o tecido obtense mediante a formación dunha malla. Basicamente, tecer ou facer punto consiste en pasar un lazo de fío a través doutro lazo utilizando dúas agullas. A base do xénero de punto é a malla, que se pode formar de dous xeitos: en sentido transversal (xénero de punto por trama) e en sentido lonxitudinal (xénero de punto por urdidoira).

• **Xénero de punto por trama:** Un ou varios fíos xuntos van formando a malla en sentido transversal. Resulta

bastante elástico e emprégase para xerseis, pezas deportivas, roupa medias e calcetería. Cando rompe un fío, ten tendencia a formar a chamada «carreira». A malla pódese desfacer de arriba a abaixo.

• **Xénero de punto por urdidoira:** Neste caso, a malla vaise formando lonxitudinalmente con varios fíos, aos que tamén se lles poden engadir uns fíos (pasadas) en sentido transversal e outros de urdidoira en sentido lonxitudinal que non formen mallas. O xénero de punto por urdidoira é o chamado «indesmallable», porque é practicamente imposible que se desfaga. Nel non se forman «carreiras». Resulta un xénero bastante estable, polo que se emprega para lencería e corsetería, pezas nas que a elasticidade vén determinada máis ben polo tipo de fibra utilizada.

As máquinas empregadas neste proceso son as tricotasas, que poden ser de disposición rectilínea ou circular, e con elas obtense xénero aberto ou tubular e, ademais, pezas de formas determinadas.

### •Corte

Unha vez que se obtén o tecido, do proceso de tisaxe nas empresas de xénero de punto e dos provedores no caso das empresas de confección, este pasa á sección de corte. No proceso de corte realízanse sobre os tecidos as tarefas necesarias para que todas as partes que compoñen un modelo estean afinadas e dispostas en bloques para pasalas ao proceso de preparación da costura. Ante o tecido, os cortadores deberán de adoptar unha determinada técnica de corte, acorde coas características industriais da empresa e da peza que confecciona.

A maquinaria máis importante neste proceso son as mesas de corte e as súas correspondentes cabezas. Estes mecanismos están situados no brazo extensible e móbil sobre a mesa de corte. O elemento cortante pode ser unha coitela ou serra (circular ou recta).

### •Confección

Tras o proceso de corte, as partes son enviadas á sección de cosido. Nesta sección, as diferentes partes dunha peza móntanse e únense entre elas, deixándoa lista para o repasado e embalaxe. A operación máis

importante nesta sección é o cosido das partes que constitúen a peza. A ferramenta principal desta sección é a máquina de coser. A súa función xenérica consiste en entrelazar o fío cun ou varios tecidos, para unilos entre si, adornalos, recubrilos ou para que non se desenfien. A máquina de coser, despois do tear, é a ferramenta que maior impulso lle deu á industria do tecido e da vestimenta en xeral.

### •Repasado

O final do proceso de confección está situada a sección de repasado, que ten por finalidade conferirlle á peza as características necesarias de acabado final e boa presentación para ser situada no punto de venda. O repasado dunha peza debe producir nela dous efectos:

- Eliminar as engurras derivadas das distintas manipulacións de montaxe e costura.
- Darlle a forma especial que a peza deba levar conforme ao deseño da mesma, ou as formas especiais parciais no pescozo, mangas, solapas, etc.

### •Embalaxe e almacenaxe

As pezas confeccionadas son

dobradas e introducidas nunha embalaxe. Normalmente, antes da súa embalaxe realízase un control final de calidade.

As pezas embaladas son enviadas ao almacén de produto acabado, onde se clasifican por cliente para a súa posterior expedición. Do almacén de produto terminado son enviadas por transporte aos clientes comerciantes por xunto e polo miúdo, quen as poñen a disposición do cliente ou consumidor final.







# CONSUMO DE ENERGÍA



## 4. CONSUMO DE ENERXÍA

### 4.1 DATOS GLOBAIS DO SECTOR

No ámbito nacional, dende o punto de vista enerxético, o sector industrial foi responsable no ano 2009 do consumo de 32 521 ktep, é dicir, o 33,3 % da enerxía final.

No ámbito galego, o sector industrial contribuíu ao consumo eléctrico final nun 54,1 % no ano 2009, con 829 ktep.

No contexto nacional, a actividade industrial desenvolta polos sectores **téxtil, coiro e calzado** representou un consumo de enerxía final na industria de 597 ktep para o ano 2010.

Na seguinte táboa preséntase a evolución do consumo de enerxía final total para as agrupacións de actividade estudadas na Estratexia de Aforro e Eficiencia Enerxética.

CONSUMO DE ENERXÍA FINAL EN ESPAÑA. SECTORIZACIÓN

	2008		2009		2009/08
	Ktep	ESTRUCT	Ktep	ESTRUCT	
INDUSTRIA	36.625	34,7	32.521	33,3	-11,2
TRANSPORTE	39.920	37,8	37.926	38,8	-5,0
USOS DIVERSOS	29.071	27,5	27.330	28,0	-6,0
TOTAL	105.615	100,0	97.776	100,0	-7,4

FONTE: «LA ENERGÍA EN ESPAÑA 2009». MITYC

CONSUMO ELÉCTRICO POR SECTORES NO ANO 2009 EN GALICIA

SECTOR	ACTIVIDADE	Ktep	%	EVOLUCIÓN 09/05
PRIMARIO	PESCA, AGRICULTURA E MINAS	22	1,4	-21,4%
SECUNDARIO	INDUSTRIA	829	54,1	-9,9%
	BOMBEO	30	2,0	-16,7%
	TERCIARIO	SERVIZOS	292	19,0
	CONSTRUCCIÓN	16	1,0	33,3%
	TRANSPORTE	3	0,2	-25,0%
	DOMÉSTICO	342	22,3	-1,2%
CONSUMO FINAL DE ELECTRICIDADE		1534	100	
PERDAS E EXPORTACIÓN EN BAIXA TENSIÓN		235		
CONSUMO BRUTO DE ELECTRICIDADE		1769		

FONTE: «BALANCE ENERXÉTICO DE GALICIA 2009». INEGA

CONSUMO DE ENERXÍA FINAL NAS AGRUPACIÓNS DE ACTIVIDADE EN Ktep

	2007	2010	EVOLUCIÓN 07/10
ALIMENTACIÓN, BEBIDAS E TABACO	2556	2352	-8,0%
TÉXTIL, COIRO E CALZADO	747	597	-20,1%
MADEIRA, CORTIZA E MOBLES	698	705	1,0%
PASTA, PAPEL E IMPRESIÓN	2516	2535	0,8%
QUÍMICA	5770	4944	-14,3%
MINERAIS NON METÁLICOS	7519	6093	-19,0%
EQUIPO DE TRANSPORTE	788	852	8,1%
METALURXIA E PRODUCTOS METÁLICOS	6687	5944	-11,1%
MAQUINARIA E EQUIPO MECÁNICO	354	321	-9,3%
EQUIPO ELÉCTRICO, ELECTRÓNICO E ÓPTICO	362	345	-4,7%
RESTO DA INDUSTRIA	2058	3522	71,1%
TOTAL SECTOR INDUSTRIA	30 056	28 209	-5,5%

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DO CONSUMO ENERXÉTICO

A industria do sector téxtil e da confección demanda, fundamentalmente, enerxía eléctrica para maquinaria e servizos, e enerxía térmica para acondicionamento de naves e calor de proceso. Algunhas empresas non teñen subcontratado o transporte, polo que este pode chegar a constituír unha fonte importante de consumo e gasto enerxético.

A continuación descríbense os principais equipos e procesos que demandan algunha destas enerxías.

#### A) ENERXÍA ELÉCTRICA

A enerxía eléctrica provén da rede de distribución da zona e, na maioría dos casos, emprégase unha conexión en baixa tensión. Dende o 1 de xullo do 2009 extinguíronse as tarifas integrais (RD485/2009, do 3 de abril) polo que todos os consumidores pasaron ao mercado liberalizado.

As empresas estudadas optan, na súa ampla maioría, pola tarifa de acceso 3.0A, con tres períodos horarios, para baixa tensión.

Se se toma como referencia o conxunto de empresas



analizado, obsérvase que os pequenos consumidores, cunha potencia contratada inferior a 20 kW, teñen contratos de subministración no mercado eléctrico, mentres que os grandes consumidores non mostran un patrón definido.

O prezo medio da unidade de enerxía eléctrica nas empresas estudadas é de 15,17 c€/kWh (incluído o termo de potencia). Se ben está contía oscila bastante en función do tipo de consumidor, é posible atopar

valores extremos de 10,21 c€/kWh para empresas de gran consumo eléctrico (1600 MWh) e de 18,15 c€/kWh para pequenos consumidores (48 MWh).

En termos xenéricos, as empresas analizadas teñen contratada unha potencia acorde coas súas necesidades. Non se apreciaron excesos de consumo significativos, aínda que si algunha empresa con consumos de potencia bastante inferiores aos contratados. O 86 % das empresas

visitadas contan con baterías de condensadores para compensaren o consumo de enerxía reactiva. Con todo, nas empresas de menor consumo as baterías de condensadores atópanse algo desfasadas respecto das necesidades, o cal reflicte factores de potencia que incorren en penalización.

As instalacións consumidoras de enerxía eléctrica no sector téxtil son, principalmente:

## ILUMINACIÓN

As empresas visitadas contan cunha tipoloxía de luminarias diferente dependendo da zona da empresa. Por unha banda, na zona de produción e almacéns predominan os fluorescentes de 58 W, mentres que nas oficinas pódense atopar tanto fluorescentes de menor potencia (36 W), como halóxenos e luminarias incandescentes (xeralmente en vestíbulos e zonas de exposición). Estes fluorescentes contan, xeralmente, con balastos de tipo electromagnético.

En canto ao sistema de regulación empregado, obsérvase que só existe na iluminación exterior. Nalgúns casos, realízase mediante programación horaria e, noutros, por comando dunha célula fotoeléctrica. En canto á instalación interior, adoita contar unicamente con interruptores manuais.

## AIRE COMPRIMIDO

Os sistemas de aire comprimido son, por termo xeneral, centralizados e están formados por un ou máis compresores. O aire de entrada non adoita ser tratado e a tipoloxía de compresor máis empregada é a dos compresores de émbolo e parafuso. A gama de potencias destes aparellos é diversa, podendo atopar aparellos de 4 CV en industrias de pequeno tamaño e equipos de 40 CV noutras de maior envergadura.

## EQUIPAMENTOS DE SERVIZOS XERAIS

Nos servizos xerais, alén de existir un consumo eléctrico derivado da iluminación e dos equipos ofimáticos, pode haber un consumo eléctrico asociado á climatización das estancias. A climatización das oficinas adóitase realizar con bombas de calor.

## MAQUINARIA

A maquinaria constitúe a principal fonte de consumo eléctrico da industria téxtil. Practicamente todos os procesos produtivos téxtiles demandan enerxía eléctrica: as serras na sección de corte, as máquinas de coser na de costura, os ferros de pasar (sobre todo se teñen vapor por resistencias eléctricas) na sección de repasado, as termofixadoras e, por último, as plataformas hidráulicas nas seccións de almacén e expedición.

É difícil caracterizar a tipoloxía de maquinaria empregada baixo un patrón xenérico, dada a variedade de máquinas existentes en canto a aplicación, potencia e frecuencia de uso. En termos xenéricos, pódese dicir que nos procesos non automatizados existen moitas máquinas de pequena potencia (0,5 kW), mentres que nos procesos automatizados atópanse centros de operación de gran potencia. Xeralmente, estas últimas atopámolas nas empresas de maior tamaño. Os consumos (por potencia de máquina) máis importantes atopámoslos nos centros de corte (duns 20 kW), nos centros de repasado eléctrico (potencia duns 15 kW) e nas máquinas termofixadoras (potencia duns 15 kW).

As máquinas de coser, aínda que de potencia unitaria pequena, representan tamén un gran consumo, existindo centros produtivos con ata unhas 70 máquinas.



## B) COMBUSTIBLES

Os combustibles son demandados na industria téxtil como calor de proceso, na sección de repasado, e como calor de acondicionamento de espazos, na nave de produción, nos almacéns e nas oficinas.

### 4.3 REPRESENTATIVIDADE DO ESTUDO

O presente estudo parte da realización de 17 auditorías enerxéticas en diversas empresas representativas do sector téxtil. Debido á diversidade empresarial que existe no sector téxtil, non se pretende que a mostra estudada sexa representativa dende o punto de vista estatístico, pero

si que os resultados obtidos sexan aplicables, en maior ou menor medida, a outras empresas téxtiles similares.

Os estudos enerxéticos centráronse nos subsectores máis importantes dentro do sector, como son a confección e o xénero de punto.

Os procesos que se analizaron en maior profundidade foron

os que se consideraron máis representativos do sector e cuxa mellora presenta unha maior replicabilidade noutras empresas do sector.

## 4.4 INDICADORES ENERXÉTICOS DO SECTOR

A partir das auditorías enerxéticas recolléronse datos suficientes para a creación de cocientes enerxéticos que permiten relacionar variables produtivas da empresa co consumo enerxético e o gasto económico asociado. Á hora de intentar xeneralizar os resultados obtidos para cada empresa particular, existe a dificultade de homoxeneizar a gran disparidade de datos.

Para tratar de clarificar a estrutura de consumo enerxético e gasto económico da industria téxtil realizarase unha dobre clasificación. Nun primeiro termo, analizaranse as empresas auditadas no seu conxunto para, posteriormente, realizar unha análise de sensibilidade clasificando cada un dos diferentes colectivos empresariais a través do consumo enerxético como criterio de segmentación.

Estableceranse tres grupos empresariais en función do seu consumo enerxético. Empresas cun consumo anual inferior a 50 tep, empresas cun consumo anual comprendido entre 50 e 100 tep, e empresas cun consumo anual superior a 100 tep.

- Grupo 1: Industrias téxtiles cun consumo inferior a 50 tep.
- Grupo 2: Industrias téxtiles cun consumo superior a 50 tep e inferior a 100 tep.
- Grupo 3: Industrias téxtiles cun consumo superior a 100 tep.

### 4.4.1 ANÁLISE ENERXÉTICA DO SECTOR TÉXTIL EN GALICIA

O conxunto das empresas auditadas suman un consumo enerxético anual de 780,77 tep, ao cal se asocia un gasto enerxético de 824 873,89 €/ano. Este gasto enerxético representa, por termo medio, un 1,3 % da facturación.

A facturación media anual rolda os 3,7 millóns de euros, o número medio de empregados é de 63 e o número de pezas confeccionadas aproxímase ás 530 000 ud./ano.

Por termo medio, unha empresa do sector consome anualmente 64,60 tep de enerxía e gasta para iso algo máis de 81 500 €.

O consumo enerxético céntrase, principalmente, na enerxía eléctrica, que contribúe en máis dun 47 % ao consumo total.

Este alto consumo indica que a operación das máquinas de produción demanda maior cantidade de enerxía que a climatización das naves e a xeración de vapor de proceso. O consumo de gasóleo, cun 36,63 %, representa a segunda fonte de enerxía demandada, por diante do gas natural, que participa cun 11,81 %, e, para rematar, o gasóleo B, que representa un 3,87 % do consumo medio global.

Débese ter en conta que a presente análise oculta particularidades de cada empresa, como poden ser que a maioría teñen o transporte subcontratado e que algunhas empregan electricidade para producir vapor para o repasado.

De feito, se se analizan por separado as empresas que posúen rede de transporte propia, obsérvase que o consumo enerxético de gasóleo

## XERADORES DE CALOR

Entre os sistemas xeradores de calor é posible atopar caldeiras de vapor, caldeiras de auga quente, xeradores de aire quente e equipos de consumo eléctrico xa indicados no apartado anterior (radiadores eléctricos, bombas de calor ou equipos de aire acondicionado).

As caldeiras de vapor adóitanse empregar para xerar vapor para o proceso de repasado e climatizar as naves de produción mediante fancoils. En ocasións utilízanse exclusivamente para xerar vapor e, neste caso, obtense a calefacción das naves mediante xeradores de aire quente.

As caldeiras de auga quente adoitan empregarse para climatizar as oficinas, ao igual que os equipos eléctricos de climatización.

O combustible empregado por case todas as industrias téxtiles visitadas é o gasóleo, xa que ningunha das empresas conta con acceso á rede de gas natural. O custo medio do gasóleo é de 81,93 c€/litro, o que representa un custo do kwh de 7,91 c€ ou 902,47 € por tep.

## TRANSPORTE

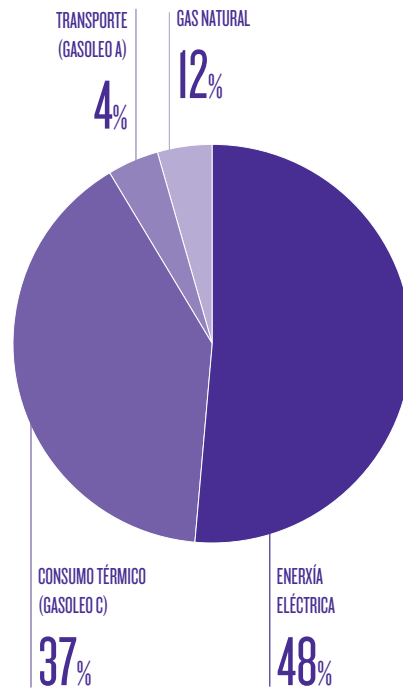
A maioría das empresas utilizan como medios de transporte os camións e os coches comerciais, xa sexan propios ou subcontratados. Aínda que se acostuma contabilizar o gasto total en combustible, non é habitual controlar o consumo dos vehículos, nin se forma aos condutores en condución eficiente.



## DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO E ECONÓMICO MEDIO

	CONSUMO ANUAL	CONSUMO ANUAL	ESTRUT	GASTO ANUAL	ESTRUT
	MWh/ano	tep/ano	%	€/ano	%
ENERXÍA ELÉCTRICA	357,90	30,80	47,68 %	53 651,44	65,54 %
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	275,05	23,67	36,63 %	21 210,61	25,91 %
TRANSPORTE (GASÓLEO A)	29,05	2,50	3,87 %	3 578,34	4,37 %
GAS NATURAL	88,66	7,63	11,81 %	3 422,43	4,18 %
TOTAL	750,65	64,60		81 862,83	

## DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO MEDIO



A pode chegar a participar ata nun 33 % no consumo global.

Do mesmo xeito, existen empresas que non empregan gasóleo para a produción de vapor (producido mediante resistencias eléctricas no centro de repasado), o que reduce o consumo deste combustible. En ocasións, a demanda de gasóleo C pode chegar a desaparecer en empresas que unicamente empregan electricidade para climatizar e producir vapor (xeralmente, en empresas de pequena envergadura).

A repercusión económica dos **gastos enerxéticos** recae, principalmente, no consumo eléctrico que, se ben xa era representativo, aumenta a súa notoriedade debido ao maior custo por unidade de enerxía da electricidade. O gasóleo C figura como segundo partícipe do gasto enerxético con algo máis do 25 % do gasto total. O gasóleo A participa cun 4,37 %, seguido polo gas natural, en último lugar, cun 4,18 % do gasto medio global.

En relación co consumo enerxético, cómpre destacar que, nas empresas con transporte propio, o gasto enerxético derivado deste

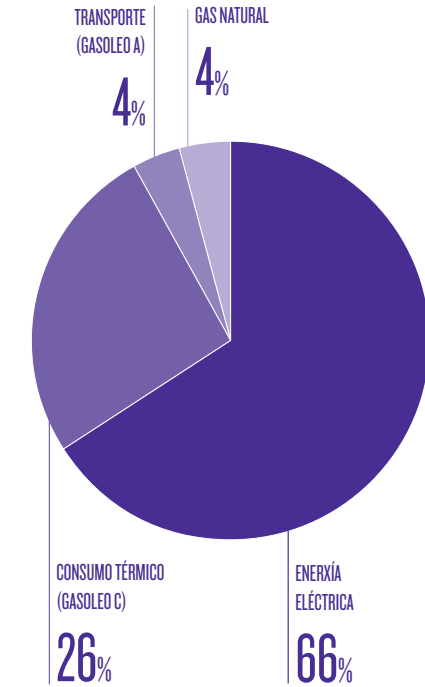
último pode aumentar ata o 30 % do total. Para as empresas que non empregan gasóleo no proceso de repasado e climatizado, a contribución eléctrica pode aumentar ata o 100 %.

Se se analizan os custos enerxéticos por unidade de enerxía consumida, obsérvase que unha industria téxtil gas por termo medio, 1267,26 € p tep consumido.

A enerxía máis custosa é a electricidade, con 15,17 c€/kV seguida do combustible para transporte, con 12,32 c€/kWh e o gasóleo C, con 7,92 c€/kW por diante do gas natural, con 3,95 c€/kWh.

Alén do consumo enerxético (64,60 tep/ano), o gasto enerxético (81 862,83 €) e a porcentaxe sobre facturación, 2,2 %, é posible obter outros cocientes enerxéticos que se enuncian na seguinte táboa.

## DISTRIBUCIÓN DO GASTO ENERXÉTICO MEDIO





## CUSTOS MEDIOS UNITARIOS DAS FONTES DE ENERXÍA

	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	GASÓLEO A	GAS NATURAL
€/kWh	15,17	7,92	12,32	3,95
€/tep	1764,89	920,43	1432,71	459,39

## COCIENTES SOBRE CONSUMO E GASTO ENERXÉTICO

VARIABLE	COCIENTES DE CONSUMO ENERXÉTICO		COCIENTES DE GASTO ENERXÉTICO	
FACTURACIÓN	17,42	tep/M€FACT	2,2%	GASTO/FACT
EMPREGADO	1,22	tep/EMPREGADO	1544,58	€/EMPREGADO
PEZAS ELABORADAS	0,12	tep/MILES DE PEZAS	15,45	c€/PEZA

## 4.4.2 ANÁLISE PARTICULARIZADA

A continuación analizaranse as empresas clasificándoas en tres grupos en función do seu consumo enerxético. Como xa se dixo, estableceranse tres niveis de consumo enerxético. Empresas cun consumo anual inferior a 50 tep, empresas cun consumo anual comprendido entre 50 e 100 tep, e empresas cun consumo anual superior a 100 tep.

## EMPRESAS CUN CONSUMO ENERXÉTICO ANUAL INFERIOR A 50 TEP. GRUPO I

O número de empresas que presentan un consumo enerxético anual inferior a 50 tep constitúe o 57,14 % das empresas auditadas. A súa

facturación media anual rolda o millón douscentos mil euros, cun número de empregados ao redor dos 25 e un número de pezas confeccionadas próximas ás 530 000 ud.

Por termo medio, unha empresa deste segmento consome anualmente 13,86 tep de enerxía e gasta para iso algo máis de 18 000 €. Este gasto enerxético representa, por termo medio, un 1,5 % da facturación.

O consumo enerxético céntrase principalmente na enerxía eléctrica, que contribúe nun 63,10 % ao consumo total. O consumo de gasóleo, cun 33,74 %, representa a segunda fonte de enerxía demandada, por diante do transporte,

que participa cun 3,16 % no consumo medio global.

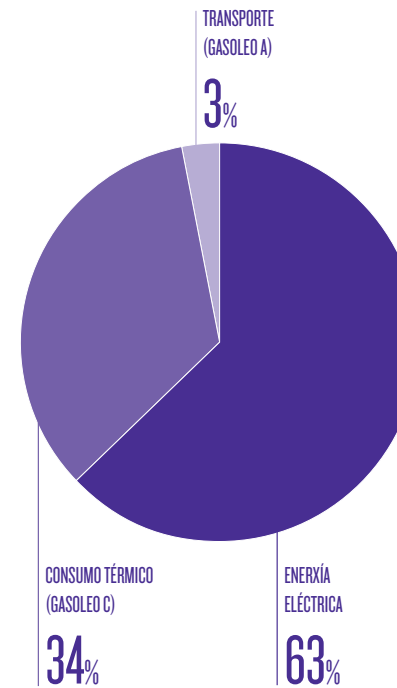
A repercusión económica dos gastos enerxéticos recae, sobre todo, no consumo eléctrico, o cal constitúe un 77,21 % do gasto total. O gasóleo C figura como o segundo partícipe do gasto enerxético, co 19,13 %.

Se se analizan os custos enerxéticos por unidade de enerxía consumida, obsérvase que unha industria téxtil deste subsector gasta, por termo medio, 1318,28 € por tep consumido.

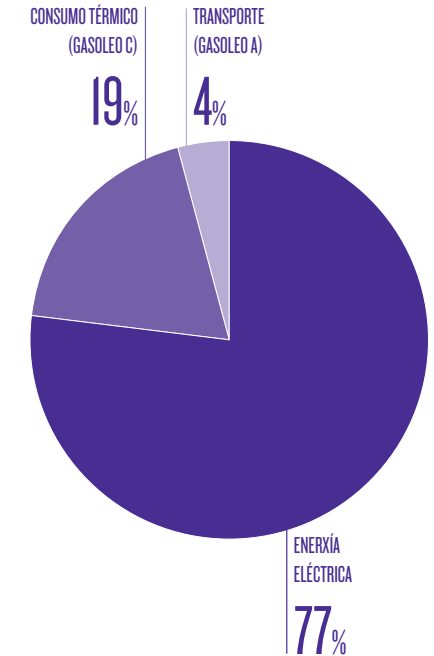
A enerxía máis custosa é a electricidade, con 16,58 c€/kWh, seguida do combustible para o transporte, con 13,27 c€/kWh, e do gasóleo C, con 7,75 c€/kWh.

Na seguinte táboa móstranse os cocientes calculados a partir de datos de facturación, empregados e produto final elaborado.

## DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO MEDIO



## DISTRIBUCIÓN DO GASTO ENERXÉTICO MEDIO





DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO E ECONÓMICO MEDIO. EMPRESAS DO GRUPO I

	CONSUMO ANUAL	CONSUMO ANUAL	ESTRUT	GASTO ANUAL	ESTRUT
	MWh/ano	tep/ano	%	€/ano	%
ENERXÍA ELÉCTRICA	101,68	8,75	63,10 %	14 109,08	77,21 %
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	54,38	4,68	33,74 %	3496,81	19,13 %
TRANSPORTE (GASÓLEO A)	5,11	0,44	3,16 %	668,76	3,66 %
TOTAL	161,05	13,86		18.274,64	

CUSTOS MEDIOS UNITARIOS DAS FONTES DE ENERXÍA. EMPRESAS DO GRUPO I

	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	GASÓLEO A
c€/kWh	16,58	7,75	13,27
€/tep	1926,86	901,30	1542,71

COCIENTES SOBRE O CONSUMO E GASTO ENERXÉTICO. EMPRESAS DO GRUPO I

VARIABLE	COCIENTES CONSUMO		COCIENTES GASTO	
		tep/M€ FACT		% GASTO/FACT
FACTURACIÓN	11,22		1,5 %	
EMPREGADO	0,55	tep/EMPREGADO	730,99	€/EMPREGADO
PEZAS ELABORADAS	0,03	tep/MILES DE PEZAS	3,45	c€/PEZA



EMPRESAS CUN CONSUMO ENERXÉTICO ANUAL ENTRE 50 TEP E 100 TEP. GRUPO 2

O número de empresas que pertencen ao grupo 2 constitúe o 35,71 % das empresas auditadas. A súa facturación media anual rolda os cinco millóns e medio de euros, cun número de empregados que supera os 78 e un número de pezas confeccionadas próximas

ás 150 000 ud.

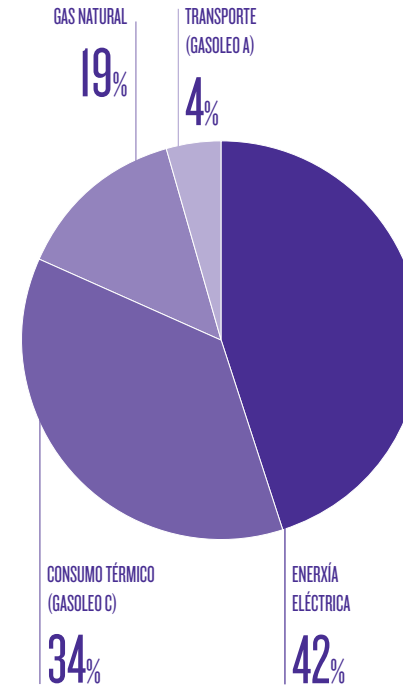
Por termo medio, unha empresa deste segmento consume anualmente 69,17 tep de enerxía e gasta para iso algo máis de 74 000 €. Este gasto enerxético representa, por termo medio, un 1,4 % da facturación.

O consumo enerxético céntrase, principalmente, no gasóleo C, que contribúe nun 42,39 %

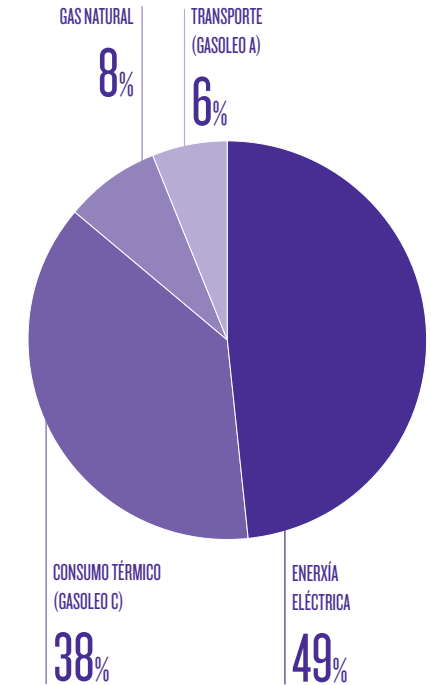
ao consumo total. O consumo eléctrico, cun 34,27 %, representa a segunda fonte de enerxía demandada, por diante do gas natural, que participa cun 18,86 %, e, por último, o transporte, que supón un 4,49 % no consumo medio global.

Por outra banda, o gasto enerxético primordial derívase do consumo eléctrico e constitúe un 48,83 % do total.

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO MEDIO



DISTRIBUCIÓN DO GASTO ENERXÉTICO MEDIO







O gasóleo C figura como segundo participante, con algo máis do 37,78 % do total, seguido polo gas natural, cun 7,87 % do total.

Se se analizan os custos enerxéticos por unidade de enerxía consumida, obsérvase que unha industria téxtil deste subsector gasta, por termo medio, 1074,98 € por tep consumido.

A enerxía máis custosa é a electricidade, con 13,59 c€/kWh, seguida do combustible para o transporte, con 11,38 c€/kWh, do gasóleo C, con 8,18 c€/kWh, e do gas natural, con 3,95 c€/kWh.

Na seguinte táboa móstranse os cocientes calculados a partir de datos de facturación, empregados e produto final elaborado.

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO E ECONÓMICO MEDIO. EMPRESAS DO GRUPO 2

	CONSUMO ANUAL	CONSUMO ANUAL	ESTRUT	GASTO ANUAL	ESTRUT
	MWh/ano	tep/ano	%	€/ano	%
ENERXÍA ELÉCTRICA	275,39	23,70	34,27%	36 310,67	48,83%
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	340,70	29,32	42,39%	28 094,89	37,78%
TRANSPORTE (GASÓLEO A)	36,02	3,10	4,49%	4 104,47	5,52%
GAS NATURAL	151,64	13,05	18,86%	5850,31	7,87%
TOTAL	803,76	69,17		74 360,34	

CUSTOS MEDIOS UNITARIOS DAS FONTES DE ENERXÍA. EMPRESAS DO GRUPO 2

	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	GASÓLEO A	GAS NATURAL
c€/kWh	13,59	8,18	11,38	3,95
€/tep	1579,45	950,81	1322,72	459,39

COCIENTES SOBRE O CONSUMO E GASTO ENERXÉTICO. EMPRESAS DO GRUPO 2

VARIABLE	COCIENTES CONSUMO		COCIENTES GASTO	
FACTURACIÓN	12,92	tep/m€ FACT	1,4%	% GASTO/FACT
EMPREGADO	0,89	tep/EMPREGADO	953,34	€/EMPREGADO
PEZAS ELABORADAS	0,46	tep/MILES DE PEZAS	49,57	c€/PEZA

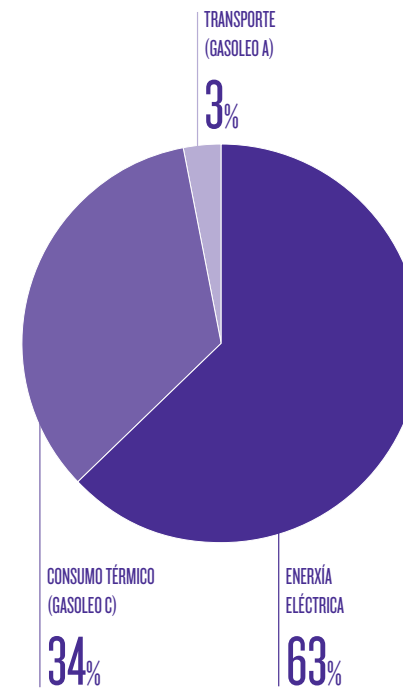
EMPRESAS CUN CONSUMO SUPERIOR A 100 TEP. GRUPO 3

O número de empresas que pertencen ao grupo 3 constitúe o 7,14 % das empresas auditadas. A súa facturación media anual rolda os catorce millóns de euros, cun número medio de empregados de 259 e un número de pezas confeccionadas próximas a 1 200 000 unidades.

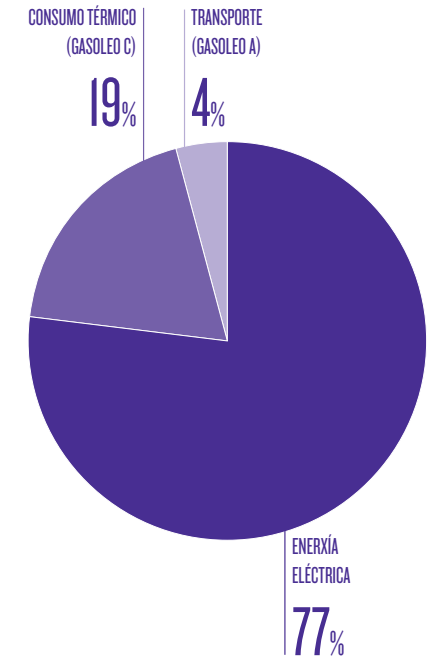
Por termo medio, unha empresa deste segmento consome anualmente 395 tep de enerxía e gasta preto de 405 148,29 €. Este gasto enerxético representa, por termo medio, un 2,90 % da facturación.

O consumo enerxético céntrase, principalmente, no gasóleo C, que contribúe nun 64,24 % ao consumo total. O gasóleo C, cun

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO MEDIO



DISTRIBUCIÓN DO GASTO ENERXÉTICO MEDIO





56,57 %, representa tamén a primeira fonte de gasto e relega a electricidade á segunda posición.

Se se analizan os custos enerxéticos por unidade de enerxía consumida, obsérvase que unha industria téxtil deste subsector gasta, por termo medio, 1023,46 € por tep consumido.

A enerxía máis custosa é a electricidade, con 10,21 c€/kWh, seguida do combustible gasóleo C, con 7,96 c€/kWh.

Na seguinte táboa móstranse os cocientes calculados a partir de datos de facturación, empregados e produto final elaborado.

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO E ECONÓMICO MEDIO. EMPRESAS DO GRUPO 3

	CONSUMO ANUAL	CONSUMO ANUAL	ESTRUT	GASTO ANUAL	ESTRUT
	MWh/ano	tep/ano	%	€/ano	%
ENERXÍA ELÉCTRICA	1645,04	141,57	35,76 %	168 112,96	43,43 %
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	2955,20	254,32	64,24 %	237 035,33	56,57 %
TOTAL	4600,24	395,89		405.148,29	

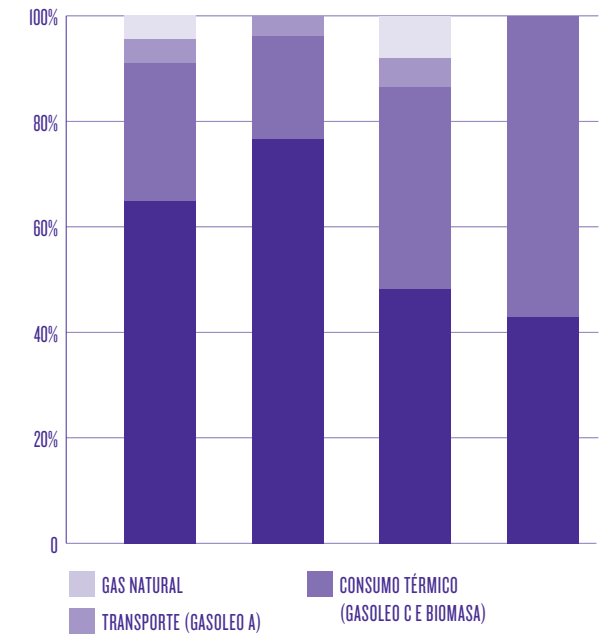
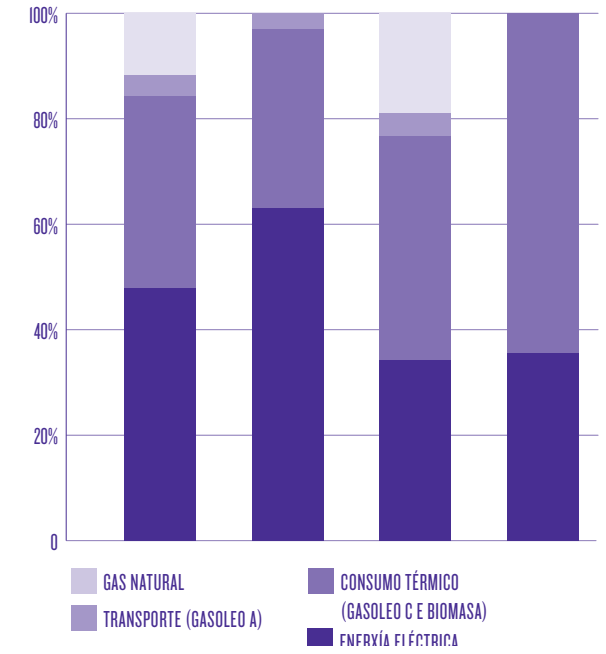
CUSTOS MEDIOS UNITARIOS DAS FONTES DE ENERXÍA. EMPRESAS DO GRUPO 3

	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	GASÓLEO A	GAS NATURAL
c€/kWh	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	11,38	3,95
€/tep	10,21	7,96	1322,72	459,39

## CONCLUSIÓN

A continuación móstranse de xeito gráfico as porcentaxes de cada grupo sobre cada unha das enerxías usadas:

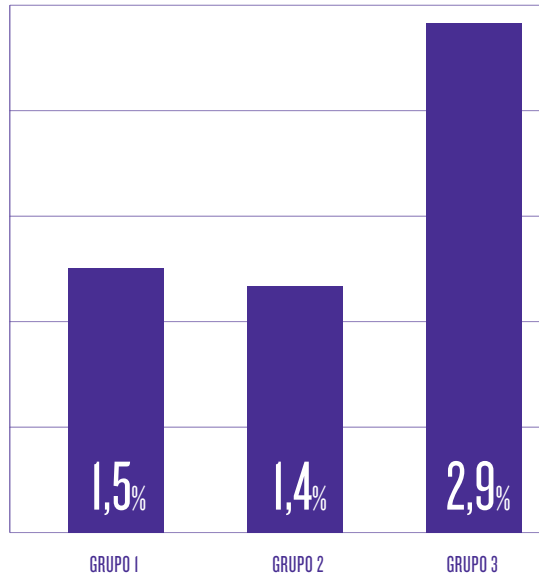
Como se observa de xeito gráfico, o consumo varía moito en función do grupo. Con todo, debido ao alto prezo da enerxía eléctrica, é esta a que implica un maior gasto enerxético, excepto no grupo 3, onde é o gasóleo C.





O gráfico mostra unha notable diferenza da porcentaxe de beneficio nas industrias cun consumo superior a 100 tep fronte ás outras, mentres que nos dous outros grupos, o beneficio só varia un 0,1 %, o cal resulta superior nas industrias cun consumo inferior a 50 tep.

## FACTURACIÓN



■ FACTURACIÓN (% GASTO/FACT)



# INDICADORES DE SOSTENIBILIDADE ASOCIADOS Ó CONSUMO DE ENERXÍA



## 5. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ASOCIADOS AO CONSUMO DE ENERXÍA

O consumo ou a utilización de bens enerxéticos é a principal fonte de emisións de CO<sub>2</sub>, xa sexa por parte do consumo final, como polo seu uso nas actividades produtivas, sendo este gas un dos maiores causantes do efecto invernadoiro. Neste apartado describese o modelo utilizado para estimar as emisións de dióxido de carbono asociadas ao consumo enerxético do sector téxtil en Galicia.

A formulación base do modelo é a consideración de que as emisións de dióxido de carbono son un subproduto que xeran os sectores enerxéticos. Este subproduto (as emisións) véndese ao sector da madeira, xunto cos bens enerxéticos. Así, con este modelo, o sector demanda dous inputs, o ben enerxético e o CO<sub>2</sub> que emite o uso do sector enerxético.

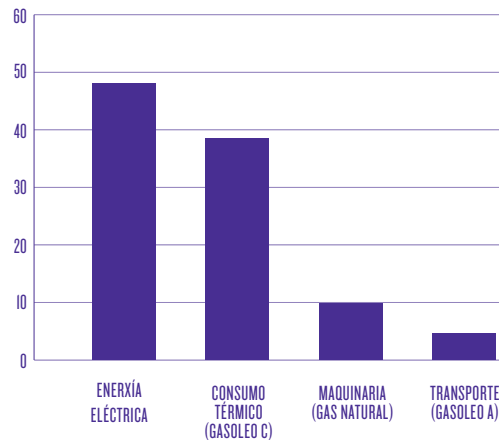
Neste apartado pártese da base de que para xerar 1 kWh útil en cada empresa precísase unha cantidade de enerxía cunhas

EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> EQUIVALENTES ASOCIADAS AOS CONSUMOS ENERXÉTICOS

	T CO <sub>2</sub> EQ./TEP
ENERXÍA ELÉCTRICA	2,95
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	3,06
CONSUMO TÉRMICO (GAS NATURAL)	2,34
TRANSPORTE (GASÓLEO A)	3,06

FONTE: MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO. FACTORES DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> 2010.

EMISIONES EQ. CO<sub>2</sub> MEDIAS ENERXÉTICAS ASOCIADAS AO CONSUMO ENERXÉTICO EN %



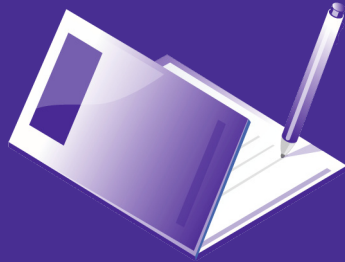
emisións asociadas. Deste xeito, a partir da demanda de enerxía, procedente de distintas fontes, pódense determinar as emisións equivalentes asociadas ao correspondente consumo. Con base neste criterio, os factores considerados son os expostos

na seguinte táboa. A partir destes factores, e utilizando os datos de distribucións medias dos consumos enerxéticos para o sector obtidos no apartado anterior, pódense concluír as emisións equivalentes de CO<sub>2</sub> asociadas ao uso da enerxía.

EMISIÓN EQ. CO<sub>2</sub> MEDIAS ASOCIADAS AO CONSUMO ENERXÉTICO

	EMISIÓN EQ. CO <sub>2</sub>	Estrut
	T CO <sub>2</sub> EQ./ANO	%
ENERXÍA ELÉCTRICA	90,86	48,13
CONSUMO TÉRMICO (GASÓLEO C)	72,43	38,36
CONSUMO TÉRMICO (GAS NATURAL)	17,85	9,46
TOTAL	7,65	4,05





# RECOMENDACIONES PARA O AFORRO E A EFICIENCIA ENERXÉTICA



## 6. RECOMENDACIONES PARA O AFORRO E A EFICIENCIA ENERXÉTICA

O sector téxtil constitúe para Galicia unha actividade de grande importancia para a economía, tanto polo número de empresas e emprego xerado, como pola facturación.

Para garantir a competitividade e continuidade deste sector é fundamental unha estratexia de mellora continua e de redución de custos, entre os que se atopa a enerxía.

A partir das auditorías enerxéticas realizadas no sector, preséntanse a continuación unha serie de medidas e recomendacións que teñen por obxecto optimizar o consumo enerxético das instalacións destas industrias. Mediante este proceso sistemático de auditoría enerxética obtense un coñecemento fiable do consumo enerxético dunha empresa e detéctanse os factores que afectan ao referido consumo, o que permite identificar

e avaliar as distintas oportunidades de aforro e darlles prioridade en función da súa rendibilidade e período de retorno do investimento.

A continuación fórmulanse unha serie de avances de deseño e operación co obxectivo de optimizar o consumo enerxético destas instalacións, os cales se estudan de xeito independente co fin de poder avaliar a súa viabilidade técnica e económica.

### 6.1 ENERXÍA ELÉCTRICA

A eficiencia enerxética defínese como a redución de consumos de enerxía a través da diminución das potencias e enerxías demandadas polo sistema eléctrico, mantendo os mesmos servizos enerxéticos, da redución dos custos técnicos e económicos, sen diminuír o confort e a calidade de vida, da protección do medio natural, asegurando o abastecemento e fomentando un comportamento sostible no seu uso.

Os custos da enerxía constitúen un dos factores de maior peso dentro dos custos totais dos procesos produtivos. Se reducimos estes custos,

teremos empresas con maior produtividade e calidade, cun menor consumo de enerxía, menor facturación eléctrica, menor investimento en instalacións e maior produtividade.

Estes custos de enerxía débense a un mal uso e desaproveitamento das instalacións e, por esta razón, o coñecemento do funcionamento das instalacións da industria pode axudarnos a conseguir unha redución nos custos técnicos e económicos do sistema eléctrico.

As principais causas dos custos técnicos nunha instalación son as puntas de demanda de enerxía, a potencia reactiva xerada na instalación, as correntes harmónicas, o desequilibrio de fases e os receptores non eficientes. Estas causas producen perdas por arrefecemento nos condutores, perturbacións e caídas de tensión na instalación. Ao se reduciren estes custos conseguiremos menores consumos, maiores rendementos das instalacións e a redución de perdas e avarías, o que dará lugar a un menor custo de explotación.

Os custos económicos débense a unha factura non optimizada e aos custos técnicos. Algúns destes custos son facilmente detectados na factura eléctrica: unha potencia contratada non axeitada, unha tarifa non idónea, un consumo de enerxía reactiva ou puntas de demanda. Outros custos son máis difíciles de detectar: consumos non desexados, sobrecarga de liñas e transformadores, avarías en máquinas e paradas no proceso produtivo.

De se reduciren estes custos lograríase un menor consumo de enerxía, a diminución da factura eléctrica, a redución de investimentos en instalacións e o aumento da produtividade.

Para conseguir unha mellora continuada da eficiencia enerxética eléctrica na empresa, é necesaria a implantación dun sistema integral de xestión do consumo eléctrico para reducir os custos enerxéticos e as emisións de CO<sub>2</sub>.

#### 6.1.1 CONTRATACIÓN ELÉCTRICA

Dende o 1 de xullo de 2009, a subministración eléctrica española liberalizouse co RD 485/2009, do 3 de abril. Isto

supón unha transformación fundamental nas condicións e regras de funcionamento do sistema eléctrico español polo que, agora, calquera consumidor pode entrar no mercado libre da enerxía e procurar tarifas máis baratas entre as subministradoras que operan no mercado. Con esta nova estruturación, o sector eléctrico divídese en catro actividades: xeración, transporte, distribución e consumo.

Nas actividades de transporte e distribución, a competencia significa duplicar as liñas e infraestruturas eléctricas, o que non é nin ambiental nin economicamente razoable. Por iso, a rede de transporte e a de distribución teñen un titular único en cada zona, pero a propiedade das redes non garante un uso exclusivo, polo que existen uns prezos fixados pola Administración para regular o acceso de terceiros ás redes de transporte.

Pola contra, as actividades de xeración e consumo liberalizáronse, co cal existe:

- Liberalización para a construción de novas centrais de produción eléctrica.





- Creación do mercado da electricidade, onde as empresas produtoras comunican diariamente as condicións de cantidade e prezo ás que están dispostas a vender a electricidade.
- Liberalización da comercialización eléctrica, onde as empresas comercializadoras teñen como función facilitar o dereito á elección dunha subministradora por parte dos consumidores.
- Liberalización do acceso ás redes de transporte e distribución de electricidade. Todos os axentes que operan no sistema eléctrico español poden acceder libremente ás redes de transporte e distribución de electricidade mediante o pago dunha peaxe establecida pola Administración.

- Os consumidores poden escoller o comercializador que desexen e acordar con el as condicións e o prezo do kWh.

Actualmente só existen dúas posibilidades de contratación da subministración eléctrica.

- Contratar a subministración eléctrica no mercado

liberalizado dalgún dos seguintes xeitos:

- A través dunha comercializadora.
- Acudindo directamente a pool.
- Subscribindo un contrato directamente co produtor.

- Acolleuse á tarifa de último recurso (TUR), se ben só é posible para os consumidores cuxa potencia contratada sexa inferior ou igual a 10 kW.

A tarifa de último recurso será a única tarifa que quede no mercado liberalizado. Nela son posibles dúas modalidades:

- A tarifa sen discriminación horaria, que é a tarifa normal.
- A tarifa con discriminación horaria, cuxas características a fan herdeira da antiga tarifa de discriminación horaria, con: 14 horas val (as máis baratas) e tan só 10 horas punta. O consumidor que a teña contratada disporá dun contador que discrimina o día da noite. Pódese chegar a reducir o recibo da luz nun 10 ou 15 %.

As tarifas eléctricas para consumidores pódense clasificar en dous grandes

grupos segundo a tensión de subministración: baixa tensión (por debaixo de 1000 V) e alta tensión (máis de 1000 V).

Os prezos das tarifas de aplicación correspondentes á baixa e alta tensión actualízanse periodicamente mediante Real Decreto. As tarifas de baixa tensión teñen maiores perdas, por iso o prezo da enerxía eléctrica, polo xeral, é máis elevado do que nas tarifas de alta tensión.

Basicamente, as facturas eléctricas constan de dous termos fixos, que son o custo da potencia ( $T_p$ ) e o custo da enerxía ( $T_e$ ), ben como unha serie de complementos aplicables en función do tipo de tarifa: complemento por enerxía reactiva, complemento por discriminación horaria, aluguer de equipos de medida, imposto sobre a electricidade e IVE.

Nunha factura de baixa tensión poden aparecer todos ou algúns destes complementos, mentres que nunha de alta tensión poden aparecer, ademais, complementos por estacionalidade ou interompibilidade.

## SUBMINISTRACIÓNS EN BAIXA TENSIÓN CON POTENCIAS MENORES OU IGUAIS A 10 KW

Os consumidores poderán acollerse ás tarifas de último recurso (TUR), cuxos prezos son fixados polo Goberno.

As TUR xestiónanas unicamente as Comercializadoras de Último Recurso. As Comercializadoras de Último Recurso teñen a obriga de atender todas as solicitudes de subministración de enerxía eléctrica dos consumidores que teñan dereito a acollerse a estas tarifas. No entanto, os consumidores da TUR poden acollerse ao seguinte tipo de tarifas.

## SUBMINISTRACIÓNS CON POTENCIAS SUPERIORES A 10 KW

Os consumidores terán que optar obrigatoriamente por contratar a subministración de electricidade a un prezo pactado libremente cun comercializador, cun produtor, cun autoprodutor ou cun axente externo, ou ben acudir directamente ao mercado.

## GRANDES CONSUMIDORES

Esta opción só é recomendable para grandes consumidores de enerxía eléctrica, porque o consumidor débese facer axente de mercado e cumprir as súas regras de funcionamento, comprando a enerxía ao prezo de mercado.



En función dos consumos e potencias demandadas, é posible coñecer se a tarifa utilizada é a óptima, coa posibilidade, en caso contrario, de proceder ao seu cambio. Por suposto, débense ter en conta posibles variacións futuras da demanda eléctrica. Como esquema básico, cómpre salientar a táboa que se mostra a continuación.

Antes de solicitar unha oferta a unha comercializadora, debemos coñecer as características da nosa subministración (consumo anual, necesidades de potencia, tensión de subministración e a distribución temporal do consumo).

Unha vez coñecida a nosa subministración, debemos solicitar ofertas a distintos comercializadores e comparar o prezo resultante.

Evidentemente, existen outros factores distintos do prezo que se deben de considerar no servizo eléctrico proporcionado por un subministrador: atención comercial, asesoramento, formas de pago, outros servizos, etc. Mais, en ningún caso, entra en xogo a calidade da subministración, que será

garantida polo distribuidor habitual.

### 6.1.1.A. A FACTURA ELÉCTRICA

A facturación no mercado liberalizado, estean explícitos ou non na factura, consta dos seguintes compoñentes:

- Custo do uso das redes eléctricas (tarifas de acceso).
- Custo da enerxía.
- Impostos, alugueres e outros.

As tarifas de acceso constitúen o cargo polo uso das redes de transporte e distribución, polo que inclúen a peaxe e as cotas con destinos específicos. Tales tarifas aboaránselle ao distribuidor ao que fisicamente se está conectado, ou formarán parte do prezo pactado co comercializador, polo que poden estar incluídas dentro do prezo global pactado. A continuación recóllese a estrutura da facturación:

- Termo de potencia (Tp): a potencia que se irá facturar dependerá da potencia contratada e da potencia demandada. O termo de

potencia corresponderase co sumatorio resultante da multiplicación da potencia que se irá facturar polo prezo unitario da potencia de cada período.

- Termo de enerxía (Te) activa: corresponderase co sumatorio resultante da multiplicación da enerxía activa consumida en cada período polo termo de enerxía correspondente.
- Penalizacións por consumo de enerxía reactiva: Cando o factor de potencia é inferior a 0,95 facturaránse penalizacións por exceso de consumo de enerxía reactiva. Non se terá en conta o consumo no período 3 para as tarifas 3.0 A e 3.1 A, nin o consumo no período 6 para as tarifas 6.

As tarifas de acceso aplicables dependen da tensión de subministración e da potencia contratada. As distintas modalidades de tarifa de acceso recóllese no seguinte cadro.

NOME TARIFA	RANGO POTENCIA	N.º PERÍODOS HORARIOS	NIVEL DE TENSIÓN
<b>TARIFAS DE BAIXA TENSIÓN</b>			
TARIFA 2.0 A	PC <= 10 kW	1	<= 1 kV
TARIFA 2.0 DHA	PC <= 10 kW	2	<= 1 kV
TARIFA 2.0 DHS	PC <= 10 kW	3	<= 1 kV
TARIFA 2.1A	10 kW < PC <= 15 kW	1	<= 1 kV
TARIFA 2.1DHA	10 kW < PC <= 15 kW	2	<= 1 kV
TARIFA 2.1DHS	10 kW < PC <= 15 kW	3	<= 1 kV
TARIFA 3.0 A	> 15 kW	3	<= 1 kV
<b>TARIFAS DE ALTA TENSIÓN</b>			
TARIFA 3.1 A	<= 450 kW	3	>= 1 kV E < 36 kV
TARIFA 6.1	> 450 kW	6	>= 1 kV E < 36 kV
TARIFA 6.2	-	6	>= 36 kV E < 72,5 kV
TARIFA 6.3	-	6	>= 72,5 kV E < 145 kV
TARIFA 6.4	-	6	>= 145 kV
TARIFA 6.5	-	6	CONEXIÓNS INTERNAC.
<b>INVERNO</b>		<b>VERÁN</b>	
PUNTA	VAL	PUNTA	VAL
12-22 h	0-12 E 22-24 h	13-23 h	0-13 E 23-24 h

MES/HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
4	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
8	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
9	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
10	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
11	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2
12	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2

### 6.1.1.B. PERÍODOS

Cando existen dous períodos, ademais comprenden distintos horarios en función de que sexa inverno ou verán, tal e como se mostra na seguinte táboa.

No caso de dispor de tres períodos horarios, para cada mes do ano hai distintos horarios aos que pertence cada período (1, 2 ou 3).

Cando se dispón de seis períodos horarios, para cada mes do ano hai horarios aos que pertence cada período (1, 2, 3, 4, 5 ou 6). Ademais das indicadas no seguinte cadro, son horas tipo 6 todas as dos sábados, domingos e festivos nacionais.



MES/ HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
2	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2
3	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4
4	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6A*	6	6	6	6	6	6	6	6	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6B*	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
7	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	6	6	6	6	6	6	6	6	4	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
10	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4
12	6	6	6	6	6	6	6	6	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2

### 6.1.1.C POTENCIA QUE SE IRÁ CONTRATAR

As tarifas TUR, TUR DH, 2.0A, 2.0DHA, 2.0DHS, 2.1A, 2.1DHA e 2.1DHS contan coa instalación do Interruptor de Control de Potencia (ICP) tarado segundo a amperaxe correspondente á potencia contratada. Na modalidade de dous períodos, o control mediante ICP realizarase para a potencia contratada no período diúrno.

Nas tarifas, se a empresa demanda máis potencia eléctrica da contratada, o ICP corta a subministración do mesmo xeito que o diferencial corta a subministración cando se produce unha sobretensión. Por este motivo, nestas subministracións recoméndase contratar unha potencia que permita o funcionamento dunha serie de equipos ao mesmo tempo, deixando unha pequena marxe de seguridade.

	TARIFA	COLECTIVO DE APLICACIÓN	TP (€/KW ANO)	TE (€/KW ANO)	
			PERÍODOS	DH	PERÍODOS
BAIXA TENSIÓN	2.0A	PC <= 10 kW	1 PERÍODO	NON	-
	2.0DHA	PC <= 10 kW	1 PERÍODO	SI	2 PERÍODOS
	2.0DHS	PC <= 10 kW	1 PERÍODO	SI	3 PERÍODOS
	2.1A	10 kW < PC <= 15 kW	1 PERÍODO	NON	-
	2.1DHA	10 kW < PC <= 15 kW	1 PERÍODO	SI	2 PERÍODOS
	2.1DHS	10 kW < PC <= 15 kW	1 PERÍODO	SI	3 PERÍODOS
	3.0A	PC > 15 kW	3 PERÍODOS	SI	3 PERÍODOS
ALTA TENSIÓN	3.1A	1 kV < T <= 36 kV	3 PERÍODOS	SI	3 PERÍODOS
	6.1	1 kV < T <= 36 kV	6 PERÍODOS	SI	6 PERÍODOS
	6.2	36 kV < T <= 72,5 kV	6 PERÍODOS	SI	6 PERÍODOS
	6.3	72,5 kV < T <= 145 kV	6 PERÍODOS	SI	6 PERÍODOS
	6.4	T > 145 kV	6 PERÍODOS	SI	6 PERÍODOS
	6.5	CONEXIÓNS INTERNAC.	6 PERÍODOS	SI	6 PERÍODOS

### NUNHA EMPRESA OBSÉRVANSE OS SEGUINTE DATOS QUE, DE XEITO REITERADO, SE REPITEN MES A MES:

Tarifa: ..... 3.0A  
 Modo de potencia: ..... 2 (1 maxímetro)  
 Discriminación horaria: ..... sen: DH  
 Potencia contratada: ..... 13,20 kW  
 Lectura maxímetro: ..... 20 kW

### QUE MEDIDA SE LLE PODE PROPOR A ESTA EMPRESA?

Á empresa propónselle un axuste da potencia contratada. A potencia contratada é de 13,20 kW, mentres que a potencia demandada pola instalación é de 20 kW. Este consumidor na súa factura está a pagar unha penalización por un exceso de potencia.



Nas tarifas 3.0A e 3.1A, o control da potencia demandada realízase mediante máxímetros. As potencias contratadas nos diferentes períodos serán aquelas nas que a potencia contratada nun período (Pn+1) sexa sempre maior ou igual que a contratada no anterior (Pn). A misión que ten un máxímetro é a de rexistrar a potencia máxima para un cliente durante un período de 15 minutos, o cal serve para establecer o termo de potencia do período facturado.

Para ilustrar este último caso propónse un exemplo de optimización da potencia contratada:

No caso das tarifas de 6 períodos, o control da potencia demandada realízase por medio das medicións cuarto horarias dos equipos de medida.

Nas tarifas 3.0, 3.1A e 6, se a empresa consumidora demanda máis potencia eléctrica da contratada, a empresa distribuidora proporcionaralla ata a capacidade máxima que admitan as instalacións, se ben posteriormente lle cobrará unha recarga se consome máis do 105 % da potencia contratada.

Recoméndase contratar unha potencia en cada período lixeiramente superior (da orde dun 10 % se a demanda de potencia é relativamente

constante ao longo do ano e dun 20 % se esta varía en maior medida) á media da potencia demandada.

En calquera dos casos, recoméndase desprazar os consumos de potencia non prioritarios a períodos val e instalar sistemas automáticos de desconexión de cargas para limitar o consumo de potencia eléctrica da empresa e, deste xeito, rebaixar a factura eléctrica.

Exemplo de optimización da potencia contratada: Como se verá no capítulo seguinte, a potencia que se irá facturar axústase aos seguintes parámetros:

PERÍODO TARIFARIO	POTENCIA CONTRATADA (kW)	VÁLIDO	POT. CONTRATADA (kW)	VÁLIDO	POT. CONTRATADA (kW)	VÁLIDO	POT. CONTRATADA (kW)	VÁLIDO
P1	320	SI	320	SI	320	SI	320	SI
P2	360	SI	360	SI	315	NON	320	SI
P3	325	NON	360	SI	325	SI	325	SI

- Menos do 85 %: factúrase o 85 % da potencia contratada.
- Entre o 85 % - 105 % da potencia contratada: factúrase a lectura do máxímetro.
- Máis do 105 %: factúrase pola potencia contratada máis unha penalización.

Facturación en caso dunha lectura no máxímetro superior ao 105 %

$$\% \text{ da potencia contratada } Pot. \text{ facturar} = Pot. \text{ máxím.} + 2x(pot. \text{ máxím.} - pot. \text{ cont.} \times 105 \%)$$

### 6.1.1.D. CÁLCULO DO TERMO DE POTENCIA

A facturación da potencia é o sumatorio resultante da multiplicación da potencia que se irá facturar en cada período tarifario polo termo de potencia correspondente segundo a tarifa de acceso.

Facturarase mensualmente a doceava parte do resultado de aplicar a fórmula precedente. A determinación da potencia que se irá facturar en cada período tarifario (Pfi) para cada tarifa realízase do seguinte xeito:

Tarifa 2.0 A: a potencia que se irá facturar será a potencia contratada. Para subministracións acollidas a esta tarifa que opten pola modalidade de tarifa de acceso nocturna 2.0 DHA, a potencia que se irá facturar será a potencia contratada correspondente ás horas diúrnas.

Tarifas 3.0 A e 3.1 A: a potencia que se irá facturar en cada período de facturación e cada período tarifario calcularase do xeito que se establece a continuación:

Se a potencia demandada máxima (Pdi) no período tarifario i é inferior ao 85 % da potencia contratada (Pci) nese período tarifario, a potencia que se irá facturar (Pfi) será o 85 % da potencia contratada nese período.

Se a Pdi se atopa entre o 85 % e o 105 % da Pci, a Pfi será a potencia demandada (a potencia rexistrada polo máxímetro).

Cando a Pdi é superior ao 105 % da Pci, a potencia facturada será a potencia demandada máis o dobre da diferenza entre a potencia demanda e o 105 % da potencia contratada nese período tarifario.



$$Pot. \text{ facturar} = Pot. \text{ máx.} + 2x(pot. \text{ máx.} - pot. \text{ cont.} \times 105 \%)$$

Exemplo de cálculo de potencia para tarifas 3.0 e 3.1a:

Como se pode observar, existe un exceso de potencia rexistrado polo maxímetro, o que implica un sobrecusto na factura eléctrica.

**Tarifas 6:** a potencia que se irá facturar en cada período tarifario será a potencia contratada. No caso de que a potencia demandada supere en calquera período horario a potencia contratada no mesmo, procederase, ademais, á facturación mensual de todos e cada un dos excesos rexistrados en cada período, de acordo coa seguinte fórmula:

$$FEP = \sum ki * 1,406368 * Aei$$

Onde:

$$FEP = \text{Facturación por exceso de potencia (€)}$$

$Ki$  = coeficiente que tomará valores dependendo do período tarifario  $i$

O valor de  $ki$  atópase tabulado

PERÍODO	1	2	3	4	5	6
$ki$	1	0,5	0,37	0,37	0,37	0,17

POTENCIA CONTRATADA	MARXES (+5 %, -15 %)	LECTURA MÁXIMETRO	EXCESO	RECARGA (200 %)	POTENCIA FACTURADA
100 kW	85 kW 105 kW	60 kW	-	-	85 kW
		90 kW	-	-	90 kW
		130 kW	25 kW	50 kW	180 kW

O valor de  $Aei$  calcularase de acordo coa seguinte fórmula:

Onde:

$$\sqrt{\sum (Pd_j - P^2_{ci})}$$

$Pd_j$  = potencia demandada en cada un dos cuartos de hora do período  $i$  no que se superou a potencia contratada para o período. Expresada en kW.

$Pci$  = potencia contratada no período  $i$  para o período considerado. Expresada en kW.

### 6.1.1.E. CÁLCULO DO TERMO DE ENERXÍA

O termo de facturación de enerxía activa facturarase mensualmente, incluída a enerxía consumida no mes correspondente a cada período tarifario  $i$ . Na tarifa simple de baixa tensión, a facturación poderá ser bimestral. O termo de facturación de enerxía activa será o sumatorio resultante da multiplicación da enerxía consumida e medida polo contador en cada período tarifario polo prezo do termo de enerxía correspondente, segundo a seguinte fórmula:

$$FE = \sum Eitei$$

Onde:

$Ei$  = enerxía consumida no período tarifario  $i$ , expresada en [kWh].

$tei$  = prezo do termo de enerxía do período tarifario  $i$ .

### 6.1.1.F. ENERXÍA REACTIVA

Todos os equipamentos eléctricos necesitan enerxía activa (kWh) para o seu funcionamento e esta é fornecida fundamentalmente polas compañías eléctricas. Ademais, moitos destes equipamentos necesitan enerxía reactiva (kVARh) para o seu funcionamento.

Esta subministración pode realizala tamén a compañía distribuidora, que debe transportala polas súas redes de distribución, ou ben pode producilas, totalmente ou en parte, a propia instalación mediante baterías de condensadores.

A potencia reactiva, a cal non produce un traballo físico directo nos equipos, é necesaria para producir o fluxo electromagnético que pon en funcionamento elementos como: motores, transformadores, lámpadas fluores-

centes, equipos de refrixeración e outros similares. Cando a cantidade destes equipos é apreciable, os requirimentos de potencia reactiva tamén se fan significativos, o cal produce unha diminución esaxerada do factor de potencia.

Co obxectivo de reducir os custos enerxéticos da instalación, aconséllase realizar controis periódicos do factor de potencia, xa que se este é inferior a 0,95, na facturación eléctrica aparece a recarga de reactiva, que incide proporcionalmente sobre os termos de potencia e enerxía, e que pode chegar a ser de ata dun 50,7 %.

Polo tanto, é aconsellable realizar a medida do factor de potencia (FP), e a súa posterior corrección, mediante a instalación de baterías de condensadores con regulación automática, coa finalidade de evitar pagar a recarga de reactiva citada e, dado o caso, beneficiarse da bonificación máxima que se pode obter para un factor de potencia igual a 1.

O feito de que exista un factor de potencia baixo nunha industria produce os seguintes inconvenientes:

### Á EMPRESA CONSUMIDORA DE ENERXÍA

Aumento da intensidade de corrente.

Perdas nos condutores e fortes caídas de tensión.

Incrementos de potencia das plantas e transformadores, redución da súa vida útil e da capacidade de condución dos condutores.

A temperatura dos condutores aumenta e isto diminúe a vida do seu illamento.

Aumentos nas facturas por consumo de electricidade.

### Á EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERXÍA

Maior investimento nos equipos de xeración, xa que a súa capacidade en kva debe de ser maior para poder entregar esa enerxía reactiva adicional.

Maioras capacidades en liñas de transmisión e distribución, así como en transformadores para o transporte e transformación desta enerxía reactiva.

Elevadas caídas de tensión e baixa regulación da voltaxe, o cal pode afectar á estabilidade da rede eléctrica.



O termo de facturación por enerxía reactiva será de aplicación a calquera tarifa, para o que se deberá dispor do contador de enerxía reactiva permanentemente instalado, agás nos casos da tarifa simple de baixa tensión 2.0 A e no período val das tarifas 2.0DHA e 2.1DHA.

Este termo aplicarase sobre todos os períodos tarifarios, agás no período 3, para as tarifas 3.0 A e 3.1 A, e no período 6, para as tarifas 6, sempre que o consumo de reactiva exceda o 33 % do consumo de activa durante o período de facturación considerado (cos  $\varphi < 0,95$ ) e unicamente afectará a tales excesos.

Os períodos de recarga por exceso de demanda de enerxía reactiva reflíctense na seguinte táboa:

COS $\varphi < 0,95$ E ATA COS $\varphi = 0,90$
COS $\varphi < 0,90$ E ATA COS $\varphi = 0,85$
COS $\varphi < 0,85$ E ATA COS $\varphi = 0,80$
COS $\varphi < 0,80$

Exemplo de compensación de reactiva:

No seguinte cadro móstranse os valores mensuais da enerxía activa e reactiva consumida por unha empresa.

PERÍODO DE FACTURACIÓN	CONSUMO DE ENERXÍA ACTIVA					CONSUMO DE ENERXÍA REACTIVA	
	PI	P2	P3	TOTAL		kVarh	€
	kWh	kWh	kWh	kWh	€		
XANEIRO	1335	1537	2003	4875	494,4	872	0,0
FEBREIRO	996	3223	1641	5860	605,6	1080	0,0
MARZO	1088	3519	1791	6398	661,2	646	0,0
ABRIL	720	2328	1185	4233	437,4	275	0,0
MAIO	100	1450	1764	3314	298,7	201	0,0
XUÑO	366	1954	2283	4603	427,3	1950	17,9
XULLO	783	2980	3406	7169	676,8	4776	112,6
AGOSTO	828	3131	3496	7455	705,9	5108	122,0
SETEMBRO	812	3838	3988	8638	816,3	5005	74,4
OUTUBRO	182	2713	2995	5890	536,2	1274	0,0
NOVEMBRO	1590	2000	2158	5748	590,2	375	0,0
DECEMBRO	1672	2125	2252	6049	621,7	350	0,0

## O CONSUMO DE REACTIVA NO PERÍODO ESTIVAL IMPLICA UNHA RECARGA DE 328 EUROS ANUAIS (SEN IMPOSTOS). É POR ISO QUE SE RECOMENDA INSTALAR UNHA BATERÍA DE CONDENSADORES QUE REDUZA ESTE EXCESO DE CONSUMO DE REACTIVA.

Para o caso exposto sería preciso instalar unha batería de condensadores de 12,5 kVar cuxo investimento sería de, aproximadamente, 1450 euros.

Para dimensionar a batería de condensadores pátrese do cos  $\varphi$  actual (0,95) e fíxase o obxectivo (0,99). Como a instalación é de 68 kW, entón a característica da batería de condensadores é

$$Q_c = 68 \times 0,186 = 12,5 \text{ kVar.}$$

## 6.1.2 ILUMINACIÓN

Tendo en conta os últimos avances tecnolóxicos dos fabricantes de iluminación e sistemas asociados, agora é o momento perfecto para que os xerentes de planta ou os responsables de mantemento das instalacións das empresas do sector téxtil examinen a través dunha auditoría enerxética como se atopa o estado das lámpadas, balastos, accesorios e sistemas da súa planta. Deste xeito, pódense concretar cales son as novas alternativas.

As melloras en iluminación ofrecen unha excelente oportunidade para reducir os custos operativos. Os aforros son acumulativos e, por este motivo, o custo que conta é o total da iluminación, non o custo da lámpada. Como datos xerais, segundo o U.S. DOE Technology Demonstration GATEWAY Program pódese indicar que:

- As lámpadas representan tan só o 4 % do custo total do seu ciclo de vida.
- Os custos de mantemento e man de obra (instalación) representan tan só o 8 % do total do ciclo de vida dos custos asociados.

- Os custos de enerxía durante a vida útil dunha lámpada poden representar ata o 88 % do custo total.

Unha iluminación máis eficiente supón unha redución de custos de explotación sostible. Ademais, os novos sistemas de iluminación a miúdo ofrecen unha vida útil máis longa do que a iluminación estándar, un factor que pode reducir o traballo de mantemento e os seus custos. A iluminación eficiente pode mellorar a calidade da luz, o que dará lugar a un aumento da satisfacción do traballador e da produtividade.

As tres consideracións principais para garantir a eficiencia enerxética en sistemas de iluminación son as seguintes:

1. **Selección da fonte de luz** máis eficiente posible para minimizar os custos e o consumo de enerxía.
2. **Elección do tipo de lámpada** máis axeitada á tarefa de traballo que se leva a cabo ou á estética desexada, en consonancia coa cor, brillo e outros requisitos.
3. **Establecemento dos niveis** axeitados de luz para manter a produtividade e mellorar a seguridade.

COS  $\Phi$  A CONSEGUIR

	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	I
0,50	1,248	1,276	1,306	1,337	1,369	1,403	1,440	1,481	1,529	1,590	1,732
0,51	1,202	1,231	1,261	1,291	1,324	1,358	1,395	1,436	1,484	1,544	1,687
0,52	1,158	1,187	1,217	1,247	1,280	1,314	1,351	1,392	1,440	1,500	1,643
0,53	1,116	1,144	1,174	1,205	1,237	1,271	1,308	1,349	1,397	1,458	1,600
0,54	1,074	1,103	1,133	1,163	1,196	1,230	1,267	1,308	1,356	1,416	1,559
0,55	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268	1,315	1,376	1,518
0,56	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229	1,276	1,337	1,479
0,57	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191	1,238	1,299	1,441
0,58	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154	1,201	1,262	1,405
0,59	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118	1,165	1,226	1,368
0,60	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083	1,130	1,191	1,333
0,61	0,815	0,843	0,877	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048	1,096	1,157	1,299
0,62	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015	1,062	1,123	1,265
0,63	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982	1,030	1,090	1,233
0,64	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950	0,998	1,058	1,201
0,65	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919	0,966	1,027	1,169
0,66	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888	0,935	0,996	1,138
0,67	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857	0,905	0,966	1,108
0,68	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828	0,875	0,936	1,078
0,69	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798	0,846	0,907	1,049
0,70	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770	0,817	0,878	1,020
0,71	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741	0,789	0,849	0,992
0,72	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713	0,761	0,821	0,964
0,73	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686	0,733	0,794	0,936



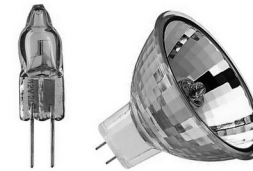
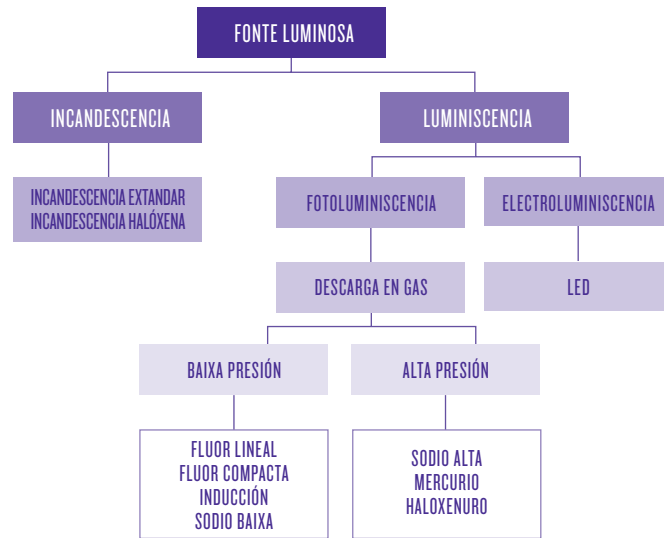




### 6.1.2.A. TIPOS DE LÁMPADAS

As fontes luminosas artificiais clasifícanse de acordo cos fenómenos involucrados na xeración da luz. Na seguinte figura móstrase esta clasificación.

En función da clasificación anterior, proséguese coa descrición de cada unha das tipoloxías de lámpada que se utilizan habitualmente nas empresas do sector téxtil.



#### LÁMPADA INCANDESCENTE NORMAL:



A lámpada incandescente produce luz por medio do arrefecemento eléctrico dun arame (o filamento) a unha temperatura tan alta que a radiación se emite no campo visible do espectro. Son as máis antigas fontes de luz coñecidas coas que se obtén a mellor reprodución das cores, cunha luz moi próxima á luz natural do sol. As súas desvantaxes son unha curta vida de funcionamento, unha baixa eficacia luminosa (xa que o 90 % da enerxía se perde en forma de calor) e a depreciación luminosa con respecto ao tempo. A vantaxe é que teñen un custo de adquisición baixo e a súa instalación resulta simple, ao non necesitar de equipos auxiliares.

#### LÁMPADA INCANDESCENTE HALÓXENA DE TUNGSTENO:

As lámpadas incandescentes halóxenas de tungsteno teñen un funcionamento similar ao das lámpadas incandescentes normais, coa excepción de que o halóxeno incorporado na ampola axuda a conservar o filamento. Aumenta así a vida útil da lámpada, mellora a súa eficiencia luminosa, reduce o seu tamaño, ofrece maior temperatura de cor e pouca ou ningunha depreciación luminosa no tempo, mantendo unha excelente reprodución da cor

#### LÁMPADA DE SODIO DE BAIXA PRESIÓN:

Existe unha gran similitude entre o traballo dunha lámpada de sodio de baixa presión e unha lámpada de mercurio de baixa presión. Con todo, mentres que nesta última a luz se produce ao converter a radiación ultravioleta da descarga do mercurio en radiación visible, a través dun po fluorescente na superficie interna, a radiación visible da lámpada de sodio de baixa presión prodúcese pola descarga de sodio. A lámpada producirá unha luz de cor amarela, xa que en case a totalidade do seu espectro predominan as frecuencias próximas ao amarelo. A reprodución de cor será a menos valorada de todos os tipos de luminarias mais, con todo, é a lámpada de maior eficiencia luminosa e longa vida.

#### LÁMPADA DE SODIO DE ALTA PRESIÓN:

A diferenza de presións do sodio no tubo de descarga é a principal e máis substancial variación con respecto ás lámpadas anteriores. O exceso de sodio no tubo de descarga, para dar condicións de vapor saturado, ademais dun exceso de mercurio e xenon fan que tanto a temperatura de cor como a reprodución da mesma melloren notablemente coas anteriores, aínda que se manteñen algunhas vantaxes das lámpadas de sodio de baixa presión como son a elevada eficacia enerxética e a súa longa vida.



### LÁMPADA DE MERCURIO DE BAIXA PRESIÓN:



Cómpre lembrar que estas lámpadas son de descarga de mercurio de baixa presión, na cal a luz se produce fundamentalmente mediante pos fluorescentes activados pola enerxía ultravioleta da descarga. Teñen maior eficacia luminosa que as lámpadas incandescentes normais e moi baixo consumo enerxético. Son lámpadas máis custosas de adquirir e de instalar, pero isto compénsase coa súa longa vida de funcionamento. A reprodución da cor é o seu punto débil, aínda que nos últimos anos se están a conseguir niveis aceptables. Tamén se caracterizan por unha tonalidade fría na cor da luz emitida.

### LÁMPADAS DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN:



Nestas lámpadas, a descarga prodúcese nun tubo de descarga que contén unha pequena cantidade de mercurio e un recheo de gas inerte para asistir o acendido. Unha parte da radiación da descarga ocorre na rexión visible do espectro como luz, mais outra parte tamén se emite na rexión ultravioleta. Cubrindo a superficie interior da ampola exterior cun po fluorescente que converte esta radiación ultravioleta en radiación visible, a lámpada ofrecerá maior iluminación que unha versión similar sen a referida capa. Aumentará así a eficacia luminosa e mellorará a calidade de cor da fonte, así como a reprodución da cor.

### LÁMPADAS MESTURADORAS:



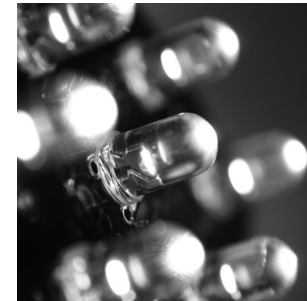
A lámpada mesturadora derivase da lámpada convencional de mercurio de alta presión. A diferenza principal entre estas dúas é que a última depende dun balastro externo para estabilizar a corrente da lámpada, mentres que a lámpada mesturadora posúe un balastro incorporado en forma de filamento de tungsteno conectado en serie co tubo de descarga. A luz de descarga do mercurio e aquela do filamento caldeado combínanse, ou mestúranse, para lograr unha lámpada con características operativas totalmente diferentes a aquelas que posúen tanto as lámpadas de mercurio puro como as incandescentes. A principal vantaxe é que concentra as vantaxes de ambos os tipos.



### LÁMPADA DE HALOXENUROS METÁLICOS:

As lámpadas de mercurio haloxenado son de construción similar ás de mercurio de alta presión. A diferenza principal entre estes dous tipos é que o tubo de descarga da primeira, ademais do mercurio, contén unha cantidade de haluros metálicos. O vapor de haluros disóciase posteriormente dentro da zona central quente do arco en halóxeno e en metal, e co metal vaporizado irradia o seu espectro apropiado. Ata hai pouco, estas lámpadas tiñan unha mala reputación ao presentar unha cor inestable, prezos elevados e pouca vida. Hoxe en día teñen mellorado e aumentado a súa eficacia luminosa e o índice de reprodución da cor, punto débil no resto de lámpadas de descarga.

### LED



Os Díodos Emisores de Luz (LED: Lighting Emitting Diode) están baseados en semicondutores que transforman directamente a corrente eléctrica en luz. Non posúen filamento, polo que teñen unha elevada vida (ata 50 000 horas) e son moi resistentes aos golpes. Ademais, son un 80 % máis eficientes que as lámpadas incandescentes. Por estas razóns, comezan a substituír ás lámpadas incandescentes e ás lámpadas de baixo consumo nun gran número de aplicacións.



A continuación móstrase unha táboa de características dos diferentes tipos de lámpadas utilizadas a nivel comercial en iluminación interior e exterior, ben como o campo de utilización recomendado.

### 6.1.2.B. EQUIPOS AUXILIARES

Mentres que as lámpadas incandescentes funcionan de xeito estable ao conectalas directamente á rede, a maior parte das fontes de luz requiren un equipo auxiliar para iniciar o seu funcionamento ou evitar aumentos continuos de intensidade. Nalgunhas lámpadas, como as halóxenas de baixa tensión, a tensión de funcionamento é distinta á fornecida pola rede, polo que se requiren tamén equipos auxiliares.

Os equipos auxiliares determinan en gran medida as prestacións de servizo da lámpada no que a calidade e economía na produción de luz se refire. Estes equipos teñen o seu propio consumo eléctrico, o cal debe de ser tido en conta ao avaliar o sistema de iluminación no seu conxunto.

Os equipos auxiliares máis comúns son os balastros, os arrancadores ou cebadores, e

os condensadores, ben como os transformadores para lámpadas halóxenas de baixa tensión. En caso de traballar con equipo electrónico, os tres compoñentes necesarios para o axeitado funcionamento da lámpada (equipo, cebador e condensador) incorpóranse nun só elemento.

#### Balastros

O balastro é o compoñente que limita (estabiliza) o consumo de corrente da lámpada dentro dos seus parámetros óptimos. É o encargado de proporcionar enerxía á lámpada, polo que as características de tensión, frecuencia e intensidade que fornece determinan o correcto funcionamento do conxunto.

#### Arrancadores

O arrancador ou cebador é o compoñente que proporciona no momento do acendido, ben por el mesmo ou en combinación co balastro, a tensión requirida para o cebado da lámpada. O arrancador pode ser eléctrico, electrónico ou electromecánico. As características eléctricas do arrancador teñen unha importancia fundamental na vida da lámpada. A tensión de pico, a corrente máxima (independente/en serie), a posición de fase e a tensión de conexión e interrupción

teñen que ser as idóneas para o requirido polo tipo e potencia. Dende o punto de vista da eficiencia enerxética, os arrancadores supoñen unha perda de entre o 0,8 e o 1,5 % da potencia da lámpada.

#### Condensadores

O condensador é o compoñente que corrixe o factor de potencia (cos  $\Phi$ ) aos valores definidos nas normas e regulamentacións en vigor.

### 6.1.2.C. EQUIPOS AUXILIARES

As esixencias implícitas máis destacables na iluminación industrial e, en concreto, nas plantas do sector téxtil son:

Alta eficacia luminosa para reducir ao máximo as perdas de potencia en forma de calor.

Mínimo número de puntos de luz.

Nivel luminoso suficiente co fin de garantir unha boa visibilidade no posto de traballo, reducir a fatiga e obter unha maior produtividade.

Ausencia de cegamento para evitar unha diminución da percepción visual do ollo humano e, como consecuencia, do rendemento da persoa.

Iluminación específica en postos de control debido á necesidade dun bo rendemento de cor.

TIPO DE LÁMPADA	Eficacia lum/W	Vida útil horas	Ton	IRC	T.º cor	Potencia (W)	Aplicación no sector téxtil
Incandescentes	10 - 12	1000	Branco	100	Cálida	15-1500	Oficinas
Halóxenas	20	2000	Branco	100	Cálida	20-2000	Mostrarios para realce de produtos
Fluorescentes	80	8000	brillante	50-95	Multi	18-65	Fins xerais onde a altura de montaxe non supere os 4 - 5 metros
Fluorescentes compactas	60 - 70	5000-6000	Branco	75	Intermedia	9-40	Fins xerais e funcionamentos prolongados onde a altura de montaxe non supere os 4 - 5 metros
Vapor de mercurio a alta presión	50	10 000	Branco	50-60	Fr a	50-2000	Alumado exterior ou naves industriais
Vapor de mercurio con haloxenuros a alta presión	90	4000	Branco	80-90	Intermedia	70-2000	Naves con elevadas alturas de montaxe e altas esixencias de IRC
Vapor de sodio a baixa presión	200	8000	Branco	0	Cálida	18-180	Polo seu elevado rendemento, empréganse onde interesa abundante luz, en detrimento da calidade
Vapor de sodio a alta presión	110	10 000	Amarelo	20	Cálida	150-1000	Alumado exterior ou naves industriais
LED	90-120	50 000	alaranxado	95	Multi	1-40	Interior e exterior

No caso particular das industrias téxtiles, atopámonos cunha ampla gama de tipos de iluminación empregados: fluorescentes, lámpadas incandescentes, de vapor de mercurio, etc., en función de se nos atopamos nas áreas de oficina ou nas naves propiamente ditas, polo cal imos propor melloras para cada caso en concreto.

**I** Substitución de lámpadas incandescentes convencionais por lámpadas de baixo consumo.

As lámpadas fluorescentes compactas, tamén chamadas de baixo consumo, poden diminuír considerablemente o gasto enerxético. Algunhas das súas vantaxes son:

- Consomen ao redor dun 20 % do consumo medio dunha lámpada incandescente estándar, o cal supón un aforro do 80 % respecto das incandescentes.
- Presentan as mesmas roscas que as lámpadas incandescentes

(tipo E27), polo que non existe ningún custo de adaptación.

- A vida media deste tipo de lámpadas é dunhas 10 000 horas, o que equivale a 10 veces a vida das incandescentes. A reposición dunha lámpada de baixo consumo equivale a 10 reposicións de lámpadas incandescentes estándar.

As equivalencias máis comúns son as seguintes:



- As lámpadas incandescentes de 40 W pódense substituír por lámpadas de baixo consumo de 8 W.
- As lámpadas incandescentes de 60 W pódense substituír por lámpadas de baixo consumo de 15 W.
- As lámpadas incandescentes de 100 W pódense substituír por lámpadas de baixo consumo de 20 W.

**II.** Substitución de lámpadas fluorescentes convencionais por lámpadas fluorescentes eficientes.

Tense comezado a comercializar tubos fluorescentes de menor potencia que os actuais, grazas á mellor calidade dos sistemas e á investigación nos trifósforos.

- Os tubos fluorescentes de 58 W pódense substituír por tubos de 51 W.
- Os tubos fluorescentes de 36 W pódense substituír por tubos de 32 W.
- Consomen ao redor dun 88 % do consumo medio dunha lámpada fluorescente convencional, o cal supón un aforro do 12 % respecto das convencionais.

Estas novas lámpadas conservan o mesmo nivel de iluminación (mesma cantidade de lumens) mais empregan unha menor cantidade de enerxía. A súa maior vantaxe é que poden ser substituídos polos tubos fluorescentes actuais sen necesidade de cambiar a luminaria, polo que o único custo asociado é o da compra da nova lámpada.

**Acendido:** Con estes balastos, que utilizan un sistema de acendido no que a lámpada sofre menos, auméntase a vida útil do tubo nun 50 %, pasando das 12 000 horas que se dan como vida estándar dos tubos trifosfóricos de nova xeración, ás 18 000 horas. Ademais, existen os balastos con acendido de precaldeo, axeitados para lugares con constantes acendidos e apagados, que evitan a deterioración da lámpada.

**Pestanexos e efecto estroboscópico:** Por unha banda, conséguese eliminar o pestanexo típico dos tubos fluorescentes e, pola outra, o efecto estroboscópico queda totalmente fóra da percepción humana.

**Regulación:** Existen balastos regulables cos que é posible regular o nivel de iluminación entre o 3 e o 100 % do fluxo nominal. Isto pódese realizar de varios xeitos: manualmente, automaticamente mediante célula fotoeléctrica e mediante infravermellos.

**III.** Substitución de balastos electromagnéticos de lámpadas fluorescentes por balastos electrónicos.

O balastro electrónico é un equipo electrónico auxiliar lixeiro e manexable que ofrece as seguintes vantaxes:

**Vida dos tubos:** O balastro electrónico con acendido por precaldeo é particularmente aconsellable en lugares onde o alumado vaia ser acendido e apagado con certa frecuencia, xa que a vida destes tubos é bastante maior.

**Fluxo luminoso útil:** O fluxo luminoso mantense constante ao longo de toda a vida dos tubos.

**Desconexión automática:** Incorporárase un circuío que desconecta os balastos cando os tubos non arrancan ao cabo dalgúns intentos. Con isto, evítase o pestanexo existente ao final da vida útil do equipo.

**Redución do consumo:** Todos os balastos de alta frecuencia reducen nunha alta porcentaxe o consumo de electricidade. A referida porcentaxe varía entre o 22 % en tubos de 18 W sen regulación e o 70 % cando se lles engade regulación de fluxo.

**Factor de potencia:** Os balastos de alta frecuencia teñen un factor de potencia moi parecido á unidade, polo que non haberá consumo de enerxía reactiva.

**Outras melloras que presentan son que, debido á baixa achega térmica, permiten diminuír as necesidades de aire acondicionado e non necesitan cebador para o seu acendido.**

**IV.** Instalación de interruptores temporais en aseos e detectores de presenza en corredores e zonas de paso.

A xestión centralizada da iluminación, a pesar das vantaxes que presenta en canto a control, supón unha importante desvantaxe en canto a eficiencia enerxética, xa que evita a posibilidade de apagar a luz en zonas onde esta non é necesaria (non hai ninguén) durante longos períodos de tempo. O emprego de dispositivos reguladores

pode chegar a supor un aforro importante en zonas de paso pouco frecuentadas, como aseos, arquivos, almacéns (onde a luz adoita permanecer acendida aínda que non se estea a utilizar, xa sexa por esquecemento ou porque non existe un interruptor físico).

Estes interruptores poden conseguir un aforro enerxético de ata un 30 %, e o seu funcionamento é aínda máis eficaz se se combinan con solucións domóticas.

**Exemplo:**

A continuación preséntase un exemplo de cálculo nunha planta do sector para comprobar como ao se realizaren substitucións no sistema de iluminación se conseguen aforros importantes.

**INSTALACIÓN ACTUAL CON FLUORESCENTES:**

Potencia TOTAL INSTALACIÓN:..... 6,62 kW  
Consumo TOTAL INSTALACIÓN: ..... 28 653,49 kWh  
Custo eléctrico ANUAL Total:..... 4190,49 euros

**INSTALACIÓN CON FLUORESCENTES + EQUIPOS (BALASTROS):**

Potencia TOTAL INSTALACIÓN:..... 7,3936 kW  
Consumo TOTAL INSTALACIÓN: ..... 31 992,0128 kWh  
Custo eléctrico ANUAL Total:..... 4709,22 euros

Neste caso consérvase o mesmo número de grupos, xa que só se cambian as lámpadas, e tamén se manteñen o mesmo número de horas e días, porque non existe cambio algún na actividade para a cal se empregan. Tamén se observa a potencia total dos novos fluorescentes e a dos balastros actuais. Con estes datos é posible saber o seu consumo e o custo eléctrico que implicará este tipo de instalación

**Caso I****Cambio único de fluorescentes****CAMBIO ÚNICO DE FLUORESCENTES:**

Potencia TOTAL INSTALACIÓN:.....5,854 kW  
Consumo TOTAL INSTALACIÓN: .....25 281,78 kWh  
Custo eléctrico ANUAL Total:.....3721,47 euros

**FLUORESCENTES NOVOS + BALASTROS ANTIGOS**

Potencia TOTAL INSTALACIÓN:.....6,6276 kW  
Consumo TOTAL INSTALACIÓN: .....28 621,45 kWh  
Custo eléctrico ANUAL Total:.....4213,07 euros

**AFORRO ECONÓMICO:**

Aforro enerxético \* prezo subministración  
Aforro enerxético = 31 992,0128 -28 621,45 = 3370,56 kWh

**AFORRO ENERXÉTICO:**

Pi-Pf)\*t; consumo inicial-consumo actual  
Aforro económico = 3370,56\*0,147 = 496,14 euros

**AFORRO AMBIENTAL:**

Aforro enerxético \* coeficiente CO2  
Aforro ambiental = 3370,56\*0,343 = 1156,1 kg CO2

**PORCENTAXES DE AFORRO:**  
**AFORRO ENERXÉTICO = 10,5 %**  
**AFORRO ECONÓMICO = 14,71 %**  
**AFORRO AMBIENTAL = 34,3 %**

**Caso II****Cambio de fluorescentes + balastros**

Para calcular a potencia total neste caso, sumárase a potencia obtida cos fluorescentes máis a que engade o balastro, tendo en conta que se emprega un só balastro por grupo. Realízase un exemplo de caso hipotético, posto que, neste caso, a potencia dos novos balastros é cero: como a potencia do novo balastro é cero, tanto a potencia como o consumo son os mesmos que para o caso dos novos fluorescentes.

**CAMBIO DE FLUORESCENTES + BALASTROS:**

Potencia TOTAL INSTALACIÓN:..... 5,854 kW  
Consumo TOTAL INSTALACIÓN: ..... 25 281,78 kWh  
Custo eléctrico ANUAL Total:..... 3721,47 euros

**AFORRO ENERXÉTICO:**

(Pi-Pf)\*t; consumo inicial-consumo actual  
Aforro enerxético = 31 992,0128 -25 281,78 = 6710,23 kWh

**AFORRO ECONÓMICO:**

Aforro enerxético \* prezo subministración  
Aforro económico = 6710,23\*0,147 = 986,40 euros

**AFORRO AMBIENTAL:**

Aforro enerxético \* coeficiente CO2  
Aforro ambiental = 6710,23\*0,343 = 2.301,60 kg CO2

Os investimentos e o período de retorno asociado neste caso resúmense a continuación:

**INVESTIMENTO:**

Prezo equipo + Prezo instalación  
Investimento = 1946,47 + 445 = 2391,47 euros

**RETORNO:**

Investimento/Aforro económico  
PRS(anos) = 2391,47 euros/986,40 = 2 anos e medio

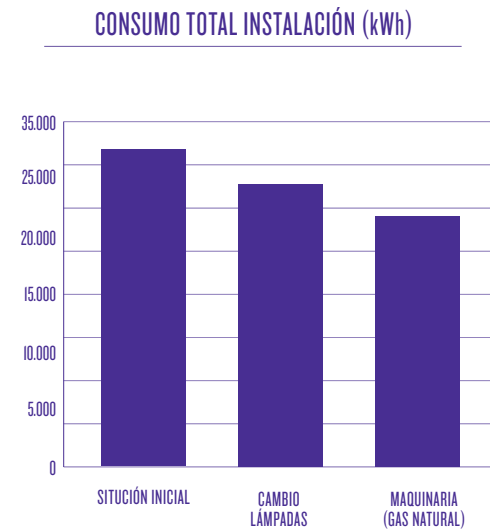
**PORCENTAXES DE AFORRO:**

**AFORRO ENERXÉTICO = 21 %**

**AFORRO ECONÓMICO = 14,7**

**%AFORRO AMBIENTAL = 34,3%**

Este é o resumo de como afectan ao consumo os cambios realizados na instalación:



Para finalizar a análise dos sistemas de iluminación, móstrase un exemplo de optimización do alumado exterior.

**EXEMPLO****Unha empresa conta coas seguintes instalacións de iluminación nas súas zonas exteriores:**

- 1 centro de mando que controla tres liñas de alumado, formadas por 20 farois por liña, con lámpadas de vapor de mercurio de 400 W con balastos electromagnéticos.
- 1 reloxo axustable para o control da instalación, con acendido ás 20:00 h e apaga-do ás 6:00 h.

Propóñense as seguintes melloras:

- Cambio de lámpadas a vapor de sodio
- Regulador/ Estabilizador en cabeceira

Trátase de dimensionar os novos equipos para realizar unha proposta de aforro enerxético e manter as condicións de confort da iluminación. Calcularase o aforro enerxético, económico e ambiental da instalación, xunto co período de retorno dos investimentos.

Datos adicionais:

- Custo electricidade: 0,12 €/kWh
- Custo das lámpadas de vapor de sodio: 37,5€
- Custo do regulador/estabilizador: 8.000€

- Horario de pouco tráfico: 23:00h ás 6:00 h
- Por simplicidade, non se considera o consumo enerxético de elementos auxiliares (balastos).

**A) CONSUMO ACTUAL**

Con base nos datos achegados, pódese determinar o custo actual da subministración eléctrica para o funcionamento do sistema de alumado actual con lámpadas de vapor de mercurio.

FAROIS VAM/LIÑA	20
N.º LIÑAS	3
N.º FAROIS	60
POTENCIA/FAROL (W)	400
POTENCIA TOTAL (W)	24 000

POTENCIA TOTAL (kW)	24
h/d a (22:00-06:00)	10
h/ano	3650
kWh/ano	87.600
custo/ano (0,12 €/kWh)	10 512,00 €

Pódese concluír que o gasto eléctrico anual do sistema actual é de 10 512,00 €.

**B) MODIFICACIÓN PROPOSTA**

Co cambio de VM a VSAP, en primeiro lugar, conséguese unha redución da potencia instalada, xa que cada lámpada VM é de 400 W e as novas VSAP propostas son de 250 W.

FAROIS VAM/LIÑA	20
N.º LIÑAS	3
N.º FAROIS	60
POTENCIA/FAROL (W)	400
POTENCIA TOTAL (W)	15 000

É dicir, partindo da situación inicial de 24 kW instalados, pásase a unha nova instalación de 15 kW, co que a potencia instalada se reduce nun 37,5 %.

Por outra banda, co sistema de regulación proposto vanse presentar dous escenarios: o primeiro, entre as 20:00 e as 23:00 h, no que a potencia vai

ser o 100 %, e o segundo, entre as 23:00 e as 6:00 h, no que a potencia vai ser o 60 % da instalada, é dicir, 9 kW, grazas á redución do 40 % conseguida co sistema de regulación.

Horario	Potencia (W)	h/d a	h/ano	kWh/ano
20:00-23:00	15 000	3	1.095	16 425
23:00-06:00	9000	7	2555	22 995
TOTAL				39 420

Na situación VM, o consumo anual é de 87 600 kWh, mentres que co cambio a VSAP e o sistema de regulación, o consumo anual é de 39 420 kWh, co que se obtén un aforro enerxético de 48 180 kWh/ano, é dicir, un aforro enerxético do 55 % fronte á situación inicial.

kWh/ano	39 420
custo/ano (0,12 €/kWh)	4730,40 €

O gasto enerxético asociado á nova instalación é de 4730,40 €, fronte aos 10 512,00 € da situación inicial, é dicir,

obtense un aforro económico anual de 5781,60 €. Considerando un valor de 0,5 kg de CO<sub>2</sub> por cada kWh utilizado no alumado público, cun aforro de 48 180 kWh/ano

evitaranse as emisións de 24 toneladas de CO<sub>2</sub> á atmosfera cada ano.

**C) INVESTIMENTOS ASOCIADOS**

O cadro de investimentos necesarios para realizar o cambio proposto é o seguinte:

Concepto	Uds.	Custo unitario(€)	Custo total (€)
Lámpadas de vapor de sodio	60	37,50	2250,00
Regulador/estabilizador	1	8000,00	8000,00
TOTAL			10 250,00

No apartado anterior calculouse un aforro económico anual de 5781,60 €, co que, considerando o investimento

de 10 250,00 €, se obtén un retorno simple dun ano e nove meses.

**D) RESUMO DE RESULTADOS**

AFORRO ECONÓMICO
5781,60 €/ano
AFORRO ENERXÉTICO
48,180 kWh/ano
AFORRO AMBIENTAL
24 t CO <sub>2</sub> /ano
PERÍODO DE RETORNO
1 ano e 9 meses



### 6.1.3 MOTORES DE ALTA EFICIENCIA

A utilización de motores eléctricos de alta eficiencia presenta un potencial de aforro no sector industrial de mil millóns de euros, segundo o European Cooper Institute. A continuación preséntase un resumo de cifras que mostran a orde de magnitude deste potencial de aforro. O total da enerxía producida ao ano no Estado Español ascende a uns 297 TWh (MITYC), dos cales o 33 % se corresponde co consumo industrial, é dicir, 98 TWh. Aínda así, non todo o consumo industrial é de enerxía eléctrica: deste subtotal, o 66,6 % será o consumo dos accionamentos eléctricos, valor que significa 64,7 TWh.

O conxunto dos accionamentos eléctricos están formados por:

- Motor eléctrico
- Motor eléctrico con redutor
- Motor eléctrico alimentado con convertedor de frecuencia (tamén chamado variador de velocidade).

O rendemento nos motores estándar pódese mellorar ata o 8 % en motores de 1 kW, e ata o 1,5 % nos motores ata 100 kW. Estas medidas son válidas na metade dos motores instalados

cun valor de mellora medio que aumenta o rendemento un 4 % sobre 33 TWh, o cal reflicte un aforro de potencia de 1,33 TWh. Dos 64,7 TWh é posible un aforro enerxético mediante o uso de convertedor de frecuencia do 35 % da potencia consumida, o que representa 22,6 TWh. Ao poder regular a velocidade, este valor de 22,6 TWh reduciríase ao 40 %, que equivale a un consumo anual de 9,1 TWh, o que se deriva nun aforro de 13,5 TWh. Este valor, engadido ao aforro anterior por mellora directa do rendemento, suma a cifra de 14,83 TWh anuais. En unidade monetaria, significaría un aforro aproximado de 1100 millóns de euros.

O aforro enerxético non só significa diminuír o gasto dun país, senón que ten unha relación directa co impacto ambiental que se produce.

Baixo este potencial de aforro e mellora do medio natural, os diferentes países do mundo desenvolveron políticas enerxéticas para incentivaren o uso de motores eléctricos de elevado rendemento. A intención é a de poder entender a súa evolución para axudar o consumidor ou o fabricante de maquinaria.

Na Unión Europea, os fabricantes de motores, conxuntamente coa Dirección Xeral da Enerxía, asinaron un acordo voluntario onde se comprometen a fabricar soamente motores de rendemento mellorado e alto rendemento.

Os fabricantes de motores que asinaron o acordo marcan os seus motores na placa característica co logotipo rexistrado (figura). Estes fabricantes achegan coa súa experiencia, sistemas de

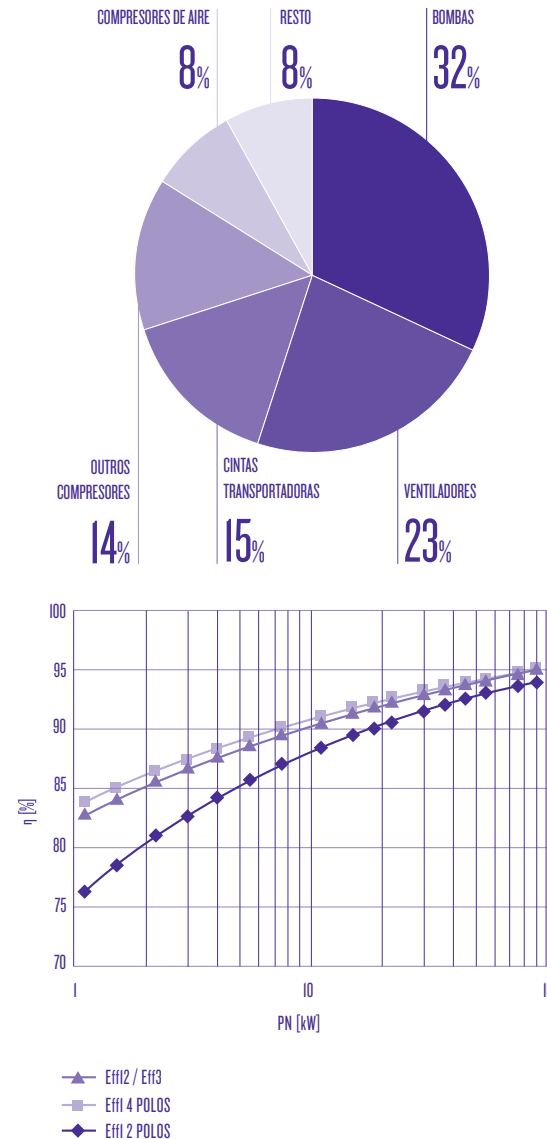


#### LOGOTIPO INDICATIVO DOS MOTORES DE ALTO RENDEMENTO SEGUNDO O ACORDO VOLUNTARIO EUROPEO

calidade e instalacións de ensaio unha seguridade no cumprimento dos valores de rendemento declarados. Esta fórmula permite distinguir os motores de alto rendemento do resto de motores sen clasificar.

O acordo europeo establece, á súa vez, uns logotipos que indican o rendemento do motor.

#### DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO NOS DIFERENTES ACCIONAMENTOS



- EFF1: motores de alto rendemento.
- EFF2: motores de rendemento mellorado.
- EFF3: motores de baixo rendemento.

A distribución das tres clases de rendementos fica do seguinte xeito:

#### Motor EFF1

Como media, un motor EFF1 reduce as perdas de enerxía por riba do 40 %. Isto significa que, no caso de moitas horas de utilización, por exemplo, 6000 h/ano, nun motor de 15 kW se poderán aforrar máis de 4 MWh ao ano, ou máis de 400 € na factura de electricidade (considerados 0,10 €/kWh). A mellor calidade dos materiais incrementa normalmente a vida útil do motor. O maior prezo de compra dun motor EFF1 recupérase nun curto prazo de tempo, en comparación coa vida útil do motor eléctrico.

#### Motor EFF2

Un motor EFF2 reduce as perdas de enerxía ata un 20%, o que significa que, no caso de utilización durante 2000 h/ano, un motor de 15 kW pode aforrar 0,6 MWh ao ano cun custo adicional mínimo. A clase EFF2 garante unha eficiencia





satisfactoria cun sobrecusto mínimo.

#### Motor EFF3

En xeral, os motores da clase EFF3 presentan unha moi baixa eficiencia e implican un investimento antieconómico na maioría das situacións, polo que non son recomendables.

#### Melloras enerxéticas

Un motor sempre se debe empregar segundo a potencia de accionamento para a que está deseñado, xa que, en caso contrario, non traballará no seu punto de rendemento óptimo. As perdas dun motor pódense dividir en:

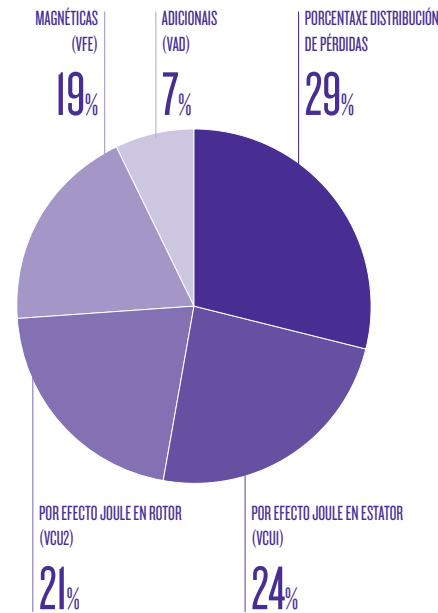
- Perdas polo efecto Joule no estator (VCu1): son as perdas orixinadas pola circulación de correntes polos devanados estatóricos como consecuencia do efecto Joule.
- Perdas magnéticas (Vfe): son as perdas no ferro.
- Perdas polo efecto Joule no rotor (VCu): son as perdas no circuíto de inducido que se orixinan co paso das correntes polos devanados do inducido e polos elementos conectados en serie con este último.
- Perdas por ventilación (Vr ventilación): son as perdas mecánicas.

- Perdas por rozamento (Vr rozamento): son as perdas mecánicas.
- Perdas adicionais (Vad): son as correntes parasitas, perdas superficiais no ferro, perdas pulsantes nos dentes, etc.

As perdas, de xeito xeral, pódense dividir en dous tipos:

- Perdas constantes ou de baleiro.
- Perdas que dependen da carga da máquina.

Para un motor de 18,5 kW e 1500 min<sup>-1</sup>, a porcentaxe de distribución de perdas é a seguinte:



#### Melloras prácticas recomendadas

No tocante á operación e mantemento dos motores eléctricos, existen unha serie de premisas básicas que son de aplicación nos sistemas actuais da industria téxtil e que se expoñen na táboa seguinte.

Evitar o arranque e a operación simultánea de motores, sobre todo dos de mediana e gran capacidade, para diminuír o valor máximo da demanda.

Evitar a operación en baleiro dos motores.

Verificar periodicamente o aliñamento do motor coa carga impulsada. Un aliñamento defectuoso pode incrementar as perdas por rozamento e, en caso extremo, ocasionar danos maiores no motor e na carga.

Corrixir a caída de tensión nos alimentadores. Unha tensión reducida nos terminais do motor xera un incremento da corrente, o seu sobreaquecemento e unha diminución da eficiencia. As normas permiten unha caída de tensión do 5 %. Para iso, é preciso utilizar condutores correctamente dimensionados.

Equilibrar a tensión de alimentación nos motores trifásicos de corrente alterna. O desequilibrio entre fases non debe exceder en ningún caso o 5 %, se ben canto menor sexa o desequilibrio, os motores operarán con maior eficiencia.

Manter ben axustado e en óptimas condicións o interruptor de arranque dos motores monofásicos de fase partida. O mal funcionamento deste accesorio que se emprega para desconectar o devanado de arranque (e o condensador nos motores de arranque por condensador) provoca un sobreaquecemento nos condutores, o que ocasiona significativas perdas de enerxía e, en caso extremo, o fallo do motor.

Utilizar arrancadores a tensión reducida naqueles motores que realicen un número elevado de arranques. Con isto evítase un aquecemento excesivo nos condutores e lógrase diminuír as perdas durante a aceleración.

Substituír nos motores de rotor devanado os reguladores con resistencias para o control da velocidade por reguladores electrónicos máis eficientes, porque as resistencias chegan a consumir ata un 20 % da potencia que o motor toma da rede.

Instalar equipos de control da temperatura do aceite de lubricación das chumaceiras en motores de gran capacidade co obxectivo de minimizar as perdas por fricción e elevar a eficiencia.

Non se recomenda rebobinar os motores máis de 2 veces, porque se poden variar as características de deseño do motor, o cal incrementaría as perdas de enerxía.



### Motor estándar fronte a Motor de alta eficiencia

A tecnoloxía na fabricación de motores evolucionou considerablemente nas últimas décadas. Hoxe en día, os motores estándar están a ser substituídos por motores de alta eficiencia, debido a que se obteñen menores custos de operación, o cal implica un aforro no consumo. Os motores de alta eficiencia demandan unha menor potencia do sistema de distribución para obter a mesma potencia de saída necesaria para realizar un traballo específico.

Entre as principais características de fabricación dos motores de alta eficiencia atópanse:

- O ventilador ten un deseño aerodinámico, lixeiro e de baixas perdas de fricción.
  - Mellor e maior cantidade de cobre para reducir a resistencia á corrente e diminuír as perdas de corrente.
  - Redución da dispersión do campo a través dunha maior área de laminación.
  - Armazón de ferro fundido, resistente á corrosión, excelente disipación e acabado preciso para mellorar a transferencia de calor.
  - Embobinado de cobre de alta eficiencia, o cal é resistente á humidade e traballa ata a 200 °C.
  - Rodamentos de bólas antifricción de baixo arrefecemento, ruído e perdas por fricción.
  - Entreferro máis estreito, o que reduce as perdas magnéticas e por fricción.
  - Aceiro ao silicio, reduce as correntes de Foucault e as perdas do campo magnético.
- A viabilidade económica de cambiar motores estándar por motores de alta eficiencia depende do tempo de utilización, do factor de carga, da porcentaxe de rendemento incrementado, da potencia dos motores e do incremento no custo dos mesmos. Outras vantaxes que teñen os motores de alta eficiencia fronte aos motores estándar son:
- Os fabricantes ofrecen un maior tempo de garantía.
  - Maiores ciclos de lubricación.
  - Maior tolerancia ao estrés térmico.
  - Habilidade para operar en ambientes de elevadas temperaturas.
  - Factor de servizo de, polo menos, 1,15 ou superior.
  - Máis resistentes a condicións anormais de operación, como sobrevoltaxes, baixovoltaxes e desbalance de fases.
  - Un factor de potencia significativamente maior para potencias de máis de 100 HP, o que diminúe as perdas en distribución e as penalidades.

Por último, preséntase unha táboa onde figura unha comparativa entre os custos de operación dun motor de 50 HP (37,3 kW) estándar e outro similar de alta eficiencia.

BASE DE COMPARACIÓN	MOTOR ESTÁNDAR	MOTOR DE ALTA EFICIENCIA	DIFERENZA	COMENTARIOS
PREZO DE COMPRA (€)	28 540	34 248	5708	20 % MAIOR
EFICIENCIA (%)	89,5	93,6	4,1	4,5 % MAIOR
PERDAS (%)	10,5	6,4	4,1	39 % MENOR
CUSTO ANUAL DE ENERXÍA (€)	23 730,3	22 690,8	1039,5	3,3 E 2,7 VECES O CUSTO INICIAL DOS MOTORES

CUSTO ANUAL DE PERDAS (€)	2491,7	1452,2	1039,5	41,7 % MENOR
CUSTO DA ENERXÍA EN 20 ANOS (€)	474 606	453 816,7	20 786,4	4,6 % MENOR
CUSTO DE PERDAS EN 20 ANOS (€)	49 033,7	29 044,3	20 786,4	3,6 VECES O CUSTO DA DIFERENZA DO PREZO DE COMPRA

Os investimentos e o período de retorno asociado á compra dun motor de 50 HP eficiente fronte a un motor estándar resúmense a continuación:

### 6.1.4 AIRE COMPRIMIDO

Neste apartado trataranse os seguintes puntos:

- Tipo de compresores
- Variadores de frecuencia e velocidade.
- Custo e eficiencia da produción de aire comprimido.
- Presión de subministración.
- Illamento de ramais non utilizados.
- Funcionamento en baleiro.
- Mantemento de filtros.
- Calor de refrixeración.
- Reparación de fugas.

### INVESTIMENTO

Incremento do prezo (compra motor alta eficiencia)

Investimento = 34 248 - 28 540 = 5708 euros

### AFORRO ECONÓMICO

Aforro por consumo enerxético)

Aforro económico = 23 730,3 - 22 690,8 = 1039,5 euros

### RETORNO

Investimento/Aforro económico

PRS(anos) = 5708 euros/1039,5 = 5 anos e medio

### PORCENTAXE DE AFORRO

Aforro económico = 4,3 %

Considérase un sistema pneumático todo aquel que funciona con base en aire comprimido, é dicir, aire a presión superior a unha atmosfera, o cal se pode empregar para empuxar un

pistón, como nunha perforadora pneumática, facelo pasar por unha pequena turbina de aire para mover un eixo, como nos instrumentos odontolóxicos, ou expandilo a través dunha tobeira para producir un chorro



de alta velocidade, como nunha pistola para pintar.

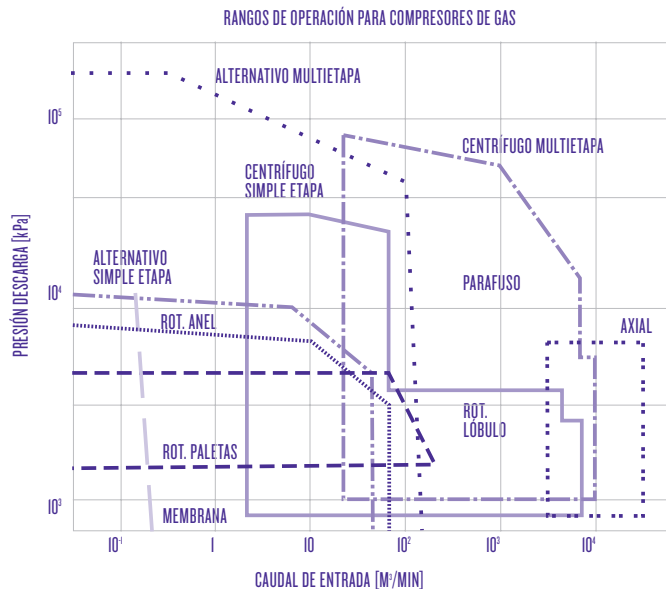
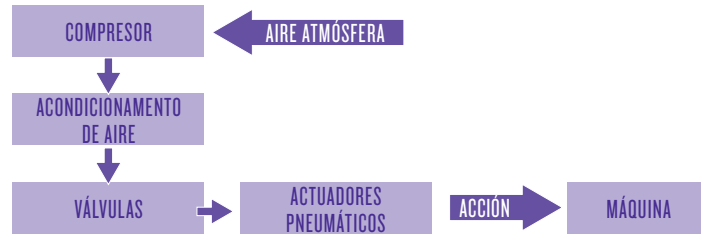
O aire comprimido obtense sometendo aire a presión por medio dun compresor. O aire non só se comprime, senón que tamén se adoita deshumidificar e filtrar.

Unha grande instalación pneumática componse de diferentes dispositivos sinxelos de traballo. O seguinte cadro mostra os diferentes axentes que interveñen na produción, tratamento, distribución, regulación e actuación do aire comprimido.

### TIPOS DE COMPRESORES

Na actualidade existen diferentes tipos de compresores empregados na industria, que se diferencian principalmente no xeito de comprimir o aire atmosférico. En función da aplicación final do aire comprimido e o rango de operación (caudal e presión de

### SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO



TIPOLOXÍA DOS COMPRESORES DE AIRE						
DESPLAZAMENTO FIXO				DESPLAZAMENTO VARIABLE (TURBOCOMPRESORES)		
ALTERNATIVOS		ROTATIVOS			RADIAL	AXIAL
PISTÓN	MEMBRANA	PALETAS	PARAFUSO	ROOTS		

descarga), será recomendable empregar un ou outro tipo de compresor. Xeralmente, os compresores alternativos son capaces dun rendemento maior a carga nominal, mentres que os compresores de parafuso permiten unha mellor regulación de carga, polo que, en función das demandas de aire, compensará o emprego dun ou outro. De se consumir o 100 % da potencia nominal, será mellor elixir un compresor alternativo e, en caso contrario, un de parafuso.

A continuación pódense apreciar os rangos de operación recomendados para diferentes tipos de compresores:

#### Compresores a pistón

Para altas presións é necesario acudir a varias etapas de compresión. Un compresor lubricado durará máis que un que non o está. Hai que ter coidado de non lubricar en exceso, pois a carbonización do aceite nas válvulas pode ocasionar adherencias e sobreaquecemento. Ademais, os tubos de descarga saturados con aceite son un risco potencial de incendio, polo que é necesario colocar corrente abaixo un separador para eliminar o

aceite. Os problemas máis grandes nos compresores con cilindro lubricado son a sucidade e a humidade, pois destrúen a película de aceite dentro do cilindro.

#### Compresores de membrana

Permiten a produción de aire comprimido absolutamente exento de aceite, posto que este non entra en contacto co mecanismo de accionamento e, en consecuencia, o aire presenta unha gran pureza. Utilízanse en Medicina e en certos procesos químicos onde se require aire sen vestixios de aceite e de gran pureza. En xeral, non se empregan para uso industrial. Os compresores de diafragma accionados mecanicamente fabricanse unicamente para pequenas capacidades e presións moderadas, tamén como bombas de baleiro. As unidades con accionamento hidráulico son máis axeitadas para a produción de altas presións.

#### Compresores de paletas

De se requirir aire exento de aceite, as paletas deben estar feitas de materiais autolubrificantes, do tipo teflón ou grafito. Alcanzan unha vida útil de 35 000 a 40 000 horas de funcionamento, dado o escaso desgaste dos órganos móbiles



(paletas) pola abundante presenza de aceite. Este tipo de compresores fornecen un fluxo case sen pulsacións e de xeito continuo a través dun depósito de dimensións reducidas que actúa como separador de aceite.

#### Compresores de parafuso

A compresión destas máquinas realízase a través de dous rotores helicoidais (macho e femia), similares a dous parafusos engrenados entre eles, e contidos nunha carcasa dentro da cal viran. Os lóbulos échense de aire por un lado e descárgano polo outro en sentido axial. Os dous rotores non están en contacto entre eles, de tal xeito que tanto o desgaste como a necesidade de lubricación resultan mínimos. Isto lógrase a través duns xogos de engrenaxes que manteñen o sincronismo de xiro dos rotores e evitan que estes se preman uns contra outros, garantindo a estanquidade necesaria mediante unha estreita tolerancia entre os xogos de engrenaxes, ben como entre estes e a carcasa.

Constrúense de 1, 2 ou máis chanzos de compresión e entregan un fluxo case continuo, polo que as dimensións do depósito son

reducidas, cumprindo máis ben funcións de colector e separador de aceite que de acumulador.

#### Compresores Roots

Só transportan o volume de aire aspirado dende o lado de aspiración cara ao de compresión, sen o comprimir durante o percorrido. Non hai redución de volume e, polo tanto, tampouco aumento de presión. O volume que chega á boca de descarga, aínda coa presión de aspiración, mestúrase co aire xa comprimido da tubaxe de descarga e introdúcese na cámara, chegando este á presión máxima para logo ser expulsado. Resultan axeitados cando se require aire comprimido a baixas presións completamente libre de rastros de lubricante.

#### Turbocompresores radiais

Poden ser dunha ou varias etapas de compresión consecutivas. Son máquinas de alta velocidade, o cal é un factor fundamental no seu funcionamento, xa que está baseado en principios dinámicos. A velocidade de rotación é dunhas 15 000 a 20 000 rpm e, inclusive, superiores. Ofrece unha variación bastante ampla no

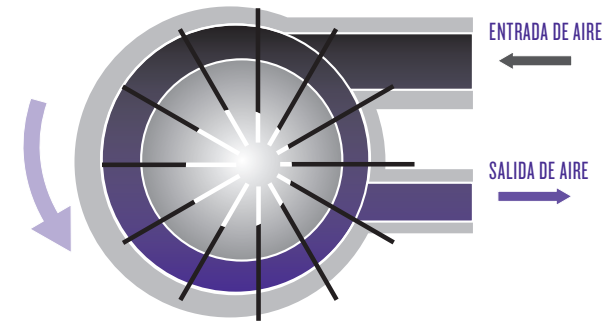
fluxo, cun cambio pequeno na carga. A ausencia de pezas en rozamento na corrente de compresión permite traballar un longo tempo entre intervalos de mantemento, sempre que os sistemas auxiliares de aceites lubricantes e aceites de selado sexan correctos. Pódense obter grandes volumes nun espazo reducido. A súa característica é un fluxo suave e libre de pulsacións.

Un aumento pequeno na caída de presión no sistema de proceso pode ocasionar reducións moi grandes no volume do compresor. Requírese un complicado sistema para aceite lubricante e aceite de selado.

#### Turbocompresores axiais

A alta eficiencia e a capacidade máis elevada son as únicas vantaxes importantes que teñen os compresores de fluxo axial sobre as máquinas centrífugas para as instalacións estacionarias. O seu menor peso e tamaño non ten moito valor, tendo en conta, sobre todo, o feito de que os prezos son comparables aos das máquinas centrífugas deseñadas para as mesmas condicións. As desvantaxes inclúen unha gama operacional limitada, maior vulnerabilidade á corrosión e á

#### COMPRESOR DE PALETAS



erosión, ben como propensión ás deposicións. Destínanse a aquelas aplicacións onde é preciso dispor dun caudal constante a presións moderadas. Os compresores axiais son máis axeitados para aquelas plantas que precisan caudais de aire grandes e constantes. Unha aplicación moi frecuente é o soprado dos altos fornos.

#### VARIADORES DE FRECUENCIA E VELOCIDADE

O motor de corrente alterna, a pesar de ser un motor robusto, de pouco mantemento, livián e ideal para a maioría das aplicacións industriais, ten o inconveniente de ser un motor ríxido en canto á súa velocidade. A velocidade do

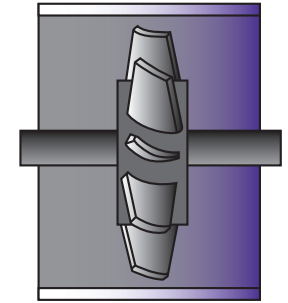
motor asíncrono depende da forma construtiva do motor e da frecuencia de alimentación.

Como a frecuencia de alimentación que entregan as compañías de electricidade é constante, a velocidade dos motores asíncronos tamén o é, agás que se varíe o número de polos, o escorregamento ou a frecuencia.

O método máis eficiente de controlar a velocidade dun motor eléctrico é por medio dun variador electrónico de frecuencia. Non se requiren motores especiais, son moito máis eficientes e teñen prezos cada vez máis competitivos.

O variador de frecuencia regula a frecuencia da voltaxe aplicada

#### COMPRESOR AXIAL



ao motor para lograr modificar a súa velocidade. Con todo, simultaneamente ao cambio de frecuencia, débese variar a voltaxe aplicada ao motor para evitar a saturación do fluxo magnético cunha elevación da corrente que danaría o motor. Á vez que un variador de frecuencia pode controlar a velocidade, o variador de frecuencia tamén reduce o consumo de enerxía, chegando a aforros dun 60 %. O que fai o variador de frecuencia é reducir a cantidade de enerxía empregada polo motor para lograr o seu fin.

Ata unha redución pequena na velocidade pode representar aforros significativos. Por exemplo, unha bomba centrífuga ou un ventilador que funcione ao 80 % da velocidade



consome só a metade da enerxía en comparación con outro que funcione a plena velocidade.

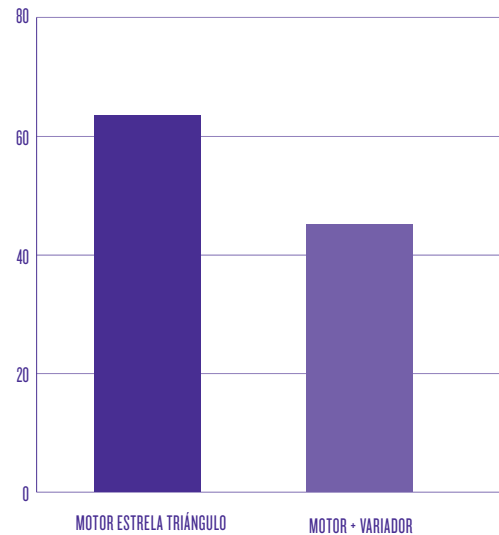
Un claro exemplo é o caso dunha bomba centrífuga ou un ventilador, que, funcionando a media velocidade, só consome un oitavo da enerxía se se compara co seu funcionamento a plena velocidade. Isto é porque o par necesitado para unha bomba ou un ventilador garda unha relación cadrática co volume. Por exemplo, reducir a velocidade dunha bomba ao 80 % soamente require o 64 % do par ( $0,8 \times 0,8$ ). E isto non é todo: para producir o 64 % do par só se require o 51 % da potencia ( $0,64 \times 0,8$ ) debido a que o requirimento de potencia se reduce no mesmo sentido.

Os seguintes gráficos mostran os resultados dunha aplicación dun variador de frecuencia.

Neste caso, mediante a aplicación dun variador de frecuencia obtense unha redución dun 23,5 % de enerxía activa e un 83,3 % de enerxía reactiva. Debido a isto, tense pasado dun factor de potencia de 0,78 a 0,98.

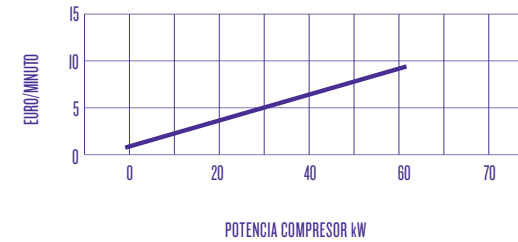
	E. ACTIVA (kWh/ CICLO)	CONSUMO I HORA (kWh)	AFORRO E. ACTIVA
MOTOR ESTRELA/ TRIÁNGULO	2,115	63,225	
MOTOR + VARIADOR	1,619	45,536	23,46 %

### ENERXÍA ACTIVA

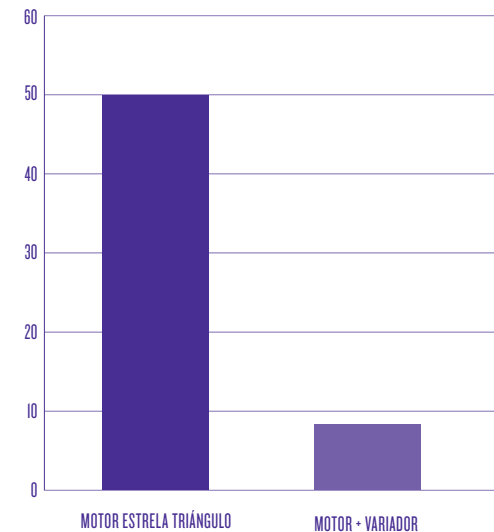


	E. REACTIVA (kVARh/ CICLO)	CONSUMO I <sub>h</sub> (kVARh)	AFORRO E. REACTIVA
MOTOR ESTRELA/ TRIÁNGULO	1,785	49,971	
MOTOR + VARIADOR	0,298	8,351	83,29 %

### COSTE DO AIRE COMPRIMIDO



### ENERXÍA REACTIVA



## CUSTO E EFICIENCIA

### DA PRODUCCIÓN DE AIRE COMPRIMIDO

A produción de aire comprimido na industria é un proceso custoso. Estudos enerxéticos do funcionamento do aire comprimido na industria cifran o gasto económico en 1 céntimo de €/minuto por cada m<sup>3</sup>/minuto de aire aspirado polo compresor, o que implica un custo medio diario de 14,4 € e anual de 3500 € pola enerxía eléctrica consumida.

O seguinte gráfico mostra o gasto económico por minuto de funcionamento ao empregar un compresor en función da potencia do aparello.

Débese ter en conta que estes datos son orientadores e que se calcularon a partir dun consumo do compresor de 6,5 m<sup>3</sup>/min/kW e un custo da enerxía eléctrica 14 c€/kWh). Dende o punto de vista termodinámico, o proceso de compresión do aire é moi ineficiente polo baixo rendemento dos compresores, dado que a maior parte da enerxía se converte en calor. A continuación enuméranse algunhas recomendacións prácticas para a produción e mantemento do aire comprimido na industria.



DIÁMETRO DO ORIFICIO (mm)	FUGAS A 6 BAR (l/s)	POTENCIA ABSORBIDA POR FUGAS (kW)	FUNCIONAMENTO (h/ano)	CONSUMO ENERXÉTICO (kWh/ano)	CUSTO TOTAL (€/ano)
1	1	0,3	1.000	30	24
3	10	3,1	1.000	3.100	248
5	27	8,3	2.000	16.600	1.162
10	105	33	2.000	66.000	4.620

FONTE: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ENERGÍA (ITE)

### Presión de subministración

Convén comprobar a presión mínima de traballo dos equipos conectados e as perdas de presión na rede. A presión de compresión pódese axustar facilmente e convén consultar o manual de instrucións da máquina ou ao subministrador do compresor. O consumo de enerxía incrementase ao aumentar a presión do aire comprimido. Por exemplo, de se traballar a 6 bar en lugar de a 7 bar, o aforro de custos enerxéticos supón un 4 %. Por todo isto se recomenda que as ferramentas pneumáticas se empreguen á menor presión posible.

### Illamento de ramais non utilizados

É interesante localizar e identificar as tubaxes de aire non utilizadas na actualidade. Cando se está seguro de que non se van volver usar, é

recomendable desmantelar os circuitos ou cortar a conexión e facela estanca. (CAP soldado, brida cega, etc.). As tubaxes e ramais non utilizados e sen illar presurízanse e baléiranse cada vez que se presuriza/despresuriza o sistema de aire. Estas tubaxes e ramais poden ser unha fonte potencial de fugas que depende das condicións e dimensións de cada instalación. A continuación móstrase unha táboa na que se representan as perdas enerxéticas e económicas de distintos tipos de fugas.

### FUNCIONAMENTO EN BALEIRO

Débese de evitar o funcionamento en baleiro dos compresores, xa que isto supón un custo moi elevado. Para iso recoméndase:

- Un axuste correcto dos temporizadores.
- Posta en marcha dos

compresores só cando hai demanda.

- Parada dos compresores cando non hai demanda durante un tempo prolongado.

### MANTENIMENTO DE FILTROS

É importante comprobar periodicamente o estado de limpeza dos filtros de aire, xa que cando están sucios incrementan o consumo enerxético e de aire. O mantemento incorrecto do sistema de tratamento de aire implica un aumento do consumo de enerxía que pode ascender ata un 30 %.

### CALOR DE REFRIXERACIÓN

Nos compresores refrixerados por aire, analizar se é sinxelo conducir o aire tépedo e recuperar a calor. Esta recuperación dependerá das características da maquinaria,

## Exemplo: Reparación de fugas nunha instalación de aire comprimido

Unha industria do sector téxtil posúe un compresor de 15 CV que presenta unha fuga no seu sistema de distribución. As perdas xeradas neste sistema resultan significativas tendo en conta que son perdas en proceso continuo. Débese ter en conta que unha fisura de 1 mm provoca un consumo extra dun kW. No seguinte recadro pódese ver o aforro anual que representa reparar a fuga, ben como o custo de levar cabo a medida e o seu período de amortización.

REPARACIÓN DE FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO		
INVESTIMENTO	AFORRO ANUAL	AMORTIZACIÓN
100 €	750 €	1,6 MESES



axudando ás operacións de secado ou calefacción das naves no inverno e actuando indirectamente como cortina de aire.

## REPARACIÓN DE FUGAS

Tamén é recomendable o emprego de instalacións centralizadas (xa que funcionan mellor a cargas parciais), o tratamento de aire de aspiración e a realización periódica de inspeccións nas tubaxes de distribución (detección de fugas).

## 6.2 ENERXÍA TÉRMICA

### 6.2.1 XERACIÓN DE VAPOR

Na industria téxtil, obxecto deste estudo, demándase vapor para o proceso de repasado. Nas empresas pequenas, este servizo obtense mediante resistencias eléctricas incorporadas aos centros de repasado, mentres que nas empresas de maior envergadura, o vapor xérase de modo centralizado a través de caldeiras de combustibles fósiles (gasóleo).

Nos seguintes apartados

enuméranse diferentes medidas orientadas ao aforro enerxético e económico na produción de vapor.

- Eficiencia no proceso de produción vapor
- Tratamento da auga de alimentación e retorno de condensados
- Control do nivel modulante para a alimentación de auga
- Control da combustión
- Recuperación de calor nos fumes
- Elección de combustible
- Substitución de caldeiras
- Cambio de queimadores

#### Tratamento da auga de alimentación e recuperación de condensados

A auga da rede, dos pozos ou de calquera outra fonte trae unha serie de impurezas que deben de ser depuradas antes da súa utilización no proceso de xeración de vapor polos seguintes motivos:

- Minimizar a corrosión na caldeira, no sistema de distribución do vapor e no sistema de retorno de condensados.
- Evitar a formación de incrustacións na caldeira que prexudicarán o intercambio de calor.

- Minimizar a formación de espumas e arrastres de auga de caldeira co vapor, co fin de obter un vapor limpo e seco.

As principais técnicas de tratamento da auga son as seguintes:

- Redución do nivel de sólidos disoltos por desmineralización, osmose inversa.
- Eliminación térmica ou química do osíxeno para evitar oxidacións e bolsas de gases (malos condutores da calor).
- Química para evitar incrustacións.
- Química para manter condicións un pouco alcalina e previr a corrosión.

Na industria téxtil, o circuito que realiza o vapor é de tipo pechado, o que minimiza a chegada de auga nova ao proceso e, xa que logo, axuda a reducir o custo de pretratamento. A auga condensada segue sendo apta para un novo ciclo; unicamente é preciso eliminar os gases disoltos.

Esta operación realízase principalmente por eliminación térmica, isto é, ao elevar a temperatura da auga, o contido

de osíxeno disolto redúcese. A elevación de temperatura do tanque de alimentación faise aproveitando a calor dispoñible do propio condensado e, en ocasións, inxéctase vapor vivo procedente da caldeira.

En función do volume de condensados recuperados e da temperatura conseguida no tanque de alimentación á caldeira, é preciso pór atención na realización dunha mestura axeitada do retorno de condensados e da auga de chegada, evitando que a enerxía térmica dispoñible no condensado se disipe baixo a forma de revaporizado á atmosfera. Para evitar este revaporizado, bastará cunha disposición adecuada dos entubados de entrada e dos condensados.

#### Control do nivel modulante para a alimentación de auga

O nivel de auga no interior dunha caldeira débese manter entre uns valores límite. Se o nivel baixa do límite inferior, os entubados pódense arrefecer por riba da resistencia do aceiro. Se, pola contra, o nivel da auga pasa do límite superior, existe o risco de arrastrar a auga con vapor que se está a

enviar ao proceso. Nas caldeiras antigas, cando a evaporación reducía o nivel da auga por debaixo dun valor programado, púñase en funcionamento a bomba e inxectábase auga ata chegar ao nivel programado. Esta incorporación brusca de auga a menor temperatura da interior rompe o equilibrio auga-vapor da caldeira e fai que parte do vapor acabado de xerar se condense e provoque néboa, polo que o vapor enviado ao proceso irá enchoupado de auga e transportará unha menor enerxía.

Os controis modulantes do sistema de alimentación de auga á caldeira regulan a súa entrada de forma case continua, impedindo que rompa o equilibrio interior e presentando, polo tanto, as seguintes vantaxes respecto dun control todo/nada:

- Presión e caudal de vapor máis estable.
- Maior eficiencia na operación do queimador.
- Menor fatiga térmica sobre a parede da caldeira.
- Menor arrastre de auga con vapor.

Por todos estes motivos, é recomendable a instalación

destes controis modulantes. Cómpre destacar, finalmente, que en salas con varias caldeiras pódese implantar unha estación central de bombeo.

#### Regulación e control da combustión

As principais causas que diminúen o rendemento das caldeiras son as seguintes:

- Exceso de aire na combustión.
- Exceso de temperatura de saída dos fumes pola cheminea.

O exceso de aire corríxese regulando correctamente a entrada de aire no queimador, mentres que o exceso de temperatura de saída dos fumes pódese solucionar instalando un turbulador, limpando a sucidade ou regulando o tiro da cheminea. Para manter un rendemento axeitado dos xeradores de vapor ou calor débense realizar controis periódicos (polo menos trimestrais) dos parámetros da combustión. Ademais do control da combustión, é moi importante a aplicación do programa de mantemento preventivo que se detalla a continuación, dependendo, en





todo caso, do tipo de caldeira e das recomendacións específicas do fabricante:

A eficiencia na combustión será máxima cando as perdas sexan mínimas, polo que a combustión debe de ser o máis perfecta posible. As perdas principais concéntranse en:

- Calor sensible dos gases. Son máis elevadas segundo aumenta o exceso de aire (menor porcentaxe de CO<sub>2</sub> nos gases) e a temperatura de saída dos gases.
- Calor latente dos gases con combustibles sólidos e líquidos. Aumentan coa presenza de inqueimados gasosos (principalmente CO), consecuencia dun defecto de aire ou dunha mala repartición deste.
- Calor sensible en cinzas. Son practicamente inevitables.
- Calor latente en cinzas con combustibles líquidos e gasosos. Débense a inqueimados sólidos.

Para minimizar as perdas, débense corrixir:

- **Exceso de aire:** o mantemento da correcta relación aire-combustible é o factor máis importante na eficiencia

PURGA DE NIVEIS	DIARIA
REVISIÓN DE QUEIMADORES	SEMANAL
ANOTACIÓN CONSUMO ELÉCTRICO MOTOR QUEIMADOR	MENSUAL
DISPARO MANUAL DE VÁLVULAS DE SEGURIDADE	SEMANAL
LIMPEZA DE ENTUBADOS	MENSUAL
REVISIÓN DE BOMBAS E VENTILADORES	MENSUAL
REVISIÓN DE INSTRUMENTACIÓN	MENSUAL
INSPECCIÓN DO ILLAMENTO DA CALDEIRA	TRIMESTRAL
VERIFICACIÓN INEXISTENCIA DE FUGAS	SEMESTRAL
INSPECCIÓN E PROBAS REGULAMENTARIAS	ANUAL

COMBUSTIBLE	EXCESO DE AIRE (%)	CO <sub>2</sub> (%)
C. LÍQUIDO	15-25	14-12
C. GASOSO	5-15	10-8
CARBÓN	30-50	17-13
MADEIRA	40-70	16-11

da combustión. O aire en exceso, por riba do requirido para a combustión completa, aumenta a perda por calor sensible en fumes e reduce a temperatura da chama. Para controlar este exceso de aire mídese a porcentaxe de CO<sub>2</sub> ou de O<sub>2</sub> dos fumes, de tal xeito que a maior CO<sub>2</sub>, menor exceso de aire, e a maior O<sub>2</sub>, maior exceso de aire. Os valores correctos de CO<sub>2</sub> ou de O<sub>2</sub> dos gases de combustión dependen do: tipo de combustible empregado e tamaño deste, no caso dos sólidos; tipo de equipamento de combustión empregado; tipo do fogar da caldeira, etc.

A título orientador é válida a seguinte táboa:

- **Defecto de aire:** a combustión con defecto de aire débese de evitar sempre, pois dá lugar á aparición de inqueimados (principalmente CO) e crea depósitos nas superficies de intercambio de calor, os cales reducen a transferencia térmica e orixinan, ademais, obstrucións nos condutos. A medida de opacidade nos gases permite determinar o grao de inqueimados na combustión. O índice opacimétrico na escala de Bacharach débese de manter en valores 1 e 2, sen superar

IB (*)	COMBUSTIÓN	DEPOSICIÓN PRODUCIDA
1	EXCELENTE	INAPRECIABLE
2	BOA	LIXEIRA. NON AUMENTA A TEMPERATURA DE GASES APRECIABLEMENTE
3	MEDIA	HAI CERTA CANTIDADE. PRECÍSASE LIMPEZA UNHA VEZ AO ANO.
4	POBRE	CONDICIÓN LÍMITE. LIMPEZA FRECUENTE
5	MOI POBRE	MOITA DEPOSICIÓN E MOI PESADA

(\*) IB = ÍNDICE DE BACHARACH

en ningún caso o valor 3. A graduación, segundo as características da combustión e a produción de deposicións, é a seguinte:

- Unha temperatura de gases alta pode ser debida a:
  - Exceso de tiro.
  - Sucidade nas superficies de intercambio de calor.
  - Deterioración da cámara de combustión.
  - Equipo de combustión desaxustado.
  - Cámara de combustión mal deseñada.

A continuación recóllese unhas táboa que indican as perdas por cheminea en función da temperatura de saída dos gases de combustión e da porcentaxe de exceso de aire, neste caso, para gasóleo C e gas natural.

GASÓLEO C				PERDAS EN GASES DE COMBUSTIÓN (%) EN FUNCIÓN DE: (T GASES-T AMBIENTE) (°C)					
O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> +SO <sub>2</sub>	EXCESO DE AIRE	GASES	100	140	180	220	260	300
(%)	(%)	(POR UN)	(kg/kg)						
0	16	1	14,73	3,8	5,4	6,9	8,5	10,1	11,8
1	15,23	1,04	15,38	4	5,6	7,2	8,9	10,6	12,3
2	14,46	1,09	16,11	4,1	5,8	7,6	9,3	11	12,8
3	13,7	1,15	16,91	4,3	6,1	7,9	9,7	11,6	13,4
4	12,93	1,22	17,8	4,6	6,4	8,3	10,2	12,1	14,1
5	12,16	1,29	18,81	4,8	6,8	8,8	10,8	12,8	14,8
6	11,4	1,38	19,96	5,1	7,2	9,3	11,4	13,6	15,7
7	10,63	1,47	21,27	5,4	7,6	9,9	12,1	14,4	16,7
8	9,86	1,58	22,78	5,8	8,2	10,6	13	15,4	17,9
9	9,1	1,71	24,55	6,2	8,8	11,4	14	16,6	19,2



• Unha temperatura de gases alta pode ser debida a:

- Exceso de tiro.
- Sucidade nas superficies de intercambio de calor.
- Deterioración da cámara de combustión.
- Equipo de combustión desaxustado.
- Cámara de combustión mal deseñada.

• A baixa proporción de CO<sub>2</sub>: pódese deber a:

- Exceso ou defecto de aire.
- Falta de estanquidade na cámara de combustión.
- Exceso de tiro.
- Chama desaxustada.
- Queimador actuando en períodos de tempo curtos ou mal regulado.
- Boca de pulverización deteriorada ou sucia.
- Mala atomización.

• Gases opacos: las concentraciones de CO non deben de exceder 400 ppm (0,04 %), valor especificado nalgunhas lexislacións. Os valores por riba pódense deber a:

- Defecto de aire.
- Mestura non homoxénea de combustible e aire.

O <sub>2</sub> (%)	GAS NATURAL			PERDAS EN GASES DE COMBUSTIÓN (%) EN FUNCIÓN DE: (T GASES-T AMBIENTE) (°C)					
	CO <sub>2</sub> +SO <sub>2</sub> (%)	EXCESO DE AIRE (POR UN)	GASES (kg/kg)	100	140	180	220	260	300
0	11,97	1	14,22	4	5,7	7,4	9,1	10,8	12,5
1	11,4	1,04	14,83	4,2	5,9	7,7	9,4	11,2	13
2	10,82	1,09	15,5	4,4	6,1	8	9,8	11,7	13,5
3	10,25	1,15	16,25	4,6	6,3	8,3	10,3	12,2	14,1
4	9,68	1,21	17,09	4,8	6,6	8,7	10,7	12,8	14,8
5	9,1	1,32	18,03	5	6,9	9,2	11,3	13,4	15,5
6	8,53	1,4	19,1	5,3	7,3	9,7	11,9	14,1	16,4
7	7,95	1,5	20,32	5,6	7,7	10,3	12,6	15	17,4
8	7,38	1,62	21,73	6	8,2	10,9	13,4	16	18,5
9	6,81	1,75	23,39	6,4	8,8	11,7	14,4	17,1	19,8

- Mal deseño ou axuste da cámara de combustión.
- Chama que incide en superficies frías.

• Outros puntos de interese:

- Adecuar a regulación do traballo en instalacións con varias caldeiras para que funcionen cun rendemento o máis próximo posible ao óptimo.
- Comprobar que a caldeira non traballa a unha presión excesiva innecesaria para o proceso.
- Control de purgas: se estas son excesivas, poden ser debidas a un mal tratamento da auga de entrada.

**Exemplo:**

### Axuste do aire de combustión

Nunha industria emprégase para a xeración de vapor unha caldeira de gasóleo de 870 000 kcal/h, o consumo anual de combustible ascende a 296 000 litros/ano, valorados en 181 000 €.

Realizada a medición dos gases de cheminea, observouse que a caldeira traballa cun importante exceso de aire, o que provoca unha perda de rendemento do 2,4 %. Para corrixir esta situación, chega con axustar a entrada de aire no queimador, o cal reduce o citado exceso. A continuación, resúmense os parámetros económicos deste investimento:

Polo tanto, recoméndase facer a análise de gases de combustión para evitar desviacións do punto óptimo de funcionamento.

AFORRO POR AXUSTE DO AIRE DE COMBUSTIÓN			
INVESTIMENTO	AFORRO EN COMBUSTIBLE	AFORRO ECONÓMICO	AMORTIZACIÓN
450 €	8000 LITROS	4880 €	1 MES



## RECUPERACIÓN DE CALOR NOS FUMES: TURBULADORES E ECONOMIZADORES

### Economizadores

Nalgúns casos pode ser de interese recuperar a calor dos gases de escape por debaixo da temperatura de xeración de vapor. A solución consiste en pór un economizador ou intercambiador gases-auga ou gases-aire que faga pasar os gases produto da combustión por un lado e o fluído que se irá quentar polo outro. Estas instalacións son altamente recomendables en caldeiras con fluídos gasosos polo importante aumento de rendemento que se pode alcanzar (superior a 4 %) e sen problemas de corrosión.

### Turbuladores

Nas caldeiras piro-tubulares, no caso de que a temperatura de fumes sexa excesivamente alta, estando os outros parámetros da combustión próximos aos valores recomendados, é aconsellable a instalación de turbuladores nos entubados dun dos pasos de fumes da caldeira para aumentar a transferencia de calor dos fumes á auga.

O seu prezo adoita oscilar entre os 10 e 25 € por metro lineal instalado e o período

de amortización deste avance é de 8 a 12 meses. Convén ter en conta que o ventilador do queimador debe de ser axeitado para vencer a perda de carga adicional debida aos turbuladores, o que pode ser un problema importante, sobre todo en caldeiras con entubados longos e de tres pasos, se ben este tipo de caldeiras non adoitan ter problemas de temperaturas excesivas na saída de gases.

### RECUPERACIÓN DA CALOR DAS PURGAS

As operacións de purga consisten na extracción do interior da caldeira dos sólidos disoltos e en suspensión que teña a auga de alimentación, xa que, ao se vaporizar esta, aumenta a concentración de sólidos na auga que queda sen vaporizar, o que dá lugar á aparición de importantes problemas.

É preciso chegar a un axeitado equilibrio entre o caudal de purga e os problemas asociados aos sólidos disoltos. Unha purga insuficiente provocaría o aumento de sólidos e o seu arrastre polo vapor, así como lodos e incrustacións no interior da caldeira.

Unha purga excesiva daría lugar a unha elevada perda de calor, ao precisarse máis auga de alimentación, ademais dunha maior demanda de enerxía eléctrica, para o accionamento das bombas de alimentación.

Se se coñece a concentración de sales da auga de alimentación ( $S_a$ , expresado en mg/l) e a recomendada para a auga do interior da caldeira ( $S_c$ , expresado en mg/l, sendo o seu valor máximo de 4000), e admitindo que non haxa perdas de vapor na distribución, é fácil determinar o caudal óptimo da purga (o mínimo preciso para manter o equilibrio necesario entre a entrada e saída dos sales) mediante a seguinte expresión:

$$Q_p = \dots \cdot S_a$$

Onde:

$$Q_v = \text{caudal de vapor producido, } Q_c = \text{caudal de condensado retornado,}$$

$$Q_p = \text{caudal óptimo de purga, Dadas os tres en kg/h.}$$

É usual que as caldeiras de alta presión traballen con purgas do 2 ao 5 % da auga

de alimentación, as de media presión con porcentaxes do 5 ao 10 %, e as de baixa presión con valores do 10 ao 15 %.

Da ecuación do caudal óptimo de purga dedúcese que este se pode reducir ao aumentar a recuperación de condensados ou ao diminuír a salinidade da auga de alimentación.

A mellor opción para materializar a solución de equilibrio antes comentada consiste na instalación dun control automático de purgas. As vantaxes desta solución son as seguintes:

- Mantemento do nivel de sólidos disoltos na caldeira ao redor do valor máximo permitido para minimizar a perda de calor e os custos de tratamento.
- Prevención dun valor de concentración de sales demasiado alto que causaría arrastres de auga sucia co vapor.
- Axuda ao mantemento da caldeira limpa de incrustacións.
- Minimización de atención persoal.

Substitución de combustibles

No panorama actual de tendencia de prezos alcista dos

produtos derivados do petróleo, o gas natural aparece como a solución máis atractiva para absorber unha boa parte da demanda enerxética do sector téxtil.

O gas natural é unha fonte de enerxía pouco contaminante e con baixo contido en dióxido de carbono en comparación cos outros combustibles fósiles, característica que lle permite contribuír á diminución do efecto invernadoiro, ademais de implicar un aforro enerxético de se substituíren combustibles fósiles como gasóleo C ou fuel. O desenvolvemento da rede de gas galega abre a posibilidade para que moitas industrias téxtiles substitúan o gasóleo C por gas natural.

Vantaxes que presenta a substitución de gasóleo C por gas natural:

- Aforro enerxético. Maior rendemento dos equipos de gas natural.
- Aforro económico. O prezo do gas natural é, en xeral, inferior ao do gasóleo.
- Vantaxes ambientais. Práctica eliminación das emisións de SO<sub>2</sub> e redución das de CO<sub>2</sub>.
- Redución do custo de mantemento da instalación.

Dende o punto de vista enerxético, para a mesma potencia existen equipos de gas no mercado cun rendemento superior aos de gasóleo. Isto, en parte, é debido a que se conseguen menores porcentaxes de inqueimados como consecuencia de que a mestura entre combustible e carburante é máis homoxénea que co gasóleo. Deste xeito, redúcese o consumo de combustible e conséguese un importante aforro enerxético e económico. No caso de que unha industria conte cunha caldeira que utilice como combustible gasóleo C e teña a posibilidade de dispor de gas natural, recoméndase analizar a súa substitución, que consistirá no cambio do queimador ou da caldeira completa.



## Exemplo: Cambio de caldeira de gasóleo C por unha caldeira de gas natural

Nunha empresa do sector téxtil utilízase como combustible gasóleo C. Recentemente chegou ata a súa localización a rede de gas natural, polo que a empresa estudou a posibilidade de adaptar as caldeiras de gasóleo a gas natural (GN) previo estudo do aforro no consumo enerxético da caldeira.

As características que permiten realizar a comparativa entre ambos os combustibles son as que seguen a continuación:

	PODER CALORÍFICO	DENSIDADE	CUSTO (€/kWh)	EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> (G/kWh)
GASÓLEO C	11,55 kWh/kg	890 kg/m <sup>3</sup>	0,0731	270,00
GAS NATURAL	10,83 kWh/Nm <sup>3</sup>	0,828 kg/Nm <sup>3</sup>	0,048	160,00

A caldeira en cuestión consome 21 300 litros/ano que, segundo os datos da táboa anterior, se corresponden cunha enerxía de 219 317 kWh/ano. Neste consumo enerxético, obtéñense para cada combustible os seguintes datos:

	CANTIDADE	CUSTO (€)	EMISIÓN DE O <sub>2</sub> (TON)
GASÓLEO C	18 988 kg	16 031,66 €	59,21
GAS NATURAL	20 250 Nm <sup>3</sup>	10 526,76 €	35,0

De tal xeito que o aforro económico en combustibles co emprego de gas natural en lugar de gasóleo é de 5505 € anuais.

Ademais, o cómputo de emisións de CO<sub>2</sub> por kWh de enerxía consumida na xeración de enerxía co gas natural en lugar do gasóleo verase reducido nun 41 %.

O custo de substitución do queimador existente na caldeira por outro con control de estanquidade e central modulante que permita queimar gas natural está orzado en 6442 €, se ben o custo total de adaptar as instalacións é duns 9000 €.

Con estes valores, chegaríase a amortizar o investimento nun período de 1,8 anos.

AFORRO POR EMPREGO DE CALDEIRA DE GAS NATURAL		
INVESTIMENTO	AFORRO ECONÓMICO	AMORTIZACIÓN
9000 €	5500 €/ano	1,8 anos

## Exemplo: Substitución de caldeira convencional por caldeira de biomasa

Preséntase agora un exemplo de substitución dunha caldeira de 300 kW convencional por unha de biomasa nunha industria cun consumo de gasóleo de 30 100 litros ao ano.

A xeración térmica con biomasa é, normalmente, economicamente viable no medio prazo, pois os biocombustibles son significativamente máis baratos que os combustibles fósiles. Con todo, os custos de investimento son máis elevados que nos sistemas convencionais.

INSTALACIÓN DUNHA CALDEIRA DE BIOMASA	100 kW	300 kW
CALDEIRA DE BIOMASA	20 000	50 000
AUTOMATISMOS FUNCIONAIS		
EQUIPO TRANSPORTADOR DE COMBUSTIBLE, BANCADA PARA COMBUSTIÓN	2250	8550
CHEMINEA E Sonda AUXILIAR	947	3600
VENTILACIÓN	492	1871
INSTALACIÓN	1251	4752
SISTEMA INCENDIOS	188	715
SISTEMA DE CONTROL DE REGULACIÓN	903	3431
ILLAMENTO	325	1235
ORZAMENTO TOTAL	26 356	74 154

A substitución dunha caldeira convencional de 300 kW por unha de biomasa ten un período de retorno inferior aos catro anos. O referido período é para unha substitución e non se ten en conta se se trata dunha nova instalación, onde o período de retorno estaría mellorado, xa que se tería en conta o importe da caldeira convencional

RENDIBILIDADE DUNHA CALDEIRA DE BIOMASA DE 300 KW	
CONSUMO DE GASÓLEO (€/ano)	30 100
CONSUMO DE BIOMASA (€/ano)	10 500
AFORRO EN COMBUSTIBLE (€/ano)	19 600
INVESTIMENTO	74 154
PERÍODO DE RETORNO (anos)	3,78



## SUBSTITUCIÓN DE CALDEIRAS

Cando as caldeiras contan con máis de 15 anos de antigüidade, considérase interesante realizar un estudo da substitución das mesmas. De modo xenérico, unha instalación nova pode aforrar máis dun 10 % de enerxía respecto dunha instalación de máis de 15 anos. Esta porcentaxe de aforro é un valor medio, o cal depende do equipo que se instale.

## QUEIMADORES MODULANTES TODO/NADA

O queimador modulante reduce o consumo de combustibles, xa que os inxecta en función da demanda, e ten múltiples posicións, a diferenza do todo/nada que, como o seu propio nome indica, só ten dúas posicións de funcionamento, co cal, en moitas ocasións, se consume máis combustible do necesario. Recoméndase que no caso de que sexa necesario substituír o queimador actual se faga por un modulante, xa que se conseguirá un aforro da orde do 8 % sobre o combustible consumido.

## 6.2.2 REDES DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR

Do mesmo xeito que é importante producir o vapor de modo eficiente, débese prestar atención ao sistema de distribución do mesmo.

### Illamento

Os elementos a elevada temperatura perden calor por radiación e convección, unha cantidade maior canto máis elevada sexa a diferenza de temperatura entre o foco quente e o seu contorno.

En función do número de horas de utilización anual da instalación, as perdas de enerxía poden chegar a ser significativas, polo que se fai necesario illala convenientemente con cubertas, la de roca, etc.

Estímase que un illamento axeitado consegue aforros enerxéticos entre o 2 e o 4 %, cuns períodos de amortización do sistema de illamento inferiores a 3 anos. Engádense a continuación diferentes táboas relativas a perdas de calor en tubaxes sen illar, referíndose a diferenza de temperaturas á existente entre a que se presenta no interior da tubaxe e a que hai no exterior.

### Purgadores

Os purgadores son uns elementos imprescindibles en toda rede de vapor, dado que, ao eliminar o vapor condensado, permiten o óptimo aproveitamento da calor latente do vapor. O purgador é, polo tanto, un elemento que crea unha zona de separación entre o vapor e o condensado. O seu obxectivo principal é descargar o condensado sen permitir o escape de vapor vivo. En consecuencia, os purgadores cun funcionamento defectuoso ou inadecuado son importantes puntos de perda de enerxía. O primeiro factor que hai que considerar é a axeitada selección do purgador para o tipo de aplicación á que vai ser destinado, ben como a súa correcta instalación. Un purgador que traballe de xeito defectuoso, ben sexa por mala instalación, inadecuación ou deterioración, pode orixinar unhas perdas de vapor de ata un 45 % da calor entrante se este purga á atmosfera, e ata dun 25 % se purga á liña de retorno.

Na rede de distribución de vapor, o mal funcionamento e deterioración dos purgadores pode producir perdas superiores ao 10 % do total de vapor

## Exemplo:

## Substitución de queimadores todo/nada por queimadores modulantes

Unha empresa do sector téxtil conta cunha caldeira de gasóleo de 800 000 kcal/h na que os queimadores son do tipo todo/nada. Recoméndase que se substitúan por un de tipo modulante xa que se conseguiría unha redución no consumo de combustible da orde do 8 %, posto que inxecta combustible en función da demanda, a diferenza do todo/nada que, como o seu propio nome indica, só ten dúas posicións de funcionamento, co cal, en moitas ocasións, se consume máis combustible do necesario.

O custo de substitución do queimador todo/nada na caldeira é da orde dos 7000 €.

O aforro que se conseguiría en combustible sería da orde dos 1800 €/ano, tomando como prezo do gasóleo C uns 85,90 c€.

O retorno do investimento dependería moito do estado do queimador existente. No caso de que o queimador estivese en perfectas condicións, o período de retorno do investimento sería case de 4 anos (supondo un prezo máis ou menos estable do gasóleo nos próximos anos).

AFORRO POR EMPREGO DE QUEIMADORES MODULANTES		
INVESTIMENTO	AFORRO ECONÓMICO	AMORTIZACIÓN
7000 €	1800 €	4 ANOS

Esta medida veríase amortizada moito antes no caso de que o queimador non estivese nunhas condicións óptimas de funcionamento e estivese prevista unha futura substitución do mesmo.



producido polas caldeiras. Por todo o anterior, é evidente a importancia de realizar o mantemento preventivo dos purgadores dunha forma regular, cunha periodicidade máxima de seis meses. O período de amortización do investimento da substitución de purgadores en mal estado é duns oito meses.

Dende o punto de vista do rendemento enerxético, os purgadores bimetálicos e de cubeta investida son máis interesantes que os termostáticos e termodinámicos, polo que se debe dar prioridade á súa utilización sempre que sexa posible.

#### Fugas de vapor

Calquera fuga de vapor en entubados, válvulas e accesorios en xeral, representa unha perda de enerxía. Este tema debe ser obxecto de campañas de sensibilización entre o persoal, xa que, en ocasións, non se lle dá a importancia que realmente ten. Ata é aconsellable establecer un programa de redución de fugas, para evitalas ou reparalas canto antes. Neste sentido, cabe sinalar que existen empresas especializadas que eliminan

as fugas sen necesidade de parar a produción de vapor. O método consiste en inxectar un material plástico antitérmico que produce o selado da fuga. Se esta se produce na prensa dunha válvula, tamén é posible empregar este método. Estes materiais son capaces de traballar con temperaturas de ata 500 °C e presións de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

Nunha fuga de vapor é imposible calcular as perdas exactas, no entanto, poden aproximarse empregando a seguinte fórmula empírica:

$$W = D^2 \cdot P \cdot 0,2473$$

Onde:

$$W = \text{Fuga de vapor en kg/h.} \quad D = \text{diámetro orificio de fuga en mm} \\ P = \text{presión absoluta en bares}$$

Fonte: Spirax Sarco

### 6.2.3 CLIMATIZACIÓN

Aínda que non existe ningunha normativa de obrigado cumprimento que regule as condicións interiores de temperatura e humidade en establecementos industriais, é recomendable que as

construcións manteñan uns criterios de eficiencia similares aos do sector doméstico e terciario (actualmente regulados polo CTE DB HEI). Nas oficinas e outros establecementos regularizados terase en conta o RITE. Control de sistemas de climatización

A importancia do control dos sistemas de climatización é fundamental para garantir o confort necesario para os traballadores e axustar a demanda de enerxía ás necesidades concretas da nave industrial.

Para isto é necesario facer unha división por zonas e realizar o control de cada unha delas en función da ocupación e do uso que se lles estea a dar.

De se instalaren sondas de temperatura e de calidade de aire interior en zonas comúns, pódese permitir o control da entrada de aire exterior en función da demanda de ventilación, logrando así un axuste das necesidades e o correspondente aforro de enerxía.

De se utilizaren sistemas autónomos de control da

temperatura por zonas, e regulando as velocidades dos ventiladores ou das bombas de auga, pódense obter aforros que varían entre un 20-30 %. Hai que ter en conta que por cada grao que aumenta a temperatura ambiental, o consumo enerxético incrementase entre un 5 e un 7 %.

No que se refire á regulación recoméndase que:

- Exista unha división en zonas dos espazos que se irán climatizar.
- Se instalen termóstatos de regulación.
- O control da temperatura sexa accesible ao usuario.
- As temperaturas se axusten aos niveis mínimos de confort.
- Os termóstatos estean lonxe das fontes de frío ou calor, e a 1,5 m aproximadamente do chan.

#### Cerramentos e illamentos

A normativa actual de aplicación nos proxectos de edificación para calcular o illamento térmico é o DB HEI-1 Limitación da demanda enerxética. O obxectivo que pretende é un uso racional da enerxía necesaria para o uso dos edificios, reducindo a límites sostibles o consumo.

Segundo cálculos previos, pode supor un aforro enerxético da orde do 15-35 % respecto do consumo que había coa normativa anterior, dependendo do tipo de edificio e da zona xeográfica.

No tocante ao illamento, unha construción mal illada necesita máis enerxía para manter a temperatura interior. Un illamento deficiente xera pontes térmicas e pode provocar a aparición de condensacións. Para evitar pontes térmicas, a mellor solución é dar continuidade ao illamento nos encontros entre forxado e fachadas. Nos cerramentos onde o problema é o sobrearrefecemento no verán (fachadas Este e Oeste e cubertas) é máis eficiente utilizar cámaras de aire ventiladas, que melloran a transmisión térmica e facilitan o control enerxético. Para conseguir os efectos de arrefriado dentro da cámara de aire, esta ten que estar realmente ventilada e asegurar o tiro térmico.

O consumo enerxético nunha instalación de aire pódese reducir mediante un illamento térmico axeitado, tanto do local que se irá acondicionar,

como dos condutos e tubaxes de distribución de fluídos (aire e auga). No que respecta ao illamento térmico nas redes de condutos, este depende do produto utilizado para o illamento, do seu espesor e das fugas de aire no sistema de condutos.

É importante que as tubaxes de distribución de fluídos quentes ou fríos estean correctamente illadas e se dispoña dun plan de inspeccións periódicas do estado do illamento.

### SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN E VENTILACIÓN

Na industria téxtil necesítase climatizar as estancias para que os traballadores se atopen nun ambiente de confort. O xeito de climatizar os diferentes departamentos varía segundo a empresa visitada. Pódese distinguir entre calefacción e refrigeração na zona de produción e nas oficinas. Xeralmente, nas oficinas a calor obtense por un sistema independente do xerador de proceso. En ocasións emprégase unha caldeira de auga dedicada, noutras radiadores eléctricos e, máis frecuentemente, un sistema



de climatización por bomba de calor.

Nas naves de produción adóitanse empregar sistemas que aproveitan a calor de proceso a través de aerotermos, ou ben xeradores de aire quente.

En canto ás necesidades de refrixeración, son satisfeitas con arrefriadores ou con bombas de calor nas oficinas e mediante arrefriado evaporativo ou ventilación nas naves de produción.

• Arrefriado evaporativo

O arrefriado evaporativo é un proceso de transferencia de masa de auga nunha corrente de aire por contacto directo na que se obtén o arrefriado sensible do aire por evaporación da auga.

O principio do arrefriado evaporativo aplicado, entre outros, nas torres de arrefriado e condensadores evaporativos, desempeña un papel fundamental na industria actual. Entre as súas vantaxes cóntanse o aforro enerxético, o respecto cara ao medio natural, a seguridade e unha inmellorable relación entre o investimento e o rendemento.

O arrefriado evaporativo é un dos métodos enerxéticos máis eficientes para arrefriar un recinto.

Ademais, é considerado respectuoso co medio, xa que o proceso non require axentes químicos que danen a capa de ozono. Baseado no fenómeno físico da evaporación, só é necesaria unha pequena achega de auga para iniciar o proceso. O aire quente faise pasar a través duns filtros de celulosa, de alta eficacia e longa duración, por onde circula a auga nun circuito pechado. A temperatura exterior redúcese polo proceso evaporativo e o aire así arrefriado introdúcese no edificio mediante o ventilador.

Vantaxes:

- Aforro no consumo enerxético.
- Aumento da eficiencia do proceso.
- Sistema máis seguro.
- Redución do impacto acústico.
- Redución do consumo de auga, ao circular esta nun circuito pechado.
- Instalación con menor investimento fronte a sistemas de condensación por aire para as mesmas prestacións e niveis similares

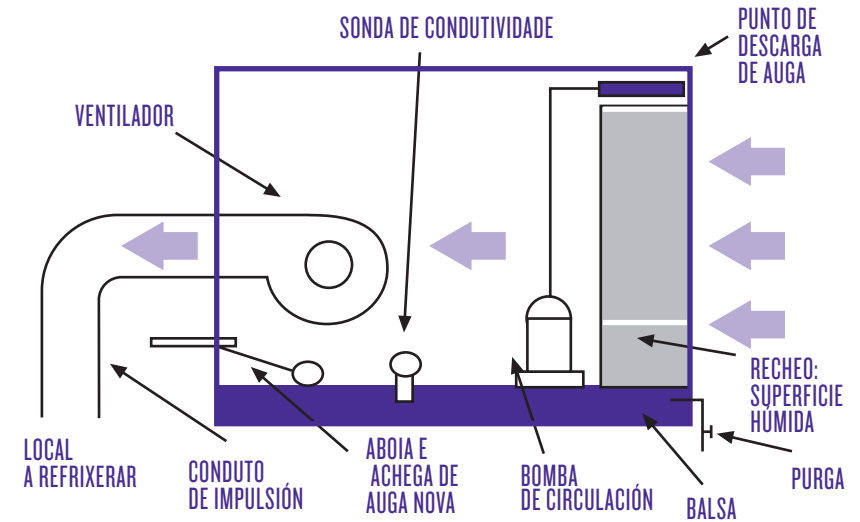
de calidade (compresor e motor de accionamento eléctrico e condensador máis pequeno e, polo tanto, máis barato).

Os equipos de arrefriado evaporativo son axeitados para case todas as aplicacións nas que se require refrixeración: aire acondicionado para edificios, industrias petroquímicas e farmacéuticas, industria alimentaria, industria automobilística, produción de aceiro, fabricación de compoñentes de electrónica e semicondutores, centrais eléctricas, plantas de coxeración, frío industrial e comercial, refrixeración de maquinaria, etc.

• Ventilación

Unha das formas de reducir o consumo enerxético é o emprego do sistema economizador denominado free-cooling con aire exterior, co cal se aproveita a baixa entalpía deste cando as condicións exteriores son favorables, como no verán, co obxectivo de diminuír o uso dos equipos de aire acondicionado. Este dispositivo supón un gran aforro enerxético en climatoloxías suaves, como as que existen en case todas as rexións da xeografía da

ARREFRIADO EVAPORATIVO



VENTILACIÓN NATURAL	
VANTAXES	INCONVENIENTES
NON DEMANDA ENERXÍA	INSUFICIENTE SE NO LOCAL HAI MÁIS FOCOS DE CONTAMINACIÓN QUE AS PERSOAS OCUPANTES DIFICULTADE DE REGULACIÓN (A RENOVACIÓN DEPENDE DAS CONDICIÓNS CLIMATOLÓXICAS E DA SUPERFICIE DAS ABERTURAS CO EXTERIOR)

VENTILACIÓN FORZADA	
VANTAXES	INCONVENIENTES
FÁCIL REGULACIÓN (A TAXA DE RENOVACIÓN É FACILMENTE AXUSTABLE E CONTROLABLE) PODE APLICARSE A LOCAIS INTERIORES DE EDIFICIOS (SEN COMUNICACIÓN DIRECTA CO EXTERIOR)	NECESITA ACHEGA DE ENERXÍA

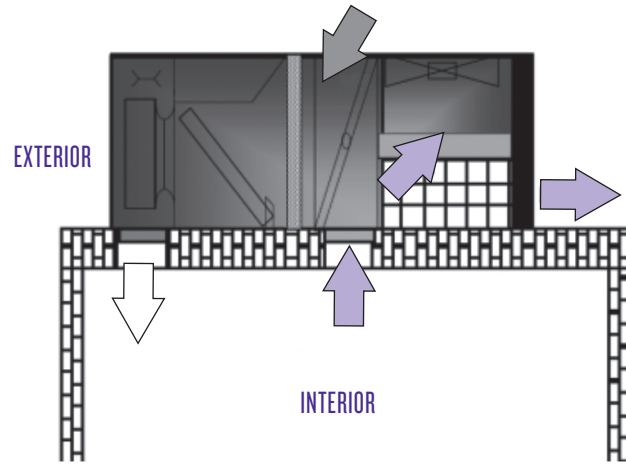


Península Ibérica.

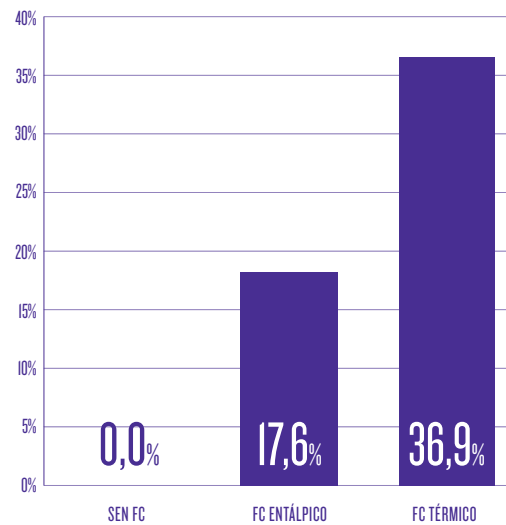
Na figura descríbese o sistema máis usual para levar a cabo o free cooling. Consta dun ventilador na liña de retorno que pode canalizar o aire cara ao exterior ou recircularo cara á unidade de tratamento de aire. A regulación do cociente de aire expulsado ou recirculado realízase mediante un xogo de comportas en función do grao de apertura ou peche. Unha terceira comporta na toma de aire opera conxuntamente coa de aire evacuado. Cando aumenta o caudal de aire exterior a medida que a comporta se abre, vaise pechando a de aire recirculado e ábrese a de aire expulsado. Os aforros para instalacións con sistemas free cooling segundo o IDAE son os seguintes:

- Do 17,6 % en instalacións con sistema free cooling entálpico.
- Do 36,9 % para instalacións free cooling térmico.

CONSIDERACIÓNS
TRETORNO LOCAL = 25 °C
TAIRE IMPULSIÓN MÍNIMA = 15 °C
O PICO DE CARGA DO LOCAL PRODÚCESE ÁS 14:00 HORAS



PORCENTAXE DE AFORRO DE ARREFRIADO GRATUÍTO (FREE COOLING)



### Control por temperatura

#### Control por entalpía

Se o control do free cooling é por temperatura, existe unha zona comprendida entre a temperatura de bulbo seco do local, a temperatura de bulbo húmido e a curva de saturación raiada no gráfico, onde TSECA AIRE EXT < TRETORNO LOCAL e, polo tanto, pode absorber calor sensible do mesmo, dado que a entalpía do aire exterior é maior que a do aire do local. Neste caso, é contraproducente o sistema de arrefriado gratuíto. Por iso, en zonas nas que un elevado número de días se produce esa circunstancia, debe sempre efectuarse un control entálpico do sistema. Este consiste en determinar en todo momento

os parámetros de temperatura e humidade, integrando automaticamente a entalpía e cantidade de calor do aire exterior e o de retorno dos locais.

### MELLORAS PRÁCTICAS RECOMENDADAS

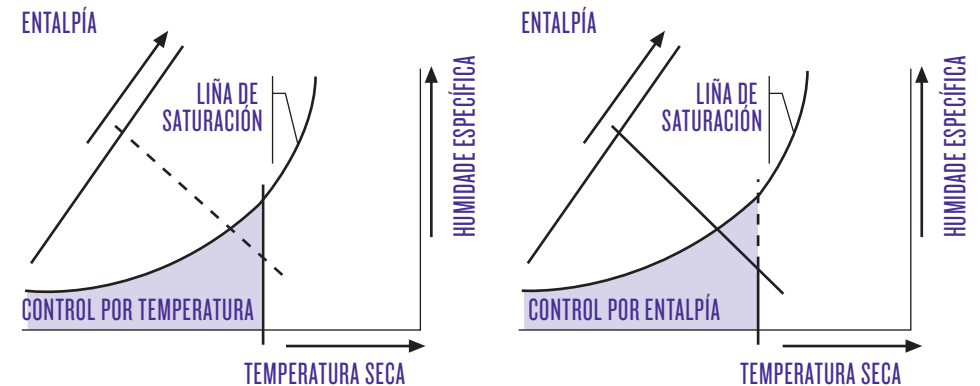
#### Xeración de vapor

O primeiro que se debe considerar no sistema é o propio xerador. O seu rendemento depende do exceso de aire de combustión e do deseño de transferencia de calor. Para que alcance niveis normais, existen dúas condicións exhibibles:

- Combustión correcta co menor exceso de aire posible.
- Boa transferencia de calor, logrando baixa temperatura de fumes.

Outros factores que se deben de considerar na conservación e operación do sistema son:

- Correcto illamento.
- Limpeza periódica e axuste dos queimadores.
- Purga mínima requirida.
- Adecuada viscosidade do combustible líquido.
- Calorifugado das liñas de combustible e do vapor de automatización.
- Mantemento axeitado do sistema de control de combustión.
- Limpeza dos tubos, interior e exterior.
- Recuperación da calor dos tanques de purga.
- Descubrir e reparar todas as fugas de vapor.







### Distribución de vapor e condensado

En primeiro lugar, cómpre evitar as fugas directas de vapor en liñas, válvulas, xuntas e accesorios en xeral.

Unha cantidade considerable de calor pódese disipar por radiación cando os entubados non teñen calorifugado. Este debe incluír tamén as unións e bridas: de xeito aproximado, as perdas de calor nunha brida descuberta equivalen ás de 60 cm de entubado sen calorifugar. É conveniente colocar válvulas de seccionamento nos ramais nos que o servizo é descontinuo. Nas redes que requiren modificacións e ampliacións é interesante reformular o estudo para conseguir unha distribución máis eficaz.

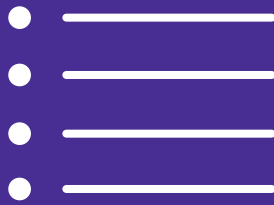
Cómpre colocar purgadores nas liñas de distribución, xa que conteñen unha cantidade apreciable de calor sensible.

Do mesmo xeito, é moi importante realizar un correcto mantemento.

### Climatización

Establécense a continuación unha serie de medidas xenéricas a modo de recomendación no relativo á climatización.

- No deseño de instalacións de climatización débese optar por sistemas con bo rendemento a cargas parciais, o que se maximiza con sistemas centralizados.
- As tecnoloxías máis eficientes para a xeración de calor para calefacción son a bomba de calor xeotérmica e as caldeiras de alta eficiencia (baixa temperatura ou condensación).
- Cómpre dividir en zonas os lugares que se irán climatizar e, en cada un deles, recoméndase instalar equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambiente ás recomendables, evitando así o uso irresponsable dos usuarios.
- O deseño da edificación no seu conxunto tratará de evitar as cargas térmicas en épocas estivais e prever elementos de protección solar, como toldos, persianas, cortinas, ben como a redución da carga interna con lámpadas de alta eficiencia, etc.
- As tecnoloxías máis eficientes serán as de compresión mecánica con motor eléctrico, ou ben os ciclos de absorción por chama directa, nos casos nos que non se dispoña da potencia eléctrica necesaria ou, por exemplo, se desexa aplanar a curva de consumo de gas natural ao longo do ano.
- O proxecto de edificación debe de prever o illamento das conducións de transmisión de calor e de frío.
- Cómpre dividir en zonas os lugares que se irán refrixerar e, en cada un deles, instalar equipos de medición, regulación e control que permitan adaptar as condicións ambiente ás recomendables, evitando así o uso irresponsable dos usuarios.
- O sistema de refrixeración debe permitir o aproveitamento da entalpía do aire exterior. Ademais, debe favorecer o aproveitamento da enerxía do aire renovado mediante sistemas rexenerativos.
- O sistema de ventilación artificial debe permitir regular o caudal de ventilación en función da ocupación.
- Recoméndase que nas zonas con ventilación artificial se limite o número de fiestras practicables.



# CONCLUSIÓN



## 7. CONCLUSIÓNS

O presente estudo sectorial ten por obxectivo coñecer o perfil de consumo enerxético das industrias do sector téxtil en Galicia.

O conxunto das empresas auditadas suman un consumo enerxético anual de 780,77 tep, ao cal se asocia un gasto enerxético de 824 873,89 €/ano. Este gasto enerxético representa, por termo medio, un 1,3 % da facturación. A facturación media anual rolda os 3,7 millóns de euros, o número medio de empregados é de 63 e o número de pezas confeccionadas aproxímase ás 530 000 ud./ano.

Por termo medio, unha empresa do sector consome anualmente 64,60 tep de enerxía e gasta para iso algo máis de 81 500 €.

O **consumo enerxético** céntrase, principalmente, na enerxía eléctrica, que contribúe en máis dun 47 % ao consumo total. Este alto consumo indica que a operación das máquinas de produción demanda maior cantidade de enerxía que a climatización das naves e a xeración de vapor de proceso.

O consumo de gasóleo, cun 36,63 %, representa a segunda fonte de enerxía demandada, por diante do gas natural, que participa cun 11,81 %, e, para rematar, o gasóleo B, que representa un 3,87 % do consumo medio global.

Débese ter en conta que a presente análise oculta particularidades de cada empresa, como poden ser que a maioría teñen o transporte subcontratado e que algunhas empregan electricidade para producir vapor para o repasado.

De feito, se se analizan por separado as empresas que posúen rede de transporte propia, obsérvase que o consumo enerxético de gasóleo A pode chegar a participar ata nun 33 % no consumo global. Do mesmo xeito, existen empresas que non empregan gasóleo para a produción de vapor (producido mediante resistencias eléctricas no centro de repasado), o que reduce o consumo deste combustible. En ocasións, a demanda de gasóleo C pode chegar a desaparecer en empresas que unicamente empregan electricidade para climatizar e producir vapor (xeralmente, en empresas de pequena envergadura).

A repercusión económica dos **gastos enerxéticos** recae, principalmente, no consumo eléctrico que, se ben xa era representativo, aumenta a súa notoriedade debido ao maior custo por unidade de enerxía da

electricidade. O gasóleo C figura como segundo partícipe do gasto enerxético con algo máis do 25 % do gasto total. O gasóleo A participa cun 4,37 %, seguido polo gas natural, en último lugar, cun 4,18 % do gasto medio global.

En relación co consumo enerxético, cómpre destacar que, nas empresas con

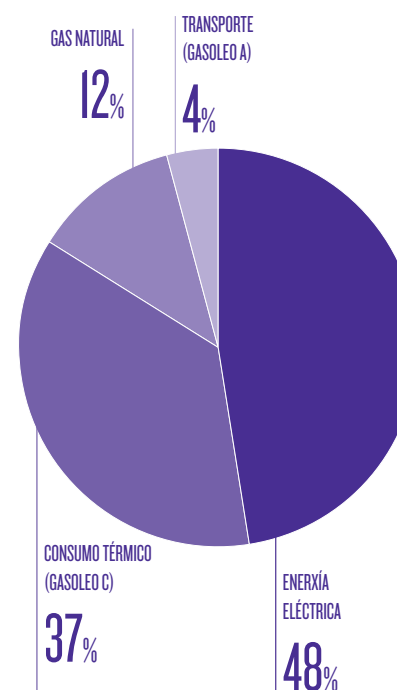
transporte propio, o gasto enerxético derivado deste último pode aumentar ata o 30 % do total. Para as empresas que non empregan gasóleo no proceso de repasado e climatizado, a contribución eléctrica pode aumentar ata o 100 %.

Se se analizan os custos enerxéticos por unidade de enerxía consumida, obsérvase

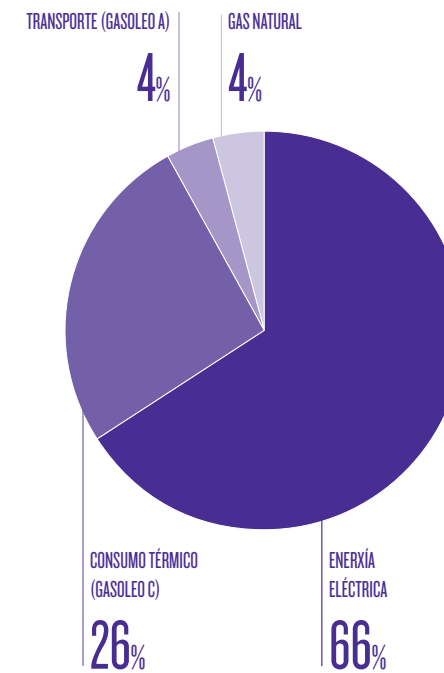
que unha industria téxtil gasta, por termo medio, 1267,26 € por tep consumido.

A enerxía máis custosa é a electricidade, con 15,17 c€/kWh, seguida do combustible para o transporte, con 12,32 c€/kWh, e o gasóleo C, con 7,92 c€/kWh, por diante do gas natural, con 3,95 c€/kWh.

DISTRIBUCIÓN DO CONSUMO ENERXÉTICO MEDIO



DISTRIBUCIÓN DO GASTO ENERXÉTICO MEDIO



Distribución do consumo enerxético e económico medio

	Consumo anual MWh/ano	Consumo anual tep/ano	Estrut. %	Gasto anual euros/año	Estrut
ENERXÍA ELÉCTRICA	357,90	30,80	47,68 %	53 651,44	65,54 %
CONSUMO TÉRMICO (GASOLEO C)	275,05	23,67	36,63 %	21 210,61	25,91 %
TRANSPORTE (GASOLEO A)	29,05	2,50	3,87 %	3578,34	4,37 %
GAS NATURAL	88,66	7,63	11,81 %	3422,43	4,18 %
TOTAL	750,65	64,60		81.862,83	



Alén do consumo enerxético (64,60 tep/ano), o gasto enerxético (81 862,83 €) e a porcentaxe sobre facturación, 2,2 %, é posible obter outros cocientes enerxéticos que se enuncian na seguinte táboa.

Dentro dos estudos de auditoría enerxética, a proposta de adopción de medidas de conservación da enerxía fai necesario levar a cabo unha análise minuciosa dos procesos de fabricación e dos equipos empregados. Con esta análise trátase de identificar a cantidade, tipo e calidade da enerxía necesaria para determinar posibles aforros enerxéticos e analizar os custos e beneficios

asociados. Os resultados obtidos poden servir como referencia para outras empresas similares e facilitar a toma de decisións e contribúan á mellora da eficiencia enerxética do sector.

A continuación, e a modo de resumo, móstranse as diferentes actuacións en aforro e eficiencia enerxética propostas que se analizaron ao longo do presente estudo sectorial, de xeito que sirva de guía para que cada industria adopte as medidas que, en cada caso, considere oportunas. Para analizar a viabilidade das mesmas deberase realizar un estudo específico de cada unha delas.

CUSTOS MEDIOS UNITARIOS DAS FONTES DE ENERXÍA				
	ELECTRICIDADE	GASÓLEO C	GASÓLEO A	GAS NATURAL
c€/kWh	15,17	7,92	12,32	3,95
€/tep	1764,89	920,43	1432,71	459,39

COCIENTES SOBRE CONSUMO E GASTO ENERXÉTICO				
VARIABLE	COCIENTES DE CONSUMO ENERXÉTICO		COCIENTES DE GASTO ENERXÉTICO	
FACTURACIÓN	17,42	tep/M€FACT	2,2%	GASTO/FACT
EMPREGADO	1,22	tep/EMPREGADO	1544,58	€/EMPREGADO
PEZAS ELABORADAS	0,12	tep/MILES DE PEZAS	15,45	c€/PEZA

ENERXÍA ELÉCTRICA
AFORROS NA FACTURACIÓN ELÉCTRICA
OPTIMIZACIÓN DA POTENCIA CONTRATADA
COMPENSACIÓN DA ENERXÍA REACTIVA
AFORROS EN ILUMINACIÓN
SUBSTITUCIÓN DE LÁMPADAS
SUBSTITUCIÓN DE BALASTROS
PLAN DE MANTEMENTO
SISTEMAS DE REGULACIÓN
AFORROS EN AIRE COMPRIMIDO
ADECUAR A PRESIÓN DE SUBMINISTRACIÓN
ILLAR OS RAMAIS NON UTILIZADOS
EVITAR O FUNCIONAMENTO EN BALEIRO
REALIZAR O MANTEMENTO DE FILTROS
REEMPREGAR A CALOR DE REFRIXERACIÓN
REPARACIÓN DE FUGAS
OUTROS CONSUMOS ELÉCTRICOS
EQUIPOS DE MEDIDA
AUTOMATIZACIÓN DE PARADAS
VARIADORES DE FRECUENCIA
CAMBIO DE HORARIO

ENERXÍA TÉRMICA
XERACIÓN DE VAPOR
TRATAMENTO DA AUGA DE ALIMENTACIÓN E RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS
CONTROL DO NIVEL MODULANTE PARA A ALIMENTACIÓN DE AUGA
REGULACIÓN E CONTROL DA COMBUSTIÓN
RECUPERACIÓN DE CALOR NOS FUMES: TURBULADORES E ECONOMIZADORES
RECUPERACIÓN DA CALOR DAS PURGAS
SUBSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES
SUBSTITUCIÓN DE CALDEIRAS
QUEIMADORES MODULANTES TODO/NADA
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR
ILLAMENTO
PURGADORES
FUGAS DE VAPOR
CLIMATIZACIÓN
CONTROL DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN
MELLORAS DE CERRAMENTOS E ILLAMENTOS
EFICIENCIA EN CALEFACCIÓN, REFRIXERACIÓN E VENTILACIÓN

TRANSPORTE
CONDUCIÓN EFICIENTE DE VEHÍCULOS



O custo das medidas que se irán adoptar, o aforro enerxético e económico anual e o prazo de amortización é variable en función de cada empresa obxecto de estudo. A continuación ordénanse, segundo o prazo de amortización, algunhas das medidas que se teñen exemplificado no presente estudo sectorial.

Son datos orientadores, xa que o período de retorno das medidas indicadas dependerá dunha serie de variables como os horarios de funcionamento, a potencia instalada, o estado das instalacións, o prezo da enerxía, etc.

PERÍODO DE RETORNO < 1 ANO	
MELLORA PROPOSTA	P.R. SIMPLE (ANOS)
ADECUAR A PRESIÓN DE SUBMINISTRACIÓN DO AIRE COMPRIMIDO	0
OPTIMIZACIÓN DA POTENCIA CONTRATADA	0
MELLORA EN MANTENIMENTO EN BATERÍA DE CONDENSADORES	0
CONTROL E REGULACIÓN DO AIRE DE COMBUSTIÓN	0,1
REPARACIÓN DE FUGAS DE AIRE COMPRIMIDO	0,1
SUBSTITUCIÓN DE INCANDESCENTES POR FLUORESCENTES COMPACTAS	0,9
CONDUCCIÓN EFICIENTE	0,9

PERÍODO DE RETORNO > 1 ANO E < 3 ANOS	
MELLORA PROPOSTA	P.R. SIMPLE (ANOS)
CAMBIO EQUIPOS SALA DE SERVIDORES	1,1
COMPENSACIÓN DA ENERXÍA REACTIVA	1,3
INSTALACIÓN DE DETECTORES DE PRESENZA	1,4
VARIADOR DE FRECUENCIA	1,5
INSTALACIÓN DE INTERRUPTOR AXUSTABLE	1,6
SUBSTITUCIÓN DE PUNTOS DE LUZ E DIVISIÓN EN SECTORES	1,9
SUBSTITUCIÓN POR FLUORESCENTES MÁIS EFICIENTES	2,0

PERÍODO DE RETORNO > 3 ANOS	
MELLORA PROPOSTA	P.R. SIMPLE (ANOS)
SUBSTITUCIÓN QUEIMADOR POR UN DE GAS NATURAL	3,8
IMPLANTACIÓN QUEIMADOR MODULANTE	4,0
SUBSTITUCIÓN DE REACTANCIAS POR BALASTROS ELECTRÓNICOS	4,2
SUBSTITUCIÓN: CALDEIRA DE GAS POR CALDEIRA DE CONDENSACIÓN	4,6
UTILIZACIÓN DE SISTEMAS DE REGULACIÓN DE ILUMINACIÓN	4,7
INSTALACIÓN DE ARRANCADOR SUAVE	5,1
INSTALACIÓN DE BOMBAS DE CALOR	6,9
INSTALACIÓN DOBLE ILLAMENTO	8,0



# BIBLIOGRAFÍA



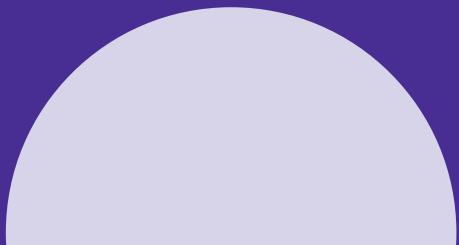
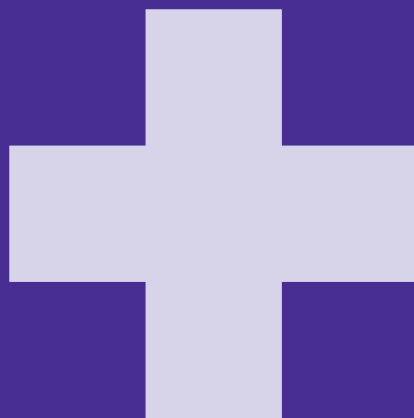
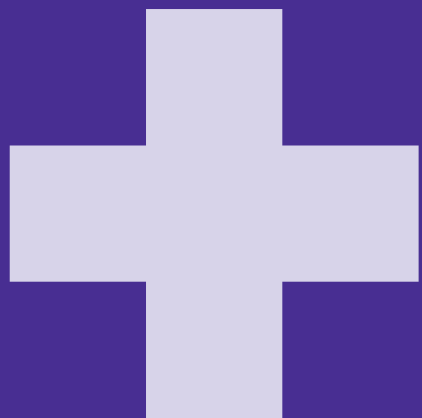
## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Plan Téxtil Moda Visión 2020. Xunta de Galicia
- Conclusiones del Observatorio del sector textil-confección. MITYC.
- El Sector Textil. Una aproximación territorial. ACTE.
- Estudo de optimización enerxética do sector hoteleiro en Galicia. Xuño 2004. INEGA.
- Estudo de necesidades formativas do sector téxtil e da confección en Galicia. 2004. Xunta de Galicia.
- Estudo de optimización enerxética no sector cárnico en Galicia. 2004. INEGA.
- Estudo de optimización enerxética no sector conserveiro en Galicia. 2005. INEGA.
- Tecnología de la confección textil. 2003. María Perinat.
- Asociación de Colectividades Textiles Europeas. ACTE. [www.acte.net](http://www.acte.net)
- Asociación de Investigación de la Industria Textil. AITEX. [www.aitex.es](http://www.aitex.es)
- Asociación Española de Constructores de Maquinaria Textil y Confección. AMEC ANTEX. [www.amec.es](http://www.amec.es)
- Asociación Téxtil de Galicia. ATEXGA. [www.atexga.com](http://www.atexga.com)
- Centro de Información Textil y de la Confección. CITYC. [www.cityc.es](http://www.cityc.es)
- Comité Europeo de Constructores de Maquinaria Textil. Cematex. [www.cematex.org](http://www.cematex.org)
- Diseño Tecnológico Textil de Galicia. DITEXGA. [www.ditexga.es](http://www.ditexga.es)
- Instituto Galego de Estatística. IGE. [www.ige.es](http://www.ige.es)
- Instituto Nacional de Estadística. INE. [www.ine.es](http://www.ine.es)
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. MITYC. [www.mityc.es](http://www.mityc.es)
- Energea Bioconsultores. [www.energeabc.com](http://www.energeabc.com)
- Instituto Enerxético de Galicia. [www.inega.es](http://www.inega.es)
- Instituto Galego de Estatística. [www.ige.eu](http://www.ige.eu)
- Asociación de Industrias de Punto e Confección de Lugo, Ourense e Pontevedra. AIPCLOP. [www.aipclop.com](http://www.aipclop.com)

UNIDADES DE POTENCIA			
		W	kCAL/h
W	VATIO	1	0,86
kW	QUILOVATIO	$10^3$	860
MW	MEGAVATIO	$10^6$	$0,86 * 10^6$
GW	GIGAVATIO	$10^9$	$0,86 * 10^9$
TW	TERAVATIO	$10^{12}$	$0,86 * 10^{12}$
kcal/h	UILOCALORÍA/HORA	1,16	1

UNIDADES DE ENERXÍA			
		kWh	kCAL
Wh	VATIO HORA	$10^{-3}$	0,86
kWh	QUILOVATIO HORA	1	860
MWh	MEGAVATIO HORA	103	$0,86 * 10^3$
GWh	GIGAVATIO HORA	106	$0,86 * 10^6$
TWh	TERAVATIO HORA	109	$0,86 * 10^9$
kcal	QUILOCALORÍA	$1,16 * 10^{-3}$	1
TE	TERMIA	1,163	1.000
J	XULIO	$2,778 * 10^{-7}$	$2,389 * 10^{-4}$
TJ	TERAXULIO	$2,778 * 10^2$	$2,389 * 10^5$
tep	TONELADA EQUIVALENTE DE PETRÓLEO	$11,62 * 10^3$	$10^7$
Ktep	MILES DE TEP	$11,62 * 10^6$	$10^{10}$
Mtep	MILLÓNS DE TEP	$11,62 * 10^9$	$10^{13}$
TEC	TONELADA EQUIVALENTE DE CARBÓN	$8,13 * 10^3$	$7 * 10^6$

FACTORES DE CONVERSIÓN EN TEP	
	tep
xulio	$2,34 * 10^{-11}$
kcal	$10^{-7}$
kWh	$0,86 * 10^{-4}$
MWh	0,086







**Edita**

Xunta de Galicia  
Consellería de Economía e Industria  
Instituto Enerxético de Galicia

**Colabora**

Energea Bioconsultores

**Diseño Gráfico y Maquetación**

Verve Creative Group