

---

***ÍNDICE***

---

## 1.- PANORÁMICA DO SECTOR.

1.1.- Situación en España

1.2.- Situación na Comunidade Autónoma de Galicia

## 2.- ESTRUCTURA E PROCESO PRODUTIVO DA INDUSTRIA CÁRNICA.

2.1.- Estructura da industria cárnica.

2.2.- Procesos produtivos

## 3.- LOCALIZACIÓN DOS PRINCIPAIS PUNTOS DE DEMANDA DE ENERXÍA.

3.1.- Enerxía eléctrica / frío

3.2.- Enerxía térmica

## 4.- CONSUMO ENERXÉTICO.

4.1.- Representatividade do estudo

4.2.- Ratios enerxéticas do sector

## 5.- PRINCIPAIS MEDIDAS DE AFORRO ENERXÉTICO NA INDUSTRIA CÁRNICA.

5.1.- Medidas de aforro enerxético

5.1.1.- Aforro de enerxía eléctrica

5.1.2.- Aforro de enerxía térmica

5.1.3.- Aforro de enerxía no transporte

5.2.- Resultados das auditorías

## 6.- RECOMENDACIÓNS PRÁCTICAS E MANTEMENTO ENERXÉTICO.

6.1.- O programa de eficiencia enerxética

6.2.- Mantemento preventivo.

6.3.- Técnicas de mantemento e recomendacións.

6.3.1.- Refrixeración

6.3.2.- Xeración de vapor

6.3.3.- Distribución de vapor e condensado

6.3.4.- Aire comprimido.

6.3.5.- Produción e capacidade da instalación

6.3.6.- Instrumentación e control

## 7.- RESIDUOS XERADOS POLA INDUSTRIA CÁRNICA.

7.1.- Aplicacións xenéricas

7.2.- Alternativas para os subprodutos da industria cárnica

## ANEXO: COXERACIÓN

---

UNIDADES E FACTORES DE CONVERSIÓN

ACRÓNIMOS

AGRADECEMENTOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TÍTULOS PUBLICADOS



---

***PANORÁMICA DO SECTOR***

---



# 1.- PANORÁMICA DO SECTOR

## 1.1.- Situación en España

A industria cárnica engloba todo o proceso produtivo comprendido dende a recepción dos animais a sacrificar, ata a posta á venda dos diferentes produtos cárnicos (canaís, despezamentos, embutidos, ...). Divídese en tres actividades fundamentais: sacrificio, despezamento e elaboración, que se poden realizar conxuntamente nas instalacións da mesma empresa ou de xeito separado en distintos complexos industriais.

A industria cárnica é unha actividade fortemente ligada ó sector agrario, da que provén a materia prima e á que proporciona a distribución e saída ó mercado dunha parte importante da súa produción. Así, segundo o avance das macromagnitudes agrarias para o ano 2003 do Ministerio de Agricultura Pesca e Alimentación, o sector da carne e gando ten unha facturación de 10.055 millóns de euros (sendo a facturación total da produción da rama agraria de 51.261 millóns de euros), ocupando o cuarto lugar, so detrás da industria do automóbil, da produción de combustibles e da xeración de enerxía eléctrica. Ademais, a súa balanza comercial deu en 2002 un saldo positivo de 574 millóns de euros.

Dentro das características da industria cárnica cabe destacar a súa natureza anticíclica, constatándose que en situacións de bonanza económica medra a unha taxa inferior que o resto da industria, mentres que en período de crise se comporta dun xeito máis estable.

A capacidade de emprego do sector é elevada, existindo un importante efecto multiplicador do investimento sobre o emprego en relación ó conxunto da industria. A demanda de man de obra céntrase nas categorías menos cualificadas. Na seguinte táboa amósase a evolución do numero de persoas empregadas neste sector e o valor engadido bruto (VEB) a prezos constantes.

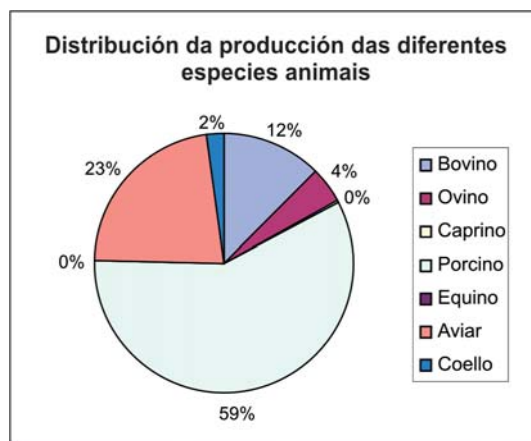
Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000 (P)
Nº Empregados	69.300	72.900	67.700	70.400	71.200	72.100
VEB (M€)	1.513	1.580	1.494	1.593	1.602	1.485

*Fonte: Instituto Nacional de Estadística*

En España a produción cárnica está composta polas seguintes especies: bovino, ovino, porcino, caprino, equino e aves. No caso do porcino, a industria española é a segunda produtora da U.E. trala alemá, así como a terceira na produción de carne de coello, tralas industrias francesa e italiana.

No ano 2000, o 0,47 % da poboación activa de España traballaba no sector cárnico, estando distribuída en máis de 4.000 empresas que xeraban o 0,31 % do valor engadido bruto (V.E.B.) do país.

No seguinte gráfico, recóllese a importancia da produción de cada especie animal durante o ano 2002. Obsérvase que a maior produción corresponde ó gando porcino (59 %), seguido a moita distancia polo avícola (23 %) e o bovino (12 %).



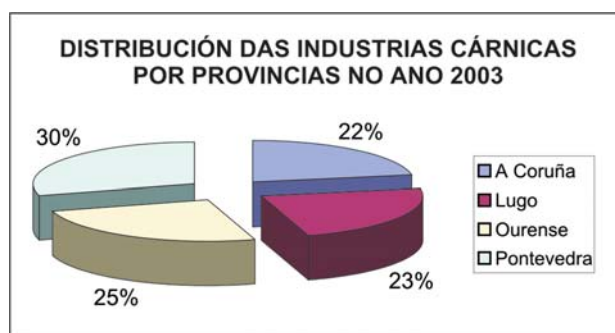
A continuación amósase a produción de quilogramos-canal das diferentes especies obtidas durante o ano 2002 en todo o territorio nacional.

	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Equino	Avícola	Coello	Total
t canal	676.079	237.072	15.102	3.152.069	5.743	1.214.969	119.019	<b>5.420.000</b>

*Fonte: Instituto Nacional de Estadística*

## 1.2.- Situación da Comunidade Autónoma de Galicia

Segundo o Directorio da Agroindustria Galega da Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural da Xunta de Galicia, no ano 2003 existían 221 industrias cárnicas na Comunidade Galega, nas que se desenvolvían unha ou varias actividades (sacrificio, despezamento e/ou elaborados) cunha ou máis especies animais, en liñas ou momentos diferentes. No seguinte gráfico represéntase a distribución destas empresas por provincias.



*Fonte: Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural*

Pódese apreciar que a provincia con maior número de industrias cárnicas é Pontevedra, seguida de Ourense, Lugo e A Coruña. No seguinte cadro, faise una distribución destas empresas en función da actividade e a especie animal procesada. O número final de instalacións non corresponde coas 221 industrias cárnicas que existen en Galicia, xa que



como se explicou con anterioridade, nunha mesma instalación pódense desenvolver varias actividades con diferentes tipos de gando.

Actividade	A Coruña	Lugo	Ourense	Pontevedra
<b>MATADOIRO</b>				
Vacún	13	11	12	10
Porcino	15	9	9	11
Avícola	8	2	2	6
Cunícola	4	4	?	1
Ovino	6	4	6	6
Equino	3	?	?	?
<b>TOTAL</b>	<b>49</b>	<b>30</b>	<b>29</b>	<b>34</b>
<b>SALAS DE DESPEZAMENTO</b>				
Vacún	11	7	8	14
Porcino	13	11	12	22
Avícola	7	2	1	6
Cunícola	?	2	?	1
Ovino	5	2	?	?
Equino	?	1	?	?
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>43</b>
<b>ELABORADOS</b>				
	<b>30</b>	<b>39</b>	<b>44</b>	<b>45</b>

*Fonte: Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural*

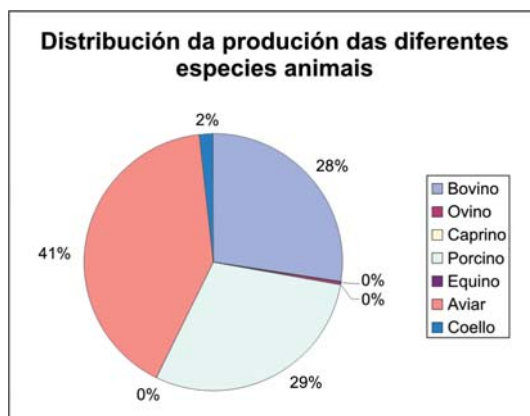
No ano 2000 a industria cárnica galega representaba o 4,46% do total do Estado por número de traballadores e o 5,74% por valor engadido. No mesmo ano o 0,30% da poboación activa de Galicia traballaba no sector cárnico, xerando un 0,28% do valor engadido bruto da Comunidade Autónoma.

Na seguinte táboa amósase a evolución do número de persoas empregadas neste sector, así como o valor engadido bruto (V.E.B.) a prezos constantes.

Ano	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Nº empregados	2.788	3.017	2.851	3.054	3.144	3.214
V.E.B. ( M€)	61,8	72,5	69,2	70,7	74,5	85,3

*Fonte: Instituto Galego de Estatística*

A continuación, amósase a produción de quilogramos-canal das diferentes especies procesadas durante o ano 2000. Destaca a importancia do gando avícola (41%) cun peso moi superior ó que tiña no conxunto do Estado (23%), seguíndolle en importancia o gando porcino (29%) e o bovino (28%).



	Bovino	Ovino	Caprino	Porcino	Equino	Avícola	Coello	Total
t canal	88.463	601	196	94.390	174	132.248	5.376	<b>321.448</b>

*Fonte: Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural.*

---

***ESTRUTURA E PROCESSO PRODUTIVO  
DA INDUSTRIA CÁRNICA***

---



## 2.- ESTRUCTURA E PROCESO PRODUCTIVO DA INDUSTRIA CÁRNICA

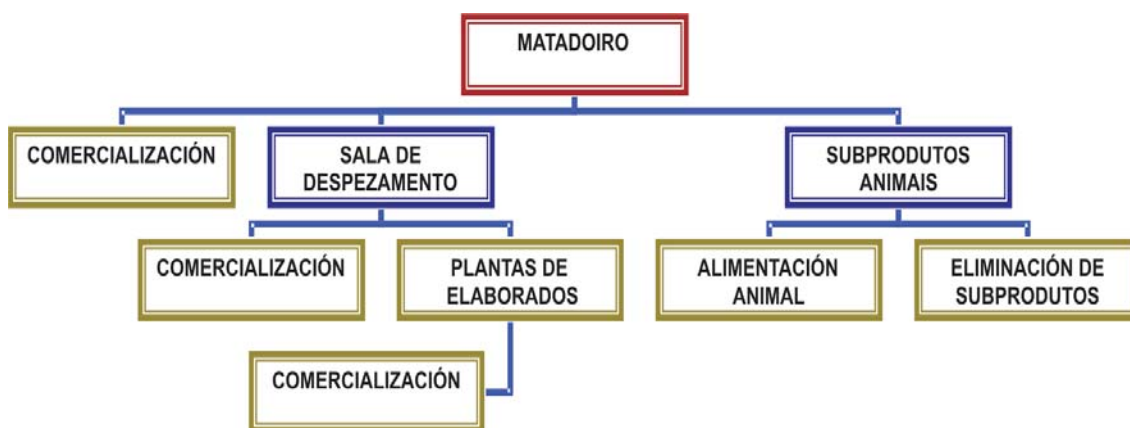
### 2.1.- Estrutura da industria cárnica

A industria cárnica está estruturada de forma piramidal, isto é, no punto máis alto da pirámide atoparíanse os matadoiros, onde se sacrifican e prepararan os animais para a súa distribución a minoristas, salas de despezamento e industrias transformadoras.

A actividade dos matadoiros pode complementarse coas de almacenamento frigorífico, sala de despezamento e industria cárnica, e albergarse todo nun só complexo industrial.

As industrias transformadoras son as encargadas de elaborar diversos produtos a partir da carne obtida no sacrificio; entre os que habería que salientar, por importancia, os embutidos, as salchichas e as hamburguesas.

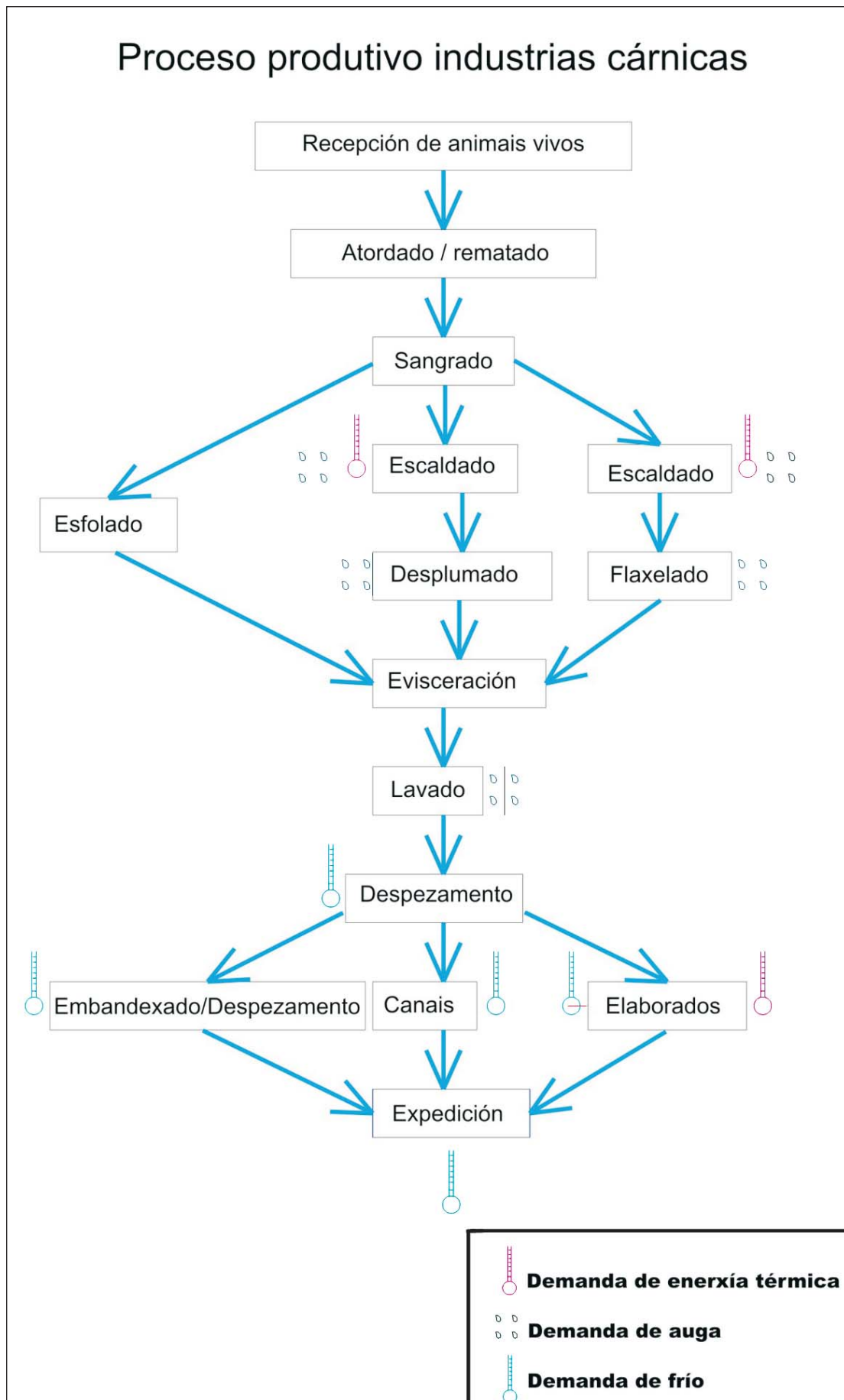
A continuación amósase a estrutura desta industria:



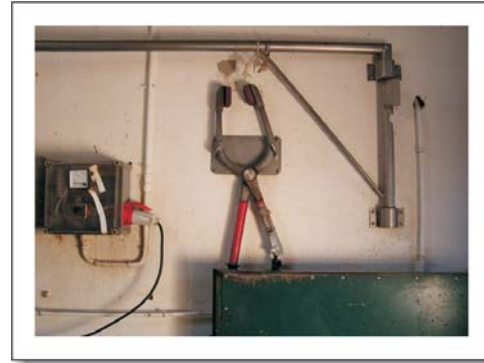
### 2.2.- Procesos productivos

Os procesos productivos das industrias cárnicas son moi semellantes no que se refire ás accións a desenvolver, podendo existir pequenas diferenzas na metodoloxía ou sistemas empregados en función do gando que se esté a sacrificar. No seguinte diagrama de fluxo, represéntase de xeito simplificado o proceso básico dunha industria cárnica.

# Proceso produtivo industrias cárnicas



- A primeira diferenza entre os distintos procesos atópase na fase de atordado/rematado: no gando vacún realízase o rematado, mentres que no gando porcino, avícola e cunícola emprégase o atordamento, utilizándose habitualmente enerxía eléctrica. A finalidade desta operación é deixa-lo animal inconsciente, pero sen que morra.



*Imaxe de pinzas eléctricas de aturdimento para gando porcino.*

- A fase de **sangrado** procura elimina-la meirande parte do sangue do animal cortando os vasos sanguíneos do pescozo, e sendo semellante en tódolos tipos de gando. Esta é a razón de non sacrifica-lo animal na fase de atordado, porque deste xeito ó seguir latexando o corazón favorécese a saída do sangue, sendo por desangramento a causa real da morte da canal. O sangrado tense que realizar de xeito correcto, xa que de non ser así a conservación da canal veríase comprometida, así como as súas características organolépticas.
- **Esfolado/desplumado** consiste en retira-la pel ou plumaxe do animal. Existen diferentes métodos: no gando vacún e cunícola, o esfolado faise por métodos mecánicos, é dicir, fíxase unha cadea á pel do animal, e por medio dun motor que tira da cadea vaise separando á pel do corpo; mentres que no gando porcino e avícola, o máis habitual é escalda-lo animal sacrificado con auga quente, e logo mediante flaxelado ou raspado elimina-la pel ou plumas. O **escaldado** consiste en introduci-lo animal sacrificado en auga quente para “abrandar-la” pel, despois disto, a cuberta pilosa e plumas son retiradas por raspado. O **raspado** pódese facer de varios xeitos, sendo o máis habitual por medio de flaxelación, para o que se empregan rolos con dedos de goma que van golpeando o animal sacrificado, eliminando a cuberta pilosa e as plumas. Xeralmente é necesario facer un repaso, chamuscando o animal sacrificado cuns sopretes para conseguir un mellor acabado.



*Imaxe do interior dunha cuba de escaldado.*



*Imaxe dunha flaxeladora con dedos de goma.*



*Imaxe de sopretes de gas para o retoque posterior ó flaxelado.*

- A continuación ten lugar a **evisceración**, que consiste en retirar tódalas vísceras do animal. No gando vacún, porcino, equino e bovino adóitase realizar de xeito manual, mentres que no avícola pódese mecanizar, producíndose o baleirado por succión.

O resto do proceso é semellante para tódolos animais, variando o despezamento en función do destino da materia prima.

Respecto ó proceso de elaborados, é semellante en tódolos tipos de gando, podendo existir certa variación na maquinaria empregada segundo o produto final que se queira elaborar. Salientar que, neste punto do proceso productivo, as posibles demandas de enerxía térmica cóbrense xeralmente por medio de vapor, por exemplo na zona de tripería ou nos autoclaves de cocción.



---

***LOCALIZACIÓN DOS PRINCIPAIS  
PUNTOS DE DEMANDA DE ENERXÍA***

---



### 3.- LOCALIZACIÓN DOS PRINCIPAIS PUNTOS DE DEMANDA DE ENERXÍA.

A industria cárnica en xeral demanda enerxía eléctrica, térmica e frío. A continuación enuméranse e descríbense de xeito resumido os principais equipos que demandan algunha destas enerxías e o proceso no que se empregan.

Cabe salientar que xeralmente o frío obtense a partir de enerxía eléctrica, salvo en instalacións moi grandes, onde pode haber equipos de absorción para a xeración de frío partindo de calor.

#### 3.1.- Enerxía eléctrica/ frío.

- **Carrileira:** nela cólganse os animais sacrificados ou canais para ser transportados pola zona de faena ata que a canal se atopa completamente limpa. Despois son almacenados nas cámaras de refrixeración. En pequenas instalacións, a carrileira non soe estar automatizada, se non que é manual.

- **Pequena maquinaria:** comprende os útiles que se empregan para a preparación e despezamento do animal (serras, embaxadoras, pinzas de atordamento...).



*Imaxe dunha serra para secciona-las canais.*

- **Iluminación:** as lámpadas máis empregadas nestas instalacións son as fluorescentes e as de Vapor de Mercurio.
- **Cámaras de refrixeración / Conxelado:** Nelas almacénanse as canais ou produtos de despezamento. A temperatura das cámaras de refrixeración debe estar por de baixo dos 7 °C, mentres que a das cámaras de conxelado debe manter unha temperatura interna da canal igual ou inferior a -12 °C. Estes dous tipos de cámaras, levan asociada a utilización de compresores que funcionan a partir de enerxía eléctrica.
- **Refrixeración:** nas salas onde se levan a cabo as operacións de despezamento, toradura, desosado e envasado, a temperatura ambiente debe ser de 12 °C.
- **Bombeo de auga:** este tipo de instalacións consomen un elevado volume de auga, tanto fría coma quente, que xeralmente se obtén dun pozo, río ou manantial, polo que se xera un consumo salientable de enerxía eléctrica adicada a bombeo.

### 3.2.- Enerxía térmica

- **Auga quente.**

Na industria cárnica é imprescindible o emprego de auga quente en distintos puntos do proceso produtivo. Neste sentido, precísase auga a 82 °C (R.D. 147/1993 do 23 de xaneiro, B.O.E. do 12 de marzo) para desinfecta-los útiles empregados no proceso produtivo e auga quente como mínimo a 40 °C para a limpeza das instalacións.

No escaldado tamén é necesaria auga quente a uns 50 °C aproximadamente. En función da capacidade das instalacións a auga pode quentarse a partir de resistencias eléctricas (instalacións de pequena capacidade) ou a partir de vapor, que se pode inxectar directamente na auga, ou ben cede-la calor por medio dun intercambiador. Con este último sistema, pódense recupera-los condensados do vapor empregado.

Para cubrir estas demandas de enerxía térmica, as industrias cárnicas deben contar con caldeiras de gas, gasóleo ou fuel. No caso de grandes instalacións, é usual que dispoñan de plantas de coxeración <sup>1</sup> e incluso de trixeración <sup>2</sup>.

- **Dixestores**

En instalacións de certa envergadura adoita haber uns dixestores encargados de se para-las graxas dos despoxos orgánicos, que utilizan vapor a 8 bar aproximadamente. Para a xeración deste vapor empréganse caldeiras de fuel.

- **Autoclaves**

Nas plantas de elaboración de produtos cárnicos, aqueles que necesiten ser sometidos a un proceso de cocción, introdúcense nunha autoclave, na que se inxecta vapor a distintas presións en función do produto final que se queira obter.



<sup>1</sup> Coxeración = Producción local e simultánea de enerxía eléctrica ou mecánica e de enerxía térmica aproveitable en diversos procesos a partir dunha mesma fonte de enerxía primaria.

<sup>2</sup> Trixeración = Producción local e simultánea de enerxía eléctrica ou mecánica, de enerxía térmica e de frío aproveitable en diversos procesos a partir dunha mesma fonte de enerxía primaria.

- **Termodestrutor**  
En instalacións de certa envergadura, existen equipos encargados de “queimar” os bafos e o aire das instalacións en depresión, eliminado deste xeito cheiros, partículas en suspensión e substancias nocivas que poden ser transportadas polo aire.
- **Chamuscado das sedas ou plumas**  
No caso de matadoiros de gando porcino e avícola, é bastante habitual facer un repaso tralo desplumado/flaxelado dos animais sacrificados, chamuscando os residuos que puidesen quedar. En instalacións de pouca capacidade pode non existir a fase de escaldado, eliminando a cuberta pilosa directamente por medio de chamuscado.



---

***CONSUMO ENERXÉTICO***

---





## 4.- RATIOS DE CONSUMO ENERXÉTICO.

### 4.1.- Representatividade do estudo.

O presente estudo parte da realización de auditorías enerxéticas en 7 empresas do sector cárnico e a recompilación dos datos precisos doutras 3. Estas 10 empresas achegan o 69 % das canais producidas en Galicia e supoñen o 12,7 % dos matadoiros, o 10,4 % das salas de despezamento e o 3,2 % das industrias de elaborados, tal e como se amosa na seguinte táboa (debe terse en conta que un mesmo matadoiro pode contabilizarse varias veces se procesa distintos tipos de gandos, situación bastante habitual).

Sector	Visitados	Datos	Existentes	%
<b>MATADOIRO</b>				
Vacún	4	7	46	15,2
Porcino	4	7	44	15,9
Avícola	2	2	18	11,1
Cunícola	0	0	9	0,0
Ovino	1	2	22	9,1
Equino	0	0	3	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>18</b>	<b>142</b>	<b>12,7</b>
<b>SALAS DE DESPEZAMENTO</b>				
Vacún	3	5	40	12,5
Porcino	4	6	58	10,3
Avícola	1	1	16	6,3
Cunícola	0	0	3	0,0
Ovino	1	1	7	14,3
Equino	0	0	1	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>125</b>	<b>10,4</b>
<b>ELABORADOS</b>				
	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>158</b>	<b>3,2</b>

### 4.2.- Ratios enerxéticas do sector

Como xa se explicou con anterioridade, a industria cárnica conta con tres actividades fundamentais: matadoiro, despezamento e elaborado (este último a distintos niveis: hamburguesas, embutidos, salgaduras,...). As industrias visitadas no presente estudo adócanse a distintas actividades: algunhas son só matadoiros, outras contan con matadoiro e sala de despezamento, sendo tamén frecuentes aquelas que conxugan sala de despezamento e de elaborado, e as que integran a totalidade da cadea (matadoiro, despezamento e elaborado). Ademais, a estas actividades principais é común que se lles engada algunha a maiores, como xeración de fariñas a partir dos restos orgánicos, conservación de diferentes produtos en almacén frigorífico ou produción de electricidade mediante coxeración.

Se a esta variedade de actividades se lle engade que cada instalación traballa cun ou varios tipos de gando, e que as dimensións das instalacións son moi variadas, é doa-

do comprende-la dispersión dos valores das ratios de consumo calculadas. Por este motivo, as ratios facilitadas a continuación deben tomarse unicamente coma ordes de magnitude, e en ningún caso coma valores obxectivo.

Actividade	Consumo eléctrico (tep/t) <sup>3</sup>	Consumo térmico (tep/t)	Consumo en transporte e distribución (tep/t)
Matadoiro	0,007	0,014	0,016
Despeçamento	0,005	0,001	
Elaborado	0,012	0,015	
<b>Total</b>	<b>0,024</b>	<b>0,030</b>	<b>0,016</b>

O custo medio de cada unidade enerxética recóllese na seguinte táboa:

Tipo de enerxía	Custo medio (€/tep)
Eléctrica	643
Térmica	203
Combustible (para distribución)	666

Das dúas táboas anteriores dedúcese que o custo económico medio da enerxía necesaria para producir e poñer nas tendas os diferentes produtos cárnicos, aproxímase ós seguintes valores:

Tipo de produto	Custo do consumo eléctrico (cent€/kg)	Custo do consumo térmico (cent€/kg)	Custo do consumo enerxético en distribución (cent€/kg)	Custo total do consumo enerxético (cent€/kg)
Carne en canal	0,45	0,28	1,07	1,80
Carne en Despeçamento	0,65	0,30		2,02
Produtos Elaborados	1,54	0,61		3,22

Convén indicar que non se tiveron en conta para este cálculo os consumos enerxéticos da xestión dos residuos, tanto en traslados coma no seu tratamento. Tampouco os consumos enerxéticos dos almacéns frigoríficos que se precisan para a conservación dos produtos cárnicos durante a súa distribución, nin nos establecementos finais de venda.

<sup>3</sup> tep = tonelada equivalente de petróleo.

En canto ó consumo de auga, repítese a gran dispersión de valores comentada con anterioridade para o consumo de enerxía, resultando igualmente arriscado aventurar uns valores representativos. Como orde de magnitude, obtivéronse os seguintes valores por tonelada de produto:

<b>Actividade</b>	<b>Consumo de auga (m<sup>3</sup>/t)</b>
Matadoiro	4
Despeçamento	1
Elaborados	6
Total	11



---

***PRINCIPAIS MEDIDAS DE AFORRO  
ENERXÉTICO NA INDUSTRIA CÁRNICA***

---



## 5.- PRINCIPAIS MEDIDAS DE AFORRO ENERXÉTICO NA INDUSTRIA CÁRNICA

### 5.1.- Medidas de aforro enerxético.

En base ás auditorías enerxéticas realizadas no sector, a continuación preséntanse unha serie de melloras de deseño e operación co obxecto de optimiza-lo consumo enerxético destas instalacións. Propóñense melloras relacionadas coas principais instalacións e equipos de consumo de enerxía que se complementan con proxectos concretos de integración de enerxía renovables, fundamentalmente solar.

#### 5.1.1.- Aforro de enerxía eléctrica.

- **Instalación de lámpadas de Vapor de Sodio de Alta Presión** nas zonas nas que non se require unha elevada reprodución das cores. Este tipo de lámpadas proporcionan un aforro enerxético entre un 10 % e un 40 % respecto ás de vapor de mercurio, en función da potencia das luminarias. En iluminacións exteriores, esta mellora pode complementar-se coa instalación de reloxos astronómicos que controlen dun xeito óptimo o acendido e apagado durante todo o ano.



*Imaxe dunha lámpada de vapor de mercurio nun lugar no que no é preciso diferenzar cores*

#### ***Exemplo:***

Na seguinte táboa expóñense os resultados da substitución de dez lámpadas de vapor de mercurio de 125 W por outras dez de vapor de sodio de 70 W. No cálculo do investimento tívose en conta unicamente a substitución do equipo de arranque, pois a substitución das lámpadas considérase gradual, a medida que estas van depreciando o seu nivel de iluminación.

H. funcionamento	Nº lámpadas	Investimento	Aforro	Amortización
2.600 h/ano	10 x 125 W	300 €	110 €/ano (*)	2,73 anos

*(\*) O aforro é proporcional ás horas de funcionamento.*

Como se pode observar no seguinte cadro, o nivel de iluminación das lámpadas recomendadas (vapor de sodio) é lixeiramente superior ás substituídas (vapor de mercurio) sendo o seu consumo substancialmente inferior.

	Lámpadas de vapor de alta presión mercurio	Lámpadas de vapor de sodio de alta presión
Potencia	125 W	70 W
Prezo lámpada	6 €	12 €
Vida útil	14.000 h	14.000 h
Fluxo luminoso	6.300 lumens	6.500 lumens
Índice de reprodución cromática	Bo	Lixeiramente inferior ás de vapor de mercurio.
Rosca	E-27	E-27

### ***Máis información sobre iluminación:***

Existen múltiples solucións para a iluminación dunha empresa, e diferentes criterios de elección en función do tipo de estancia e da utilización da mesma (oficinas, corredores, zonas de produción, cámaras frigoríficas,...). A iluminación debe proporcionar, ademais do nivel apropiado de luminosidade, unha sensación de confort agradable para o traballador, que aumente a súa satisfacción e rendemento no posto de traballo, polo que é preciso aproveitar ó máximo as posibilidades de optimización da instalación de iluminación.

O consumo de enerxía dun sistema de iluminación dependerá en gran medida da eficiencia dos diferentes compoñentes, pero tamén será necesario realizar un control da instalación e dos niveis de iluminación, ademais dun mantemento adecuado.

É importante recordar que aproveitar a luz natural é a mellor forma de aforrar enerxía, non soamente para a iluminación, senón tamén para calefacción, xa que aumenta a temperatura da estancia polo efecto invernadoiro, diminuindo as necesidades de calefacción.

A continuación trátanse os parámetros luminotécnicos máis significativos a ter en conta na iluminación dunha instalación. Estímase que con todas as medidas propostas en iluminación pódense acadar aforros da enerxía eléctrica entre o 30% e o 50%.

#### ***1.- Importancia da cor***

O grao de iluminación dunha estancia depende tamén da cor elixida para pinta-los cerramentos. Deste xeito reflectirase máis ou menos luz, en función da cor elixida, o que fará que a cantidade da luz da habitación varíe. A continuación expónse unha táboa comparativa dunha serie de cores e o seu índice de reflexión:



<b>COR</b>	<b>% de reflexión da luz na parede</b>
<b>Branco</b>	95 %
<b>Amarelo</b>	94 %
<b>Marfil</b>	88 %
<b>Azul Celeste</b>	85 %
<b>Verde</b>	79 %
<b>Rosa</b>	71 %
<b>Beixe</b>	68 %
<b>Laranxa</b>	62 %
<b>Azul</b>	41 %

Polo tanto, é conveniente ter en conta que as paredes e mobiliario de cor clara permiten ter un mellor rendemento da iluminación en comparación con paredes e mobiliario de cor escura, que farán que os puntos de luz teñan que estar máis tempo acendidos, polo que o consumo de electricidade para iluminación será maior.



## **2.- Tipo de lámpadas**

### **2.1.- Lámpadas fluorescentes compactas (baixo consumo).**

As lámpadas incandescentes disipan un 80% da enerxía que consomen en forma de calor, e utilizan tan só o 20% restante para iluminar. Polo tanto, é aconsellable a substitución deste tipo de lámpadas por outras dun maior rendemento luminoso, como poden ser as lámpadas de baixo consumo.

Con esta simple medida pódense chegar a acadar aforros de ata un 80% de enerxía, mantendo os niveis de iluminación e de confort. O investimento que supón o cambio deste tipo de lámpadas amortízase nun curto período de tempo.

No seguinte cadro compáranse as potencias de ámbolos dous tipos de lámpadas para os mesmos niveis de iluminación, destacando o aforro enerxético que se obtén coa súa substitución.

			
Incandescente Potencia (W)	Baixo consumo Potencia (W)	Fluxo luminoso (lm)	Aforro de enerxía (%)
40	9	400	78
60	11	600	82
75	15	900	80
100	20	1.100	80
120	23	1.500	81

A continuación especificanse os aforros enerxéticos e económicos anuais que se poden acadar substituíndo diferentes tipos de lámpadas para un horario de funcionamento de 3 horas ó día.

Substitución lámpadas		Aforro de enerxía (kWh/ano)	Aforro económico (€/ano)
Incandescente	Baixo consumo		
40 W	9 W	33	3,18
60 W	11 W	52	5,07
75 W	15 W	64	6,19
100 W	20 W	85	8,25
120 W	23 W	104	10,02

## 2.2.- Lámpadas de descarga.

A utilización deste tipo de lámpadas é recomendable en aquelas zonas onde non se necesite un rendemento bo da cor, como poden ser zonas de carga, almacenamento... Con este sistema pódense acadar aforros de enerxía de ata un 35%.

A continuación expónse unha táboa resumo dos aforros medios que se poden conseguir por substitución de lámpadas, tanto na iluminación exterior como no interior.

### ILUMINACIÓN EXTERIOR

Lámpada	Substitución	% Aforro enerxético
Vapor de mercurio	Vapor sodio Alta Presión	>12
Halóxena convencional	Vapor sodio Alta Presión	78
Halóxena convencional	Haloxenuros metálicos	70
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80

### ILUMINACIÓN INTERIOR

Lámpada	Substitución	% Aforro enerxético
Incandescencia	Fluorescentes compactas	80

### ***2.3.- Melloras de lámpadas fluorescentes***

En xeral, as lámpadas fluorescentes utilízanse nas zonas onde se necesita luz de boa calidade e onde se realizan poucos apagados-acendidos.

Nas lámpadas fluorescentes que permanezan acendidas un número elevado de horas ó día, recoméndase a substitución de balastos convencionais polos electrónicos. Con esta medida obtense unha redución do consumo dun 10% ademais de aumentar a vida das lámpadas nun 50% e reduci-los custos de mantemento e reposición. A continuación expóñense as vantaxes deste sistema fronte o convencional.

- Melloran a eficiencia da lámpada e do sistema.
- Non producen efectos de pestanexo e estroboscópicos.
- Brindan un arranque instantáneo sen necesidade dun arrancador por separado.
- Incrementan a vida da lámpada.
- Ofrecen excelentes posibilidades de regulación do fluxo luminoso.
- Factor de potencia próximo á unidade.
- Conexión máis simple.
- Menor aumento da temperatura.
- Non producen zunidos nin ruídos.
- Posúen menos peso.

### ***2.4.- Iluminación exterior.***

Aconséllase, neste tipo de iluminación, instalar lámpadas de alto rendemento luminoso como as de vapor de sodio de alta presión, coas que, cun menor consumo enerxético obtense unha maior cantidade de luz.

Así mesmo, resulta de grande interese a instalación dun sistema de **redución de fluxo** (dobre nivel), que permita regula-lo nivel de iluminación en función das horas, por exemplo reducindo o fluxo luminoso ó 40% entre a unha e as seis da mañá, obtendo deste xeito unha diminución do consumo enerxético e consecuentemente do gasto da instalación.

Outro tipo de medida de aforro para a iluminación exterior é a instalación de **programadores astronómicos**, que son interruptores automáticos solares deseñados para o acendido e apagado da iluminación exterior, coincidindo exactamente coas saídas e cos ocasos diarios. Con estes sistemas pódense obter aforros de entre un 10 e un 20%.

### ***2.5.- Recomendacións que supoñen escaso ou nulo investimento.***

- Control dos niveis excesivos de iluminación artificial.
- Emprego de pinturas e cores que favorezan o aforro en iluminación.
- Mantemento correcto e periódico do sistema de iluminación.
- Limpeza de pantallas.

- Utilización de programadores horarios.
- Utilización de detectores de presenza en zonas comúns: corredores, lugares de paso que non se utilicen habitualmente.
- Instalación de iluminación localizada que, ademais de conseguir un ambiente acolledor, consegue reduci-lo consumo, posto que moitas veces non é necesario iluminar toda a dependencia.
- Instalación de reguladores de intensidade de luz, o que supón unha redución do gasto enerxético e a vantaxe de poder axustar en cada momento ó nivel de iluminación adecuado ás necesidades.
- Instalación de pulsadores temporizadores de apagado/acendido de luces, en zonas comúns.

Con estas medidas os aforros que se poden acadar varían entre un 5 e un 10%.

- **Instalación balastos electrónicos nas luminarias fluorescentes.** Durante as visitas ás distintas instalacións púidose apreciar que a maioría das luminarias fluorescentes empregaban reactancias electromagnéticas. Substituíndo estas reactancias por balastos electrónicos pódese conseguir un aforro enerxético do 10-15 %, ademais de alonga-la vida útil das lámpadas, evitar escintileos e reduci-lo consumo de enerxía reactiva.



*Imaxe de dúas pantallas de tubos fluorescentes con cebadores electromecánicos.*

### **Exemplo:**

Na seguinte táboa amósanse os resultados dun estudo de substitución de balastos electromagnéticos por electrónicos nunha industria cárnica de tamaño medio.

H. Funcionamiento	Nº fluorescentes	Investimento	Aforro (*)	Amortización
4.160 h/ano	250 pantallas de 2x36 W	10.800 €	1.424 €/ano	7,6 anos

*(\*) O aforro é proporcional ás horas de funcionamento e incorpora o aforro en custos de substitución.*

- **Automatización das paradas dos equipos eléctricos.** Deste xeito evítase que a maquinaria funcione cando a cadea de produción estea parada, por exemplo cintas transportadoras, ou flaxeladoras.
- **Instalación de variadores de frecuencia en compresores, ventiladores, e bombas.** Con esta mellora conséguese reduci-lo consumo de enerxía eléctrica nas rampas de aceleración destes equipos e regula-la velocidade ás necesidades do proceso. Unha vantaxe engadida é que aumenta a vida útil dos equipos, xa que ó regular constantemente a frecuencia da enerxía eléctrica, redúcese o desgaste dos mesmos. Cabe salientar tamén, que no caso das bombas se reduce o risco de danos por golpes de ariete, posto que ó reducir paulatinamente o bombeo minimízase a enerxía potencial da auga de xeito gradual.
- **Desprazamento de determinadas actividades a horarios nos que a enerxía eléctrica é máis barata.** Nas horas centrais do día a enerxía eléctrica é máis cara que noutras franxas horarias, polo que na medida do posible, deberase tratar de desprazalos consumos non prioritarios a períodos horarios nos que a enerxía eléctrica sexa máis barata. Esta medida non supón un aforro enerxético, senón un aforro económico. Un bo exemplo sería o desprazamento do bombeo de auga ó depósito de almacenamento de horas punta a horas val.

***Exemplo:***

Nunha industria cárnica de gran tamaño dispónse dun depósito de almacenamento de auga de 1.000 m<sup>3</sup>. A subministración realizábase, desde un encoro, en función unicamente de mante-lo nivel da auga no depósito. A mellora consiste en instalar un automatismo que permita programa-lo funcionamento das motobombas da auga en función do período horario (enche-lo depósito nas horas nas que os prezos da electricidade sexan máis baratos). Con esta mellora conséguese un aforro estimado en 6.525 €. A continuación resúmense os parámetros económicos do investimento.

Investimento	Aforro	Amortización
600 €	6.525 €/ano	1 mes

- **Instalación de aparellos que reduzan o consumo de auga.** Dentro desta medida incluíranse dende a instalación de maquinaria máis eficiente, ata a instalación de boquillas con válvulas manuais nas mangueriras de limpeza e baldeo.

Con estas medidas pódense conseguir aforros en dous sentidos:

- Ó diminuí-lo consumo de auga, redúcese a enerxía eléctrica adicada ó bombeo.
- No caso de que sexa auga quente, ó diminuí-lo seu consumo, prodúcese un aforro no combustible que habería que empregar para quentalo.



Imaxe dunha lámpada de vapor de mercurio nun lugar non que no é preciso diferenzas cores.

**Exemplo:**

Nunha industria cárnica de gran tamaño consómense 500 m<sup>3</sup>/día de auga quente para limpeza. Coa instalación de válvulas manuais nos extremos das mangueriras, poden aforrarse 25 m<sup>3</sup>/día de auga quente, valorados en 7.660 €/ano. A continuación resúmense os parámetros económicos do investimento.

Investimento	Aforro	Aforro económico	Amortización
1.500 €	25 m <sup>3</sup> /día	7.660 €/ano	2 meses

- **Peche hermético das portas dos peiraos de carga.** Nas instalacións onde as cámaras de refrixeración e conxelado se atopan preto dos peiraos de carga, un correcto peche das portas de carga ou acoplamento coa caixa dos camiós reduce as perdas de frío, ademais de evita-la entrada de aire húmido que pode crear problemas de xeo nas cámaras de conxelación, evitando deste xeito que o desxeo destas cámaras se teña que facer con maior frecuencia, o que aumenta o consumo enerxético.



Imaxe do peche incorrecto dunha porta dun peirao de carga



Imaxe de acumulación de xeo no chan dunha cámara de conxelación

- **Instalación de precámaras con deshumidificadores nas cámaras de conxelación.** Ó reduci-lo contido de humidade no aire á entrada das cámaras de conxelación, evítase a formación de xeo nas paredes, teito e chan, reducindo deste xeito a frecuencia dos desxeos co conseguente aforro enerxético e a mellora das condicións de traballo no interior das cámaras.

Para a instalación dun deshumidificador é preciso dispor de espazo suficiente á entrada da cámara frigorífica para a construción dun corredor de acceso. Tamén debe terse en conta, que esta instalación debido ó desecamento que realizan do ambiente, **pode causar problemas de presentación e minguas** a produtos que non dispoñan dunha protección superficial como cubertas de xeo ou embalaxes. Pola contra, a maiores das vantaxes xa salientadas de aforro enerxético, cabe destaca-las seguintes:

- Condições constantes: a redución da carga de humidade suporá unha estabilización no rendemento do equipo de refrixeración, independente das condicións exteriores

- Incremento da eficacia: a redución case total de xeo nos evaporadores, provocará que os equipos de frío teñan unha maior eficiencia

- Inferior tempo de parada: Dado que a porta e a cámara terán menos xeo, a deteriorización da estrutura (posible oxidación, corrosión,...) será menor, e por conseguinte, o mantemento e as paradas na zona serán reducidas. Do mesmo xeito, será preciso empregar menor tempo para a limpeza da cámara.

- Ambiente máis saludable: a eliminación da formación de néboa e xeo no chan implicará un lugar de traballo máis seguro para os operarios. Por outro lado, redúcese a formación de bacterias e mofos que precisan humidade para o seu desenvolvemento.

• **Melloras na facturación de enerxía eléctrica**. O custo enerxético pode reducirse optimizando a facturación da enerxía eléctrica. Para isto, debe comprobarse a idoneidade da potencia contratada, que o consumo de enerxía reactiva estea convenientemente compensado e que a tarifa contratada sexa a máis adecuada ó rango de consumo da empresa. Recoméndase valora-la posibilidade de pacta-las condicións do prezo da subministración cunha empresa comercializadora (mercado liberalizado).

### ***Máis información sobre facturación eléctrica:***

A maioría das industrias cárnicas visitadas no presente estudo sectorial son consumidores cualificados cun prezo medio de 0,063 €/kWh. Non obstante, aínda quedan bastantes instalacións que continúan sendo subministradas pola súa empresa distribuidora a prezo regulado (tarifa eléctrica establecida polo Real Decreto 1802/2003), sendo en estes casos a tarifa máis utilizada a 3.0 (xeral) de baixa tensión, e o prezo medio de 0,086 €/kWh.

Na maioría dos centros, a potencia de contrato está ben axustada á potencia realmente demandada e predomina o control da demanda de potencia mediante máxímetros.

A maior parte das instalacións dispoñen de batería de condensadores para realiza-la adecuada corrección do factor de potencia, presentando valores aceptables de  $\cos\phi$ , o que motiva que se obteñan bonificacións na factura polo concepto de enerxía reactiva.



## Propostas de optimización da facturación de enerxía eléctrica.

### *1.- Acceso ó mercado liberalizado*

Segundo o artigo 19 do Real Decreto Lei 6/2000, tódolos consumidores de enerxía eléctrica poden elixir, dende o 1 de xaneiro de 2003, o subministrador e pactar con el as condicións e prezos da subministración.

Para comprar enerxía eléctrica, un consumidor cualificado ten as seguintes opcións:

- a) Continuar sendo subministrado a tarifa polo seu distribuidor habitual.
- b) Contrata-la subministración de electricidade a prezo pactado libremente (a un comercializador, produtor, autoprodutor ou axente externo).
- c) Compra enerxía no mercado eléctrico (POOL) a prezo de mercado (facéndose axente do mercado e cumprindo, por tanto, coas súas regras de funcionamento).

Nos dous últimos casos, o prezo da subministración descomponse da seguinte maneira:

#### *a) Prezo da enerxía*

Se se compra a enerxía a un comercializador, deberase pactar con el o prezo, para o que é conveniente pedir previamente ofertas a distintos comercializadores.

#### *• Impostos*

A facturación da enerxía, está gravada secuencialmente con:

- O imposto especial sobre o consumo de electricidade, co tipo do 5,113 % (1,05113 x 4,864%).
- O imposto Xeral: IVE, co tipo do 16%, unha vez repercutido o imposto sobre o consumo de electricidade.

#### *b) Prezo do uso das redes eléctricas (tarifas de acceso)*

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. Estas tarifas pagaranse ó distribuidor ó que fisicamente se está conectado, ou formarán parte do prezo pactado co comercializador.

Para tódolos *abastecementos en alta e baixa tensión*, as tarifas de acceso veñen reguladas no **Real Decreto 1164/2001, do 26 de Outubro**.

No caso da *alta tensión* establécense para cada un dos bloques horarios nos que se divide o ano, uns prezos polos termos de enerxía e de potencia, diferentes segundo o nivel de tensión da subministración. No caso de *baixa tensión*, as tarifas de acceso teñen unha estrutura similar á da tarifa eléctrica integral.



*Impostos:*

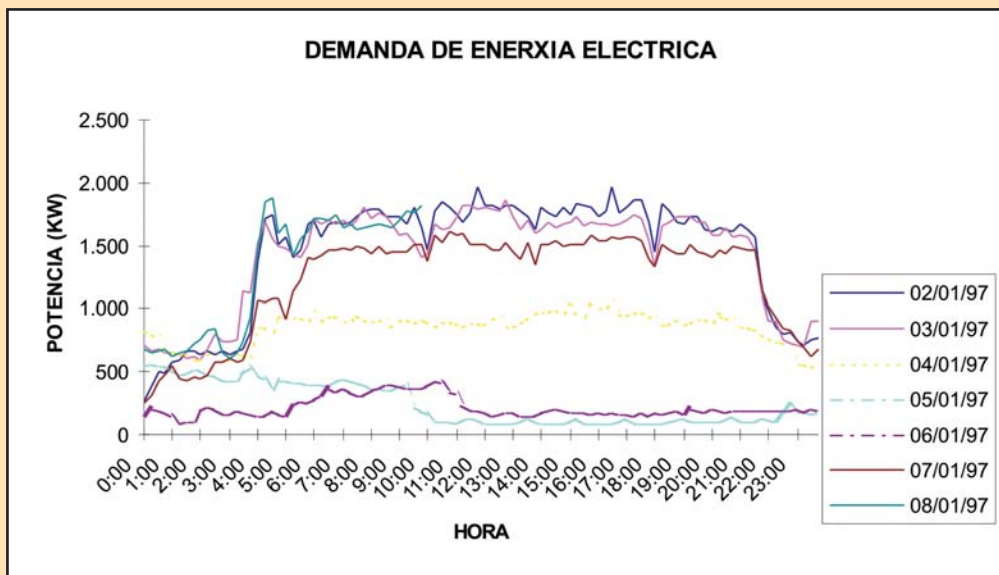
A facturación por acceso á rede está gravada cun IVE do 16%.

**Antes de solicitar oferta a un subministrador, débense coñecer as características actuais da subministración**, nivel de consumo anual, necesidades de potencia e tensión da subministración e a distribución temporal do consumo. Neste aspecto canto máis se poida desagregar o consumo (canto máis se poida preve-la demanda ó longo do día e do ano), máis axustada será a determinación do prezo que poida ofrece-lo subministrador.

**A continuación, coas características da subministración débense solicitar ofertas a distintos subministradores e compara-lo prezo resultante entre as dúas alternativas:**

- Mante-lo contrato de subministración a tarifa.
- Contrata-la subministración libremente e paga-la tarifa de acceso correspondente. Evidentemente, existen outros factores distintos do prezo, a considerar no servizo eléctrico proporcionado por un subministrador: atención comercial, asesoramento, formas de pagamento, outros servizos, etc. Pero en ningún caso entra en xogo a **calidade da subministración, que terá que ser garantida polo distribuidor habitual.**

Exemplo: Variación do consumo dunha empresa (Curva de carga).



As empresas comercializadoras de enerxía deben estar autorizadas e inscritas no “**Registro Administrativo de Distribuidores, Comercializadores y Consumidores Cualificados y Agentes Externos, sección 2ª Comercializadores**”, do Ministerio

**de Economía.** Para coñecer-la lista de empresas coas que pode contrata-la subministración de enerxía eléctrica poden dirixirse ó Instituto Enerxético de Galicia (INEGA),

*Equipos de medida para a compra de enerxía no mercado.*

A norma básica relativa á medida da enerxía é o **Real Decreto 2018/1997, de 26 de Decembro (modificado polo R.D. 385/2002)**, polo que se aproba o Regulamento de Puntos de Medida de Consumos e Tránsitos de Enerxía Eléctrica, desenvolvido pola **Orden Ministerial de 12 de Abril de 1999** na que se dictan a instrucións técnicas complementarias ó Regulamento anterior.

Os puntos de medida dos consumidores en alta tensión (>1 kV) clasifícanse en tipo 1 (aqueles que teñen unha potencia contratada igual ou superior a 10 MW ou que a enerxía anual intercambiada coa rede sexa igual ou superior a 5 GWh), tipo 2 (aqueles con potencia contratada igual ou superior a 1,5 MW ou que a enerxía anual intercambiada coa rede sexa igual ou superior a 0,75 GWh) e tipo 3 (aqueles non incluídos nos tipos anteriores).

A precisión esixida ós contadores resúmese na táboa seguinte:

ALTA TENSIÓN (>1kV)	Clase de contadores	
	Activa	Reactiva
Tipo de punto de medida		
<b>Tipo 1</b>	≤ 0,2S ou mellor	≤ 0,5 ou mellor
<b>Tipo 2</b>	≤ 0,5S ou mellor	≤ 1 ou mellor

Segundo o **R.D. 1433/2002**, do 30 de decembro de 2002, para aquelas medidas que se efectúen en baixa tensión (=1kV) -incluídas as subministracións en alta tensión medidas en baixa- os puntos de medida clasifícanse en: tipo 4 (aqueles consumidores con potencia contratada superior a 15 kW) e tipo 5 (para potencias contratadas inferiores a 15 kW). O tipo 4 ten dúas opcións, discriminación mínima en seis períodos ou ben discriminación horaria. O tipo 5 ten tres opcións, un período (dous períodos no caso de tarifa nocturna), seis períodos ou ben discriminación horaria.

BAIXA TENSIÓN (≤1kV)	Clase de contadores	
	Activa	Reactiva
Tipo de punto de medida		
<b>Tipo 4 (&gt; 15 kW)</b>	clase 1 ou mellor	clase 2 ou mellor
<b>Tipo 5 (≤ 15 kW)</b>	clase 2 ou mellor	clase 3 ou mellor

Deben dispor de equipos de medida horarios, é dicir, que permitan discrimina-lo consumo realizado hora a hora durante todo o ano, os seguintes consumidores:

- Consumidores en alta tensión

- De forma opcional, consumidores en baixa tensión de potencia superior a 15 kW que exerzan a súa condición de cualificados, e os de potencia inferior a 15 kW que contraten cun produtor o adquiren enerxía no mercado.

Os consumidores en baixa tensión de potencia inferior a 15 kW que adquiren a enerxía a un comercializador poden mante-lo seu equipo de medida actual, sempre que dito equipo cumpra as esixencias establecidas no Real Decreto 1433/2002.

Para poder exercer como consumidor cualificado é necesario que os consumidores que se acollan ás tarifas de acceso 2.0A e 2.0NA, dispoñan dun dispositivo de control da potencia demandada (I.C.P. ou maxímetro).

Non obstante, antes de tomar calquera decisión acerca dos equipos de medida, é recomendable contactar co distribuidor da zona, ou con calquera comercializador, se se vai contratar a subministración con algún deles, para verificar se o actual equipo de medida cumpre as especificacións esixidas.

#### *2.- Corrección do factor de potencia.*

Tódolos equipos eléctricos necesitan enerxía activa (kWh) para o seu funcionamento, e esta, é a subministrada fundamentalmente polas compañías eléctricas. Moitos destes equipos necesitan ademais para o seu funcionamento enerxía reactiva (kVArh). Esta subministración tamén a compañía que, naturalmente, debe produci-la e pode transportala polas súas redes de distribución ou ben pode produci-la, totalmente ou en parte, a propia instalación mediante baterías de condensadores.

O consumo excesivo de enerxía reactiva é, polo tanto, penalizado polas compañías subministradoras, mediante a recarga por factor de potencia.

#### *Para consumidores a tarifa*

Con obxecto de reduci-los custos enerxéticos da instalación, deben realizarse medicións periódicas do factor de potencia, xa que se este é menor de 0,9 na facturación eléctrica, aparece o recargo de reactiva que incide proporcionalmente sobre os termos de potencia e enerxía podendo chegar a ser ata dun 47%.

Polo tanto, é aconsellable a medición do factor de potencia e a súa posterior corrección, mediante a instalación de baterías de condensadores con regulación automática, co fin de evitar paga-lo recargo de reactiva citado e, no seu caso, beneficiarse da bonificación máxima do 4% que se pode obter para un factor de potencia igual a 1.

#### *Para consumidores cualificados*

Penalizarase fortemente o exceso de consumo de enerxía reactiva para factores de potencia por baixo de 0,95, con valores actualizados anualmente.

**Exemplo:**

Nunha industria cárnica de pequeno tamaño, o consumo de enerxía eléctrica ten as seguintes características:

Tipo de tarifa	Consumido cualificado
Tarifa de acceso	3.1 A
Potencia media demandada	234 kW
Factor de potencia actual medio	0.95
Penalización por reactiva	879 €/ano

Obsérvase que o consumo medio de enerxía reactiva (factor de potencia = 0,95) non daría lugar a penalizacións na tarifa de acceso contratada, non obstante, nalgúns dos meses de máis consumo, estase a pagar unha penalización, ascendendo a un total de 879 €/ano. Para corrixir esta situación recoméndase a instalación dunha batería de condensadores de 50 kVAr que mellore o factor de potencia medio a 0,99. A continuación resúmense os parámetros económicos deste investimento:

Investimento	Aforro	Amortización
2.000 €	879 €/ano	2,3 anos

### 5.1.2.- Aforro de enerxía térmica

• **Regulación do funcionamento das caldeiras:** Pola experiencia adquirida neste campo, pódese afirmar que as principais causas que diminúen o rendemento das caldeiras son os seguintes:

- Exceso de O<sub>2</sub> na combustión.
- Exceso da temperatura de saída de fumes pola cheminea.

O exceso de aire corríxese regulando correctamente a entrada de aire no queimador, mentres que o exceso de temperaturas da saída de fumes pode solucionarse instalando un “turbulador” ou regulando o tiro da cheminea.



*Imaxe dunha caldeira de fuel nunha industria cárnica.*

### ***Máis información sobre combustión en caldeiras:***

A combustión é un conxunto de reaccións químicas exotérmicas que se producen entre as substancias combustibles (carbono e hidróxeno, principalmente) e o comburente (osíxeno). O control sobre ditas reaccións trata de logra-lo máximo aproveitamento da calor desprendida e, como obxectivo secundario, obter un determinado tipo de chama para certas aplicacións (caso dos sopretes para chamuscado).

Como produto de combustión obtense basicamente,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  e procedente do aire de combustión, nitróxeno ( $\text{N}_2$ ).

### **Tipos de combustión**

- ***Neutra ou estequiométrica:*** prodúcese cando se achega o osíxeno (aire) estritamente necesario para queima-lo combustible:
  - É practicamente imposible a súa realización pola imperfecta mestura de aire-combustible.
  - Poden aparecer inqueimados (feluxe) que son arrastrados polos gases, ennegrecéndoos.
  - A porcentaxe de  $\text{CO}_2$  en fumes é máxima.
- ***Incompleta:*** Prodúcese cando se achega aire insuficiente.
  - Aparecen máis inqueimados e monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), gas que a certas concentracións é venenoso
  - O ennegrecemento do fume é elevado pola presenza de inqueimados
  - A porcentaxe de  $\text{CO}_2$  en fumes diminúe.
- ***Completa:*** prodúcese cando se aporta maior cantidade de aire que na combustión neutra e a mestura é idonea.
  - Non hai inqueimado
  - O ennegrecemento do fume é nulo.
  - A porcentaxe de  $\text{CO}_2$  diminúe ó ser diluído nun maior caudal de gases e aparece  $\text{O}_2$  sobrante.
- ***Imperfecta:*** prodúcese cando se achega aire en exceso pero a combustión non é completa. Detéctase pola presenza de inqueimados sólidos debidos a:
  - Combustible mal pulverizado.
  - Mestura imperfecta aire-combustible.
  - Caudal de aire mal repartido.
  - Chama mal centrada ou fría.

Aparece nos fumes  $O_2$  e o ennegrecemento é baixo. Este tipo de combustión é a que se produce nas caldeiras.

### **Eficiencia na combustión**

A eficiencia na combustión será máxima cando as perdas sexan mínimas, para o que hai que actuar procurando unha combustión 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  $CO_2$  en gases) e a temperatura de saída de gases.
- **Calor latente dos gases con combustibles sólidos e líquidos.** Aumentan coa presenza de inqueimados gasosos (principalmente CO), consecuencia dun defecto de aire ou dun mal reparto deste.
- **Calor sensible en cinzas.** Son practicamente inevitables.
- **Calor latente en cinzas con combustibles líquidos e gasosos.** Débense a inqueimados sólidos.

Para minimiza-las perdas débense corrixi-las causas influíntes:

**1.- Exceso de aire:** O mantemento da correcta relación aire-combustible é o factor máis importante na eficiencia da combustión. O aire en exceso sobre o requirido para unha 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  $CO_2$  ou de  $O_2$  dos fumes, de forma que a maior  $CO_2$  menor exceso de aire, e a maior  $O_2$  maior exceso de aire. Os valores correctos de  $CO_2$  ou de  $O_2$  dos gases de combustión dependen de: tipo de combustible empregado e tamaño do mesmo, no caso dos sólidos; tipo de equipo de combustión empregado; tipo do fogar da caldeira... De todas formas, e a título orientativo é válida a seguinte táboa:

Combustible	Exceso de aire	$CO_2$
C. líquido	15-25 %	14-12 %
C. gaseoso	5-15 %	10-8 %
Carbón	30-50 %	17-13 %
Madeira	40-70 %	16-11 %

**2.- Defecto de aire:** A combustión con defecto de aire debe ser evitada sempre, pois dá lugar á aparición de inqueimados (principalmente CO) e crea depósitos de feluxe

nas superficies de intercambio de calor que reducen a transferencia térmica, orixinando ademais obstrucións nos condutos.

A medida de opacidade nos gases permite determina-lo grao de inqueimados na combustión. O índice opacimétrico na escala de Bacharach debe manterse en valores 1 e 2, non superando en ningún caso o valor 3. A graduación, segundo as características da combustión e a produción de feluxe, é a seguinte:

IB (*)	Combustión	Feluxe producida
1	Excelente	Inapreciable
2	Boa	Lixeiros. Non aumenta a temperatura de fumes apreciablemente.
3	Mediana	Hai certa cantidade. Requírese limpeza unha vez ó ano.
4	Pobre	Condicións límite. Limpeza frecuente.
5	Moi pobre	Moita feluxe e moi pesada

(\*) IB = índice de Bacharach

Cabe salientar que é frecuente a utilización doutro tipo de escalas similares como a de Rubzahl-Vergleichsskala, que realiza a clasificación en dez valores, do 0 ó 9.

**3.- Temperatura de fumes excesivamente alta:** A temperatura dos gases, como o exceso do aire, varía en función de cal sexa o equipo que se emprega. Hai que atender ás especificacións do fabricante, pero como norma podemos dicir que debe estar de 60 a 100 °C sobre a temperatura do vapor. No caso de instalar un economizador, por exemplo para prequentar a auga de alimentación á caldeira, a temperatura dos fumes deixa de estar limitada pola temperatura do vapor e deberá atender a razóns do tiro da cheminea e temperaturas do orballo dos produtos da combustión (isto é, temperatura por debaixo da cal precipitan os diferentes compoñentes dos fumes, con especial atención ó SO<sub>2</sub> polas súas características altamente corrosivas), non recomendándose baixar dos 170 °C para evitar problemas de corrosión.

Unha temperatura de fumes 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 unha táboa que indica as perdas por cheminea en función da temperatura de saída dos fumes e da porcentaxe de exceso de aire para o gasóleo C. É doado atopar completas táboas deste tipo para os diversos combustibles.



O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> +SO <sub>2</sub>	Aire exceso	Gases	Perdas en gases de combustión (%) en función de: (temp. Gases - temp. Ambiente) (°C)			
				100	160	220	280
(%)	(%)	(por uno)	(kg/kg)				
0,00	16,00	1,00	14,73	3,8	6,2	8,5	10,9
2,00	14,46	1,09	16,11	4,1	6,7	9,3	11,9
4,00	12,93	1,22	17,80	4,6	7,4	10,2	13,1
6,00	11,40	1,38	19,96	5,1	8,2	11,4	14,6
8,00	9,86	1,58	22,78	5,8	9,4	13,0	16,6
10,00	8,33	1,86	26,65	6,8	10,9	15,1	19,4
12,00	6,80	2,27	32,26	8,2	13,2	18,2	23,3
14,00	5,26	2,92	41,13	10,4	16,7	23,1	29,6

Parámetro da combustión de gasóleo C

**4.- Baixa proporción CO<sub>2</sub>:** Pode ser debida 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
- Boquilla de pulverización deteriorada ou sucia
- Mala atomización
- O queimador non é apropiado para o combustible empregado

**5.- Fumes opacos:** As concentracións de CO non deben exceder das 400 ppm (0,04%), valor especificado nalgúns lexislacións. Poden ser debidos a:

- Defecto de aire
- Mestura non homoxénea de combustible e aire
- Mal deseño ou axuste da cámara de combustión.
- Chama incidindo en superficies frías

**6.- Outros puntos de interese:**

- Adecuada regulación do traballo en instalacións con varias caldeiras para que traballen cun rendemento o máis preto posible ó óptimo.
- Comprobar que a caldeira non traballa a unha presión excesiva innecesaria para o proceso.
- En pulverizadores de fuel, debe comprobarse que a temperatura de chegada do mesmo é a que proporciona os parámetros de viscosidade idóneos para unha adecuada pulverización.
- Control de purgas: se estas son excesivas, poden ser debidas a un mal tratamento da auga de entrada.



### ***Exemplo teórico:***

Nunha empresa hai dúas caldeiras de gasóleo C para a xeración de vapor saturado a 3 bar (135 °C). Realizada unha análise dos gases de combustión das mesmas resulta:

Caldeira I:

Tª de saída dos fumes	190 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Presenza de O <sub>2</sub> en fumes	8 %

Caldeira II:

Tª de saída dos fumes	250 °C
Temperatura ambiente	30 °C
Presenza de O <sub>2</sub> en fumes	4 %

Da análise das medicións anteriores dedúcese que, a Caldeira I traballa con exceso de aire e a Caldeira II cunha temperatura de saída de fumes excesivamente alta. A continuación calcúlase, utilizando a táboa “Parámetros da combustión de gasóleo C” facilitada no punto 3, a perda de rendemento en cada un dos casos:

#### Caldeira I:

A presenza de exceso de aire recomendado para un combustible líquido é entre un 15 e un 25 %, equivalente para o gasóleo C aproximadamente a un 4 % de O<sub>2</sub>, polo tanto:

Perdas por cheminea para un 8 % de O<sub>2</sub>: 9,4 %

Perdas por cheminea para un 4 % de O<sub>2</sub>: 7,4 %

O resto de perdas equivalen a un 5 %, polo tanto a perda de rendemento debido ó exceso de osíxeno é:

$$\left(1 - \frac{100 - 9,4 - 5}{100 - 7,4 - 5}\right) \cdot 100 = 2,28 \%$$

#### Caldeira II:

A temperatura de saída de fumes recomendada para xerar vapor a 3 bar (135 °C) é de 180-190 °C, polo tanto:

Perdas por cheminea para un (250-30) °C: 10,2 %

Perdas por cheminea para un (190-30) °C: 7,4 %

O resto de perdas equivalen a un 5 % polo tanto a perda de rendemento debido á elevada temperatura dos fumes de saída é:

$$\left(1 - \frac{100 - 10,2 - 5}{100 - 7,4 - 5}\right) \cdot 100 = 3,20 \%$$

**Exemplo:**

Nunha industria cárnica de gran tamaño emprégase para a xeración de vapor unha caldeira de fuel BIA\* de 6.975 kW. O consumo anual de fuel nesta caldeira ascende a 3.552 toneladas, valoradas en 617.797 €. Realizada a medición dos gases de cheminea observouse que, a caldeira traballa cun importante exceso de aire que lle provoca unha perda de rendemento do 6,4 %. Para corrixir esta situación, basta con axusta-la entrada de aire no queimador, reducindo o citado exceso.

A continuación resúmense os parámetros económicos deste investimento:

Investimento	Aforro de combustibles	Aforro económico	Amortización
600 €/ano	227 t/ano	39.539 €/ano	Inmediato

Polo tanto, recoméndase facer regularmente análises dos gases de combustión para evitar no sucesivo, desviacións do punto óptimo de funcionamento.

(\*) *Fuel BIA = Fuel con baixo índice de xofre*

- **Reparación de fugas nas conducións de auga quente e vapor.** Mantendo en bo estado as conducións de auga quente e vapor conséguense importantes aforros enerxéticos. Neste sentido, convén revisar periodicamente o correcto funcionamento dos purgadores dos circuitos de vapor.



*Imaxe dunha fuga de auga quente.*

### ***Máis información sobre eficiencia no consumo de auga:***

A industria cárnica presenta elevados consumos de auga. Esta auga antes de ser consumida precisa ser tratada quimicamente, transportada e distribuída ata cada punto de demanda, unha vez consumida debe ser depurada e transportada de novo ata o punto de vertido. A vinculación do consumo de auga co consumo enerxético é tan ostensible que se pode asegurar que aforrar auga é aforrar enerxía.

A continuación amósase a distribución do consumo de auga nun matadoiro polivalente de tamaño medio, esta táboa dá unha orientación de onde se realizan os maiores consumos de auga e por tanto dos lugares con maior potencialidade de aforro:

<b>PROCESO</b>	<b>PORCENTAXE %</b>
Proceso e limpeza da zona limpa do matadoiro	53
Tripería	21
Limpeza da zona sucia do matadoiro, cortes e camiós	6
Refrixeración	6
Producción de vapor	4
Usos sanitarios	2

*Fonte: Cámara de Comercio de Madrid*

Nos matadoiros de porcino a distribución varía substancialmente, obténdose a seguinte distribución:

<b>PROCESO</b>	<b>PORCENTAXE %</b>
Limpeza de recintos e cortes	34
Tripería	29
Liña de sacrificio	28
Zona limpa de sacrificio	9

*Fonte: Cámara de Comercio de Madrid*

Para optimiza-lo consumo de auga debe considerarse tanto as perdas na distribución dentro do recinto da empresa como a eficiencia no consumo. A modo de referencia da importancia das perdas en distribución, é significativo dicir que as perdas medias en redes de distribución de auga na Unión Europea son dun 30 %, chegando nalgúns casos puntuais ó 60 %. Xa no ámbito empresarial privado, considérase oportuno poñer por exemplo unha empresa danesa que, tras reparar a súa instalación de auga, observou como o seu consumo anual descendía de 110.000 m<sup>3</sup> a 45.000 m<sup>3</sup> de auga.

A nivel de canalizacións, o feito de ser subterráneas dificulta a detección e reparación dos escapes, así non é estraño que un entubado enterrado perda ó ano cantidades importantes de auga podendo ocasionar problemas en edificios e infraestruturas. Nas seguintes táboas, estímase as perdas por fugas en función do tamaño da mesma:

PERDAS DE AUGA POR UN ESCAPE (Orificio cunha presión de 4,5 bar)		
Diámetro do orificio (mm)	Perda de auga (m <sup>3</sup> /día)	Perda de auga (m <sup>3</sup> /ano)
0,5	0,32	117
1	1,20	438
2	5	1.825
4	20	7.300
5	45	16.425

PERDAS DE AUGA DUNHA VÁLVULA EN MAL ESTADO		
Tipo de escape	Perda de auga (litros/hora)	Perda de auga (m <sup>3</sup> /ano)
Escape gota a gota nunha billa	5	44
Escape dun fío de auga nunha billa	16 a 50	140 a 440
Escape nunha cisterna	25 a 50	220 a 440

### ***FAGA A PROBA:***

En vésperas dunha parada total da súa instalación (fin de semana, vacacións,...) realice unha lectura dos contadores. Repita a operación antes de volver a poñer en marcha a instalación e compare cifras para comprobar se existen perdas. Esta medida non será máis que aproximada, dado que os equipos non estarían en condicións de traballo durante o período de medición.

### **MEDIDAS PARA O AFORRO DE AUGA:**

- ***Instalación de contadores e lectura periódica.*** A instalación de contadores e a súa lectura periódica xera aforros que oscilan entre o 5 e 10 % derivados unicamente do coñecemento do consumo e a mentalización do persoal responsable.
- ***Sistemas centralizados de peche de caudal e pistolas de peche instantáneo:*** Nas zonas de produción, recoméndase substituí-las billas tradicionais, por outras de peche automático como son as de tipo botón, ou por manguerías con dispositivos que corten o caudal cando deixen de ser presionadas polo operario, como as pistolas de peche instantáneo.

Os sistemas automáticos de peche de caudal garanten o consumo preciso en determinados puntos da instalación. A continuación preséntanse algúns exemplos:

- ***Sistema centralizado de interrupción de caudal:*** Este sistema permite corta-lo fluxo de auga á zona desexada cando se detecta unha billa aberta ou unha perda durante un tempo previamente establecido.
- ***Electroválvulas temporizadas:*** Estas electroválvulas conectadas a un tempo-ri-zador, cortan o caudal unha vez transcorrido o tempo programado.

- **Electroválvulas accionadas por detectores de presenza.** O accionamento das válvulas tamén se poden vincular a detectores de presenza, como células fotoeléctricas ou detectores de contacto.

- **Sistemas que prevén o desbordamento de tanques.** A instalación de detectores de nivel conectados a unha válvula evita o desbordamento dos tanques nas operacións de enchedura.

- **Retirada de residuos en seco.** Emprega-la auga para arrastra-los residuos supón un consumo de auga elevado e innecesario. Por este motivo, é aconsellable, antes de lavar e aclaralo chan, limpar en seco a primeira capa de sucidade, mediante un raspador ou un cepillo a fin de retirar-los residuos de maior tamaño.

Deste xeito non só se facilitará a limpeza posterior con auga, reducíndose ó mesmo tempo a cantidade de auga utilizada (pode chegar a reducirse un 65 % do auga empregada en limpeza) senón que tamén se reducirá a concentración de contaminantes nos vertidos, xa que retirariamos unha parte importante da carga contaminante.

A utilización de aspiradores de residuos axuda a realizar unha primeira limpeza en seco. Estes equipos poden ser centralizados ou independentes.

- **Limpeza en dúas fases:** A limpeza en dúas fases, mediante a aplicación de espuma especial e aclarado con auga, mellora a limpeza das superficies empregando unha menor cantidade de auga. É recomendable o emprego de deterxentes sen fosfatos.

- **Adecuada elección da presión de auga para cada aplicación concreta.**

- **Lavadoras de material:** Neste tipo de máquinas de limpeza de material pequeno, adaptadas para recupera-la auga de lavado mediante centrifugación, pódese reduci-lo consumo por ciclo de lavado a 5 litros.

- **Tuneles e armarios de lavado:** Trátase de lavadoras industriais para útiles como recipientes de plástico, moldes, táboas, carros transportadores, que permiten aforrar auga e deterxente, recuperando a auga de aclarado das fases limpas e utilizándoa naquelas fases de limpeza media ou baixa.

- **Reutilización de auga de choiva e das instalacións de calefacción e refrixeración.** A auga de choiva, a procedente de purga-las caldeiras (coidado cos aditivos) ou dos circuitos de refrixeración, pódense, se a lexislación vixente en cada momento o permite, reutilizar para ducha-los porcos antes do sacrificio.

- **Reutilización da auga depurada:** Do mesmo xeito, a auga depurada pódese reutilizar na limpeza de cortes, lavado de vehículos de transporte de gando, ou para rego de zonas verdes, sempre que non haxa posibilidade algunha de contacto cos produtos. Para evitar riscos na transmisión de enfermidades, é importante desinfecta-la auga depurada con cloro, ozono ou radiación ultravioleta antes da súa reutilización.

- **Instalación de placas solares térmicas para o prequentamento de auga** de limpeza ata os 45 – 50 °C. As placas solares térmicas son adecuadas para o quentamento de auga a baixas temperaturas como a auga quente sanitaria, xa que coa tecnoloxía actual poden alcanzarse temperaturas de auga de ata 70 °C ou superiores, aínda que se consegue unha maior achega enerxética con temperaturas de consumo máis baixas.



Imaxe de colectores solares térmicos para quentamento de AQS

### ***Máis información sobre enerxía solar:***

A enerxía solar é unha enerxía limpa, renovable e gratuíta, cunha elevada calidade enerxética e escaso impacto ecolóxico.

Dentro das tecnoloxías de aproveitamento da radiación solar distínguense dúas tecnoloxías en función da transformación que experimenta a enerxía de radiación recibida do Sol:

- instalacións de enerxía **solar fotovoltaica**, capaces de xerar unha corrente eléctrica a partir da radiación solar;
- instalacións de enerxía **solar térmica**, que teñen por fin incrementa-la temperatura dos fluídos.

A continuación, analízanse as opcións de implantación destas instalacións solares desde o punto de vista da súa rendibilidade económica. Non obstante, debe terse en conta que pode existir unha valoración adicional máis subxectiva, xa que este tipo de sistemas é valorado positivamente por gran parte da sociedade pola súa contribución á protección medioambiental, dotando ademais ó edificio que os posúe dun carácter innovador.

#### ***1.- Enerxía solar fotovoltaica.***

Existen dous tipos de instalacións de enerxía solar fotovoltaica: illadas (útiles nos lugares ós que non chega a rede eléctrica convencional) e conectadas á rede, que se describen a continuación en maior detalle.

Nos lugares que dispoñen de electricidade, a conexión á rede dos sistemas fotovoltaicos contribúe á redución de emisións de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) á atmosfera. Esta aplicación axústase moi ben á curva de demanda da electricidade, xa que o momento en que máis enerxía xeran os paneis, cando hai luz solar, é cando mais elevado é o prezo da electricidade.

É importante recordar que, o consumo de electricidade da empresa que execute unha instalación deste tipo é independente da enerxía xerada polos paneis fotovoltaicos.

O usuario segue mercando a electricidade que consome á empresa eléctrica ó prezo establecido, e ademais, é propietario dunha instalación xeradora de electricidade que pode factura-los kWh producidos a un prezo moi superior, xa que en España a electricidade xerada con sistemas fotovoltaicos goza dunha prima que mellora a súa rendibilidade económica.

As instalacións de menos de 100 kWp de potencia, teñen un prezo de venda do 575% da tarifa eléctrica media durante os 25 primeiros anos de vida da instalación, o que supón para o ano 2004 un valor de 0,0414 euros/kWh xerado.

O custo específico dunha instalación fotovoltaica conectada á rede sitúase actualmente entre 7.500 euros/kW para instalacións pequenas e 6.000 euros/kW para grandes instalacións.

En canto á produción eléctrica, as horas netas equivalentes en Galicia para unha instalación solar fotovoltaica atópanse entre 950 e 1.200, é dicir, cada kW instalado xerará entre 950 kWh e 1.200 kWh ó ano, en función da situación xeográfica e deseño da instalación.

A continuación móstrase un cálculo de rendibilidade económica para unha instalación fotovoltaica conectada á rede, combinando hipóteses en función da subvención percibida (ver apartado 3):

## INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONECTADA Á REDE

### OPCIÓN 1

- Potencia instalada:	5 kW <sub>p</sub>
- Investimento (bruto):	37.500 € (poderá variar en función da facilidade da execución da obra civil na localización considerada)
- Subvención a fondo perdido:	0%, 20%, 40% (opcións consideradas)
- Gastos:	0,015 €/kWh xerado
- Incremento gastos anual:	2,0%
- Produción:	5.500 kWh/ano
- Prezo de venda electricidade:	575% da tarifa eléctrica media (TEM) os 25 primeiros anos (a partir de entón tería un 460% da TEM).
- TEM primeiro ano:	7,308 c€/kWh (previsión 2.005)
- Ingresos primeiro ano:	2.311 euros (evolucionando segundo incremento da TEM)
- Gastos primeiro ano:	83 euros
- Incremento anual TEM:	1,4% (segundo previsión)
- Vida instalación:	25 anos (pode ser superior)

Con estas hipóteses, os resultados obtidos para a T.I.R. (taxa interna de retorno) do proxecto son os seguintes:



	TIR do proxecto (25 anos)
Proxecto sen subvención	3,2 %
Proxecto con 20% de subvención	4,8 %
Proxecto con 40% de subvención	7,1 %

## 2.- Enerxía solar térmica.

Existen varios tipos de sistemas solares térmicos: de baixa, de media e de alta temperatura. No caso da industria cárnica, a utilidade máxima atópase naqueles de baixa temperatura, xa que son coas que se consegue un maior aproveitamento da enerxía captada, a unha temperatura de ata 40 graos superior á ambiente. Un exemplo destas son as necesidades típicas de auga quente sanitaria (AQS) para limpeza.

Estes sistemas de xeito xeral están formados polos seguintes elementos (non todos son obrigatorios, algúns teñen a finalidade de mellora do rendemento da instalación e do mantemento).

### 2.1.- Captadores solares

Ten como misión captar a enerxía solar incidente e transmitila ó fluído que circula por el. É o elemento fundamental de calquera sistema solar térmico. Existen diferentes tipos, a continuación descríbense os elementos que constitúen o captador de placa plana.

**a.- Cuberta transparente:** Sobre ela inciden os raios do Sol, provoca o efecto invernadoiro, reduce as perdas e asegura a estanquidade do captador en unión coa carcasa e as xuntas. Adoitan ser de vidro ou plástico transparente.

**b.- Placa absorbente ou absorbedor:** Recibe a radiación solar e transmítea ó fluído caloportador (normalmente auga ou auga con anticongelante). Os modelos máis típicos son: unha placa metálica soldada sobre unha reixa de tubos ou dúas placas metálicas separadas uns milímetros, entre as que circula o fluído caloportador.

**c.- Illante lateral e posterior:** Para diminuí-las fugas de calor do interior do captador.

**d.- Carcasa:** Contén e soporta tódolos elementos anteriores e protéxeos da intemperie

A radiación solar que chega ó captador atravesa a cuberta transparente, incide sobre a placa absorbente e transfírese ó fluído que circula polo mesmo

### 2.2.- Acumuladores

A necesidade de enerxía non sempre coincide no tempo coa captación que se obtén do Sol, polo que é necesario dispor dun sistema de acumulación que faga fronte á demanda en momentos de pouca ou nula radiación solar, así como á produción solar en momentos de pouco ou nulo consumo.



Para os sistemas solares térmicos utilízase un depósito-acumulador onde se almacena enerxía en forma de auga quente.

### 2.3.- Intercambiadores de calor

Son precisos cando se quere transferir-la calor dun fluído a outro, sen que estes se mesturen, independizando deste xeito dous circuitos.

### 2.4.- Bombas de circulación

As bombas de circulación ou electrocirculadores son aparellos accionados por un motor eléctrico, capaces de subministrarlle ó fluído unha cantidade de enerxía suficiente para transportalo a través dun circuito, vencendo as perdas de carga existentes no mesmo.

### 2.5.- Illamento

Nunha instalación de enerxía solar térmica é fundamental o illamento térmico en toda a rede de tubos para evitar perdas caloríficas cara o exterior.

### 2.6.- Vaso de expansión

A súa función é absorber-las dilatacións do fluído contido nun circuito cerrado e producidas por aumentos de temperatura.

### 2.7.- Entubados

Non difiren en ningún aspecto dos que se empregan nos sistemas convencionais, polo que son aplicables os coñecementos tradicionais de fontanería e calefacción.

### 2.8.- Válvulas e accesorios

Utilízanse para regular e interromper-lo paso da auga pola instalación.

### 2.9.- Purgadores e desaireadores

Os purgadores son os elementos encargados de evacuar-las gases, xeralmente aire, contido no fluído caloportador. Os desaireadores aseguran que os gases disoltos no fluído sexan separados do mesmo, de forma que se facilite a súa evacuación do circuito hidráulico cara ó exterior mediante o purgador.

### 2.10.- Equipos de medida e regulación

Empréganse termómetros para medir-la temperatura, e manómetros ou hidrómetros, o primeiro para circuitos presurizados e o segundo cando non o está, para medir a presión.

En regulación empréganse: termóstatos que transforman en sinal eléctrica de marcha ou paro as medicións de temperatura segundo unha programación prefixada; e termóstatos diferenzais, elemento fundamental de regulación e control da instalación, xa que permite que o fluído caloportador só circule cando haxa unha achega real de enerxía solar. Isto conséguese medindo a temperatura na saída do captador e na parte inferior do depósito acumulador, se hai suficiente temperatura no panel solar para quenta-la auga do acumulador entón o termóstato diferencial pon en marcha o electrocirculador e por tanto a instalación funciona; en caso contrario, se non hai achega solar suficiente, a instalación permanece en repouso para non consumir enerxía.

### 3.- Axudas.

Os plans de fomento de enerxías renovables da Unión Europea, España e Galicia inclúen axudas económicas ó investimento dunha instalación solar térmica ou fotovoltaica, que melloran substancialmente a rendibilidade económica para o promotor dunha instalación solar.

#### *Exemplo:*

Nunha industria cárnica de pequeno tamaño emprégase para a xeración de vapor unha caldeira de propano. A principal aplicación do vapor é quentar 18 m<sup>3</sup>/día de auga a 65 °C para o seu consumo en limpeza.

Estudouse a viabilidade do emprego de paneis solares para o prequentamento da auga ata 45 °C; resúmense as conclusións nos seguintes parámetros económicos do investimento:

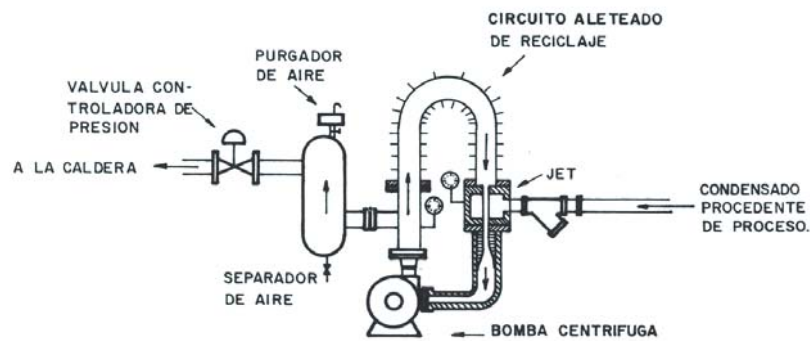
<b>Superficie de colectores (m<sup>2</sup>)</b>	200
<b>Capacidade de almacenamento (litros)</b>	18.000
<b>Aforro de combustible (termias/ano)</b>	100.470
<b>Investimento estimado (€ )</b>	96.000
<b>Máxima subvención alcanzable da Consellería de Industria (€ )</b>	38.400
<b>Custos de mantemento (€ /ano)</b>	960
<b>Aforro anual de combustibles (€ /ano)</b>	6.731
<b>Período de retorno sen subvención (anos)</b>	14,3 anos
<b>Período de retorno coa máxima subvención (anos)</b>	8,6 anos

- **Aproveitamento da auga quente sucia**; aínda que na maioría dos procesos da industria cárnica non se pode reempregar esta auga pola súa carga bacteriolóxica, en determinados casos si que se podería destinar a prequentar-la auga das caldeiras ou para outros fins semellantes por medio de intercambiadores, sempre e cando a auga non leve materias en suspensión.



*Imaxe de tres intercambiadores de placas.*

- **Aproveitamento dos condensados:** Xa sexa directamente reixectándoos na caldeira de xeración de vapor, ou ben indirectamente revaporizándoos para o seu aproveitamento noutra aplicación a menor presión. A continuación amósase un esquema dun sistema de reinxección de condensados en caldeira.



*Sistema de recuperación de condensados (CRANE).*



*Aireación depósito de alimentación a caldeira da industria do exemplo seguinte*

***Exemplo:***

Nunha industria cárnica de gran tamaño, os condensados a elevada temperatura vértense no tanque de alimentación á caldeira, deste xeito, unha parte moi significativa da enerxía ventéase á atmosfera en forma de revaporizado. Estudouse a

viabilidade económica de reinxectar estes condensados directamente na caldeira, mediante unha bomba multietapa e os pertinentes sistema de almacenamento e control.

A continuación resúmense os parámetros económicos deste investimento:

Investimento	Aforro de combustibles	Aforro económico	Amortización
60.000 €/ano	130 t fuel/ano 2.000 m <sup>3</sup> auga/ano	25.700 €/ano	2,3 anos

- **Substitución de combustibles fósiles por gas natural:** O gas natural aparece como a solución máis atractiva para absorber unha boa parte do incremento da demanda enerxética como consecuencia dun impacto ambiental aceptable, un prezo competitivo e a súa idoneidade de utilización. Esta medida leva consigo un aforro enerxético se se substitúen combustibles fósiles como gasóleo C ou fuel por combustibles gasosos, xa que permiten un aproveitamento dos fumes de escape ata temperaturas máis baixas sen derivar en problemas de corrosión.

#### ***Exemplo: Cambio de gasóleo a gas natural.***

O desenvolvemento da rede de gas galega abre a posibilidade en moitas industrias cárnicas de substituír gasóleo C por gas natural.

O gas natural é unha fonte de enerxía pouco contaminante e con baixo contido de dióxido de carbono en comparación a outros combustibles fósiles, característica que lle permite contribuír á diminución do efecto invernadoiro, ademais de contar cun alto poder calorífico.

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 ó do gasóleo.
- Vantaxes medioambientais. 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 ós 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 cárnica conte cunha caldeira de vapor que utilice como combustible gasóleo C, e teña a posibilidade de dispor de gas natural, recoméndase analiza-la súa substitución, que consistirá no cambio do queimador ou da caldeira completa. Para facilita-la toma de decisión é necesario realizar con anterioridade unha análise técnico-económica que determine a viabilidade da substitución.

A continuación, e a modo de exemplo, compáranse os custos, rendementos e consumos, dunha substitución de combustibles, nunha instalación real:

	SITUACIÓN ACTUAL	SITUACIÓN PROPOSTA
Combustible	Gasóleo	Gas natural
Rendemento	85 %	93,5 %
Consumo (kW/ano)	728.488	662.262
Custo unitario (cent€/kWh)	3,44	2,36 (*)
Custo total (€/ano)	25.060	15.629

(\*) Considerouse o prezo do gas natural segundo a tarifa 3.4 publicada no B.O.E. 12/07/03, considerando proporcionalmente o termo fixo

En base ós parámetros do cadro anterior, obtéñense os seguintes resultados de aforro enerxético e económico.

Aforro enerxético (kWh/ano)	9,1 %
Aforro económico (€/ano)	9.431
Investimento (€)	4.500
Período de retorno simple	6 meses

- No caso de existir unha planta de **coxeración**, **un correcto axuste dos motores** pode significar un aforro considerable en combustible.

- **Illamento de entubados e outros elementos a elevada temperatura.** Os elementos a elevada temperatura perden calor por radiación e convección, tanta máis 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 illalas convenientemente con coquilla, la de roca,...



Imaxe da sala de motores dunha central de coxeración con dous motores a gas natural.

**Exemplo:**

Unha industria cárnica de tamaño medio distribúe vapor a 3 bar (140 °C) en entubados de aceiro sen illar. Este entubado, de 50 m de lonxitude e 100 mm de diámetro, sitúase no exterior do edificio nunha zona parcialmente protexida do vento pola mesma edificación. O funcionamento anual da caldeira é dunhas 3.000 h, e nela emprégase como combustible fuel cun rendemento térmico do 90 %.

Proxéctase un illamento (calorifugado) para diámetro exterior de 150 mm, temperatura de parede de 30 °C e revestimento de aluminio. A continuación expóñense os resultados dos parámetros económicos do investimento:

Investimento	Aforro de combustibles	Aforro económico	Amortización
2.400 €/ano	6,5 t fuel/ano	1.300 €/ano	1,8 anos

### 5.1.3.- Aforro de enerxía no transporte por estrada.

**Formación dos condutores con criterios de aforro enerxético:** Á hora de conducir, a primeira prioridade debe se-la seguridade e o cumprimento das normas de circulación. En segundo lugar, estaría a rapidez no servizo e o consumo de carburante.

É importante transmitir ós condutores unha serie de recomendacións, tanto de xeito oral nunha reunión, coma por escrito na mesma xuntanza, para o aforro enerxético. Previa e posteriormente a este curso, é recomendable rexistra-lo consumo e calcular ratios de consumo por quilómetro para cada tipo de vehículo, con total transparencia para os condutores.

Estímase que con esta medida de formación pode reducirse un 5 % o consumo de combustibles en transporte.

**Máis información sobre conducción eficiente:**

O “Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía” (IDAE) realizou experiencias que demostran que as seguintes prácticas, recollidas na súa publicación “Manual de Conducción eficiente para condutores del Parque Móvil del Estado” **aforran enerxía reducindo o tempo do desprazamento e alongando a vida útil dos vehículos.**

## a) Fundamentos teóricos:

### 1.-Arranque e posta en marcha

Arranca-lo motor sen Pisa-lo acelerador.

En motores de gasolina, inicia-la marcha inmediatamente despois do arranque.

En motores diesel, esperar uns segundos antes de comeza-la marcha.

### 2.-Primeira marcha

Usala unicamente para o inicio da marcha; cambiar a 2ª ós dous segundos ou 6 metros, aproximadamente.

### 3.-Cambios de marcha

Varían en función da pendente e das circunstancias do tráfico. En terreo chan e boas condicións de circulación, recoméndanse os seguintes cambios nun turismo:

#### Aceleración:

Acelerar trala realización do cambio.

- Segundo revolucións
  - En motores de gasolina: Entre 2.000 e 2.500 r.p.m.
  - En motores diesel: Entre 1.500 e 2.000 r.p.m.
- Segundo velocidade
  - a 2ª marcha a partir de 6 metros ou dous segundos
  - a 3ª marcha a partir duns 30 km/h
  - a 4ª marcha a partir duns 40 km/h
  - a 5ª marcha a partir duns 50 km/h

#### Deceleración:

Levanta-lo pé do acelerador e deixar roda-lo vehículo coa marcha engrenada nese momento.

Frear de forma suave co pedal do freo.

Reducir de marcha o máis tarde posible, con especial atención nas baixadas.

- Segundo revolucións
  - Reducir de 5ª a 4ª marcha por baixo de 1.500 r.p.m.
  - Reducir de 4ª a 3ª marcha por baixo de 1.000 r.p.m.
  - Reducir de 3ª a 2ª marcha por baixo de 1.000 r.p.m.

#### Detención:

Sempre que a velocidade e o espazo o permitan, dete-lo coche sen reducir previamente de marcha.

**Circulando a máis de 20 km/h cunha marcha engrenada, se non pisa o acelerador, o consumo de carburante é nulo.**



En cambio, a ralenti, o coche consome entre 0,5 e 0,7 litros/hora.

#### 4.- *Utilización das marchas*

Circula-lo máis posible nas marchas máis longas e a baixas revolucións

É preferible circular en marchas longas co acelerador pisado en maior medida que en marchas curtas co acelerador menos pisado.

En cidade, sempre que sexa posible, utiliza-la 4ª e 5ª marchas.

#### 5.- *Velocidade de circulación*

Debe manterse o máis uniforme posible; buscar fluidez na circulación, evitando as freadas, aceleracións e cambios de marcha innecesarios.

**Gardar unha suficiente distancia de seguridade para evitar acelerar e frealo ritmo do anterior.**

#### 6.- *Paradas*

En paradas prolongadas (por enriba de 60 segundos), é recomendable apaga-lo motor.

#### 7.- *Anticipación e previsión*

- Conducir sempre cunha adecuada **distancia de seguridade** e un amplo campo de visión que permita ver 2 ou 3 vehículos por diante.

- No momento no que se detecte un obstáculo ou unha redución de velocidade de circulación na vía, levanta-lo pé do acelerador para anticipa-las seguintes manobras.

#### 8.- *Seguridade:*

Na maioría das situacións, aplica-las regras da conducción eficiente contribúe ó aumento da seguridade vial.

Pero, obviamente, existen circunstancias que requiren accións específicas distintas, para que a seguridade non se vexa afectada.

#### **b) Beneficios asociados:**

- Diminución global da contaminación ambiental.
- Diminución da contaminación acústica. Un só coche a 4.000 r.p.m. produce tanto ruído coma 32 coches a 2.000 r.p.m.
- Redución da tensión do conductor. Diminución do risco de accidentes
- Maior confort de conducción.
- Aforro medio do 10 % do carburante, e aforro nos custos de mantemento do vehículo: sistema de freado, embrague, caixa de cambios e motor.

#### **c) Resultados de aplicación práctica:**

A modo de exemplo, a continuación reflíctense os resultados dun estudo realizado polo IDAE:



### Antecedentes:

320 profesionais do transporte por carreteira participaron nun curso sobre condución económica de tres días. Cada un destes profesionais realizou un circuíto de 40 km antes e despois da realización do curso.

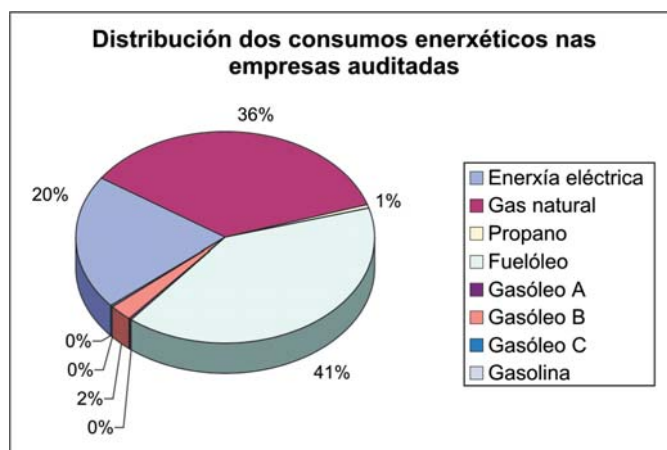
### Resultados:

- Redución do 33,6 % na utilización do embrague.
- Redución do 56,4 % na utilización do freo.
- Aumento dun 4,9 % da velocidade.
- Diminución dun 6,5 % do consumo enerxético.

## 5.2.- Resultados das auditorías.

Como xa se indicou en apartados anteriores, o presente estudo sectorial centrouse en coñecer os perfís de consumo enerxético destas instalacións, co fin de establecer as ratios máis significativas do uso da enerxía e posibilitar así a súa comparación con instalacións ou usos similares, considerando que as melloras recomendadas poden ser aplicables a calquera industria cárnica.

No seguinte gráfico represéntase a distribución dos consumos enerxéticos das empresas auditadas, en función dos diferentes produtos enerxéticos que empregan para realizar a súa actividade. Destaca o consumo de fuel (41 %), seguido do gas natural (36 %) e da enerxía eléctrica (20 %).



A continuación clasifícanse as medidas de aforro enerxético propostas en función do seu período de retorno simple, calculado como o investimento preciso para levalas a cabo dividido entre o aforro económico anual que propiciarían.

- **Melloras amortizables nun período inferior a 1 ano:**
  - Desprazamento de consumos de hora punta a hora val.
  - Cambio das boquillas das manguerías de limpeza e baldeo.

- Posta a punto dos queimadores das caldeiras (redución da entrada de aire e axuste do tiro).
  - Reparación de fugas de vapor (mantemento de purgadores).
  - Optimización da facturación de enerxía eléctrica.
  - Optimización do aproveitamento da calor procedente de coxeración.
- ***Melloras amortizables nun período entre 1 e 5 anos:***
    - Instalación de economizadores en caldeiras de gran tamaño.
    - Optimización das potencias eléctricas contratadas.
    - Illamento superficial de entubados e outros elementos a elevada temperatura.
    - Instalación de baterías de condensadores para corrixi-lo factor de potencia.
    - Substitución de equipos de iluminación por outros máis eficientes.
    - Formación dos condutores dos vehículos de transporte de mercadorías con criterios de aforro enerxético.
    - Substitución de combustibles.
    - Reinxección dos condensados na caldeira de xeración.
- ***Melloras amortizables nun período superior a 5 anos:***
    - Aproveitamento da enerxía solar térmica.
    - Substitución de equipos por outros máis eficientes.
    - Instalación de balastos electrónicos nas lámpadas fluorescentes.
    - Instalación de deshumidificadores á entrada das cámaras frigoríficas
    - Instalación de equipos de medida de consumo nos distintos procesos para detectar variacións anómalas de consumo e establecer ratios de consumo por unidade de produción.

O aforro enerxético que representarían todas estas medidas nas empresas auditadas, representa o 5,7 % do consumo total considerado e o 8,4 % do custo económico. Non obstante, a potencialidade de aforro é aínda maior, conseguíndose nas instalacións estudadas en maior profundidade, posibilidades de aforro enerxético da orde do 14 %.

Cabe salientar por último, que estes aforros enerxéticos van acompañados de importantes aforros de auga e da diminución da emisión de substancias contaminantes á atmosfera.

---

***RECOMENDACIONES PRÁCTICAS E  
MANTEMENTO ENERXÉTICO***

---



## 6.- RECOMENDACIÓNS PRÁCTICAS E MANTEMENTO ENERXÉTICO

### 6.1.- O programa de eficiencia enerxética.

A maioría dos industriais, poden coñecer-lo consumo global de enerxía das súas instalacións, basta para iso que a contabilidade da empresa lles facilite as sumas totais dos principais puntos de consumo. Non obstante, este coñecemento global non é suficiente para saber se a enerxía está sendo ben administrada. É necesario coñecer-los consumos de equipos similares e en situacións análogas, para saber discernir se unha elevación do consumo se debe a unha diminución da temperatura ambiente propia da estación do ano, ou a un mal funcionamento dalgún equipo.

Un exame detallado da utilización da enerxía pode tamén servir de estímulo para aumentala eficiencia xeral da instalación. **O feito de que o consumo estea sendo controlado, produce un efecto beneficioso na empresa e a miúdo motiva claras reducións do mesmo.**

Á hora de realizar un programa de eficiencia enerxética, para a consecución práctica de resultados aceptables, precísase dun labor continuado que obedeza a unha planificación previa e da que se deduza unha acción planificada en tempo e custo. Dita acción podería chamarse **Programa de eficiencia enerxética** e a súa implantación dunha maneira directa e sistemática, pode facerse con eficacia, sen necesidade de distorsionala boa marcha da empresa.

No seguinte cadro esbózase a estrutura dun Programa de eficiencia enerxética:

#### *Programa de eficiencia enerxética*

##### *1.- Obxectivos.*

O establecemento e fixación de obxectivos é a base inicial do programa co fin de canalizar e axuntar forzas en prol do aforro.

O plan debe se-la tradución concreta da vontade da dirección: "Mellora-a utilización da enerxía na empresa".

Comporase dunha serie de medidas coordinadas, a través de accións cuantificables en custe e tempo.

Os obxectivos fixaranse tendo en conta a evolución dos consumos enerxéticos específicos e deberán ser polo tanto:

- Claros.
- Específicos.
- Medibles (cuantificables en custo e tempo).
- Razoables (establecendo prioridades para levarlos a cabo).

## *2.- Elaboración do Plan.*

En primeiro lugar, debe realizarse unha análise enerxética exhaustiva da instalación, necesaria para identificar:

- Areas de consumo.
- Fontes de enerxía.
- Consumos anuais.

Polo que é indispensable a elaboración de:

- Un diagrama de distribución de enerxía na instalación.
- Un balance de materia e enerxía das operacións e equipos principais.

Que permitirá localizar e valora-las perdas, o rendemento térmico e eléctrico, o consumo específico das operacións e as enerxías residuais, mediante a realización de auditorías internas.

A elaboración do plan, en definitiva, será o resultado dun labor de traballo e coordinación entre os diferentes departamentos de fabricación interesados. Polo tanto, deberán facerse por departamentos cunha participación activa do persoal que despois terá que intervir nos mesmos. Non obstante establecerase un responsable do Programa de eficiencia que coordinará todos estes traballos.

## *3.- A análise dos consumos específicos.*

Cos datos obtidos no estudo anterior, deseñarase un criterio de reparto de consumos enerxéticos directos e indirectos por liñas de produción, co fin de sentar unha base razoable de partida que sirva posteriormente de comparación e referencia para avalía-las futuras accións a tomar. Defíniranse **ratios** comparativas de doado cálculo.

## *4.- Elaboración dunha listaxe coas posibles melloras.*

A partir de tódolos datos recollidos elabórase unha listaxe de posibilidades de aforro.

## *5.- Execución do Plan*

A dirección encargarse de da-la prioridade correspondente a cada unha das diferentes posibilidades de aforro, e defini-los obxectivos concretos e as previsións de evolución das principais ratios fixadas. Estas previsións coincidirán cunha gran **difusión** delas, presentándoas como necesidades imperiosas.

Aínda que a responsabilidade de execución de certos traballos estea confiada a outras persoas, o responsable enerxético estará informado dos avances conseguidos.

## *6.- Seguimento do Plan.*

Os resultados obtidos deben ser confrontados coas previsións. Os desvíos existentes deberán ser analizados e face-las revisións oportunas.

É conveniente a realización periódica de auditorias internas coa participación de tódolos departamentos vinculados.

## 6.2.-Mantemento preventivo

Un programa continuado de mantemento preventivo é esencial para un efectivo esforzo de aforro enerxético e require uns procedementos sistemáticos e un equipo humano dotado do instrumental apropiado.

O mantemento preventivo incide en dúas actividades básicas:

- Inspección periódica dos equipos para detectar perdas.
- Actuación coordinada co departamento de produción para reducir custos de operación e consumos de enerxía.

Para lograr que as condicións adversas, ou potencialmente adversas, sexan detectadas e co-rixidas, elaborárase unha “**lista de inspección**” para cada centro consumidor de enerxía.

A continuación enuméranse algunhas prácticas de mantemento preventivo, que resultan beneficiosas nos programas de aforro enerxético.

- Substituír e reparar illamentos deficientes.
- Limpar periodicamente os queimadores.
- Substituír controis anticuados.
- Reparar perdas de vapor.
- Inspeccionar e reparar refractarios e calorifugado de caldeiras.
- Substituír filtros sucios de aire.
- Mante-la relación óptima aire/combustible en queimadores.
- Limpar periodicamente as superficies de transferencia de calor.
- Determinar tódalas perdas de aire comprimido.

Para desenvolve-las técnicas de conservación, é indispensable contar cun certo número de instrumentos, portátiles ou fixos, que detectan os consumos enerxéticos. A continuación enuméranse algúns tipos básicos.

### Fixos:

- Contadores eléctricos.
- Medidores de gases.
- Contadores de fuel e vapor.
- Analizador de osíxeno.

### Portátiles:

- Vatímetros.
- Analizador de osíxeno.

- Detector ultrasónico.
- Cámara de infravermellos.
- Termómetros.
- Manómetros.



*Imaxe dun termómetro por infravermellos, para medir temperaturas a distancia.*



*Imaxe dun luxímetro, aparato adecuado para a medición do nivel de iluminación.*



*Imaxe dun analizador de gases de combustión e dunha sonda estándar do mesmo.*



*Imaxe dun analizador de redes eléctricas e dunha das pinzas amperimétricas que utiliza.*



*Imaxe dun detector de fugas de vapor por ultrasonidos.*



O mantemento preventivo debe cubrir tódalas áreas da instalación, identificando as perdas e o excesivo consumo enerxético que poden ser corrixidos mediante operacións de mantemento.

Non debe esquecerse que un programa de aforro de enerxía só será positivo, se mantén o interese participativo dos membros da instalación. Se os empregados participan e colaboran na xestión e seguimento do programa, este será máis realista. Para mante-lo interese de todo o persoal, poden incluírse os seguintes puntos entre as actividades do responsable:

- Organizar regularmente charlas entre persoal seleccionado.
- Invitar a membros de tódolos departamento para facilita-la comunicación entre o responsable e o persoal de planta.
- Solicitar suxestións de aforro.
- Calcula-lo consumo enerxético por unidade de produción e recomendar periodicamente niveis de consumo menores, unha vez determinados os niveis a conseguir.
- Participar en semanarios de aforro, fóra da compañía.
- Considerar se son necesarios os servizos de consulta exteriores en situacións específicas.
- Facilitar a cada empregado unha “lista” de medidas de aforro en función das características da instalación.
- Publicar información relativa ó aforro enerxético e informar periodicamente ó persoal dos resultados obtidos.

Un modelo de “lista” para divulgar entre os empregados no que o traballo implica o uso e control da enerxía, preséntase a continuación:

Para colocar nos cuartos de control  
Lista de dez puntos –Aforro de enerxía-

1. Apaga-las luces innecesarias.
2. Minimiza-lo caudal de auga de refrixeración.
3. Recoñece-los purgadores de vapor.
4. Controlar e minimiza-los refluxos.
5. Optimiza-la combustión das caldeiras.
6. Elimina-las fugas en servizos xerais.
7. Minimiza-los reciclados en bombas e compresores.
8. Revisa-los medidores de caudais.
9. Reduci-la temperatura de auga quente ó mínimo requirido.
10. Optimiza-lo factor da potencia da instalación.

## 6.3.- Técnicas de mantemento e recomendacións

### 6.3.1.- Refrixeración

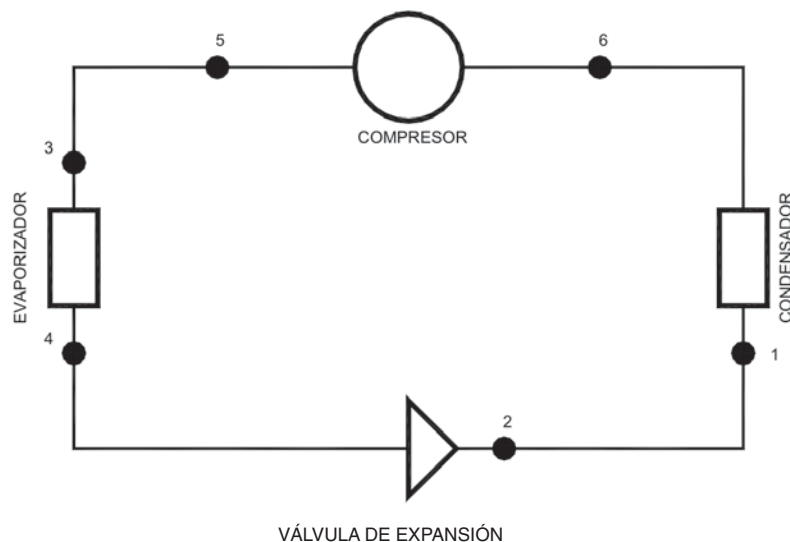
Estes procesos utilizan dous tipos de sistemas:

- Sistemas de compresión, nos que se consome enerxía mecánica.
- Sistemas de absorción (xeralmente ciclos de amoníaco para baixas temperaturas ou de bromuro de litio para aplicacións de climatización) nos que se consome enerxía térmica, e que se empregan principalmente cando se dispón de enerxía térmica a baixo custo ou residual.

No ciclo de compresión, o compresor de parafuso helicoidal rotatorio, reúne as vantaxes dos compresores alternativos e centrífugos.

Debido a que o custo de capital para aumenta-la potencia do motor é significativamente pequeno, respecto ó total da instalación, moitos motores eléctricos están sobredimensionados.

O control destes tipo de ciclos realízase por medición de temperaturas e presións en determinados puntos do circuíto. A seguinte figura presenta o número ideal de termómetros para un ciclo simple de refrixeración para efectuar un control exhaustivo.



Os significados das medidas de temperatura nos distintos puntos numerados na figura analízanse a continuación:

**Punto 1.-** Preséntase un incremento de temperatura:

- O condensador precisa limpeza.
- Funcionamento anormal da bomba de circulación.
- A distribución de auga na superficie do condensador é irregular.
- Funcionamento anormal na torre de refrixeración.

**Punto 2.-** Controla a temperatura entre a entrada do condensador e a válvula de expansión. Necesidades de illamento térmico.

**Punto 3.-** Ó ser maior a área de intercambio calorífico do evaporador, precísase menor diferenza de temperaturas entre o refrixerante e a substancia. Os mellores resultados obtéñense cunha diferenza de temperatura de 5,5 °C. A formación de xeo produce un efecto illante, que dificulta o arrefriamento.

**Punto 4.-** Un certo aumento de calor é preciso na liña de aspiración. A aspiración de xeadada na saída do evaporador indica o paso de refrixerante saturado.

**Punto 5.-** Canto maior é a temperatura do gas que entra no compresor, menor é a súa densidade. O control número 5 indica se o funcionamento é anormal e existen perdas nas válvulas de aspiración.

**Punto 6.-** Indica o funcionamento do cilindro de refrixeración. Un control de presión na descarga, indica a presión no condensador e dá un sinal de alarma cando alcanza un nivel perigoso.

As razóns que poden causalo son:

- Cantidade excesiva de non condensables no sistema.
- Fugas na auga de refrixeración.
- Excesiva temperatura no circuíto de refrixeración.
- Sucidade ou estancamentos no condensador.

### **6.3.2.- Xeración de vapor**

O primeiro que se debe considerar no sistema é o propio xerador. Como xa se comentou en apartados anteriores, 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 esixibles:

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

Outros factores que deben considerarse 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 adecuado do sistema de control de combustión.
- Limpeza dos tubos, interior e exterior.
- Recuperación da calor dos tanques de purgas.

### **6.3.3.- Distribución de vapor e condensado**

En primeiro termo deben evitarse as fugas directas de vapor en liñas, válvulas, xuntas e accesorios en xeral. Confeccionáronse táboas que permiten determina-las perdas en fun-

ción do tamaño do orificio e da presión da liña. Así por exemplo, un orificio de 1,6 mm nunha liña de vapor a 7 kg/cm<sup>2</sup> de presión con funcionamento ininterrompido, provoca unha perda mensual de 7.700 kg.

Unha cantidade considerable de calor pode disiparse por radiación cando os entubados non teñen calorifugado. Este debe incluír tamén as unións e bridas: de forma aproximada 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 requiriron modificacións e ampliacións é interesante reformular o seu estudo para conseguir unha distribución máis eficaz.

Nas liñas de vapor é necesaria a colocación e mantemento dos purgadores. O condensado recollido ó longo da liña, contén unha cantidade apreciable de calor sensible. O seu aproveitamento debe ser norma común nas instalacións. Algunhas plantas recuperan ata o 90% deste condensado para alimentación das caldeiras.

#### **6.3.4.- Aire comprimido.**

A continuación enuméranse algunhas recomendacións prácticas para a operación e mantemento do aire comprimido de planta.

- Empregar un compresor central optimizado en lugar de compresores de zona.
- Selecciona-lo lugar de aspiración para usar aire limpo e seco.
- Realizar un mantemento correcto das partes críticas do compresor.
- Comprobar que as liñas de auga de refrixeración non están bloqueadas.
- Utilización de sistemas de control automáticos.
- Repara-las fugas en liñas de distribución como parte dun programa regular.
- Usar cábados de radio longo e unións soldadas.
- Establecer un mantemento preventivo dos filtros reguladores de presión.
- Non traballar por riba da presión de operación recomendada polo fabricante.
- Reduci-la presión de aire ó menor nivel permisible.
- Usa-lo aire quente de refrixeración para calefacción de locais nos casos que sexa técnica e economicamente viable.
- Estuda-lo emprego de auga quente de retorno da refrixeración para outros usos na planta.

#### **6.3.5.-Produción e capacidade da instalación.**

As instalacións en liña foron deseñadas para unha certa capacidade de produción. Cando por diversas circunstancias (déficit de materia prima, estancamento do consumo,...) se opera a baixa carga, elévase o consumo de enerxía por unidade de produto obtido. Na medida do posible, debe programarse a produción para evitar este incremento de gasto enerxético.

### **6.3.6.-Instrumentación e control**

A instrumentación, ademais de ser imprescindible para realizar un balance de enerxía, pode, en certos casos, actuar como un factor condicionante do consumo.

Así por exemplo, para controlar un equipo con turbina, é máis conveniente facelo a través da súa velocidade, no lugar de realizalo mediante válvula controladora de fluxo. A turbina operará así ás revolucións estrictamente necesarias, consumindo en cada intre a enerxía precisa. Para isto, un sensor de presión de fluxo controla a velocidade da turbina, eliminando a válvula coas súas perdas de presión e o seu mantemento.



---

***RESIDUOS XERADOS POLA  
INDUSTRIA CÁRNICA***

---

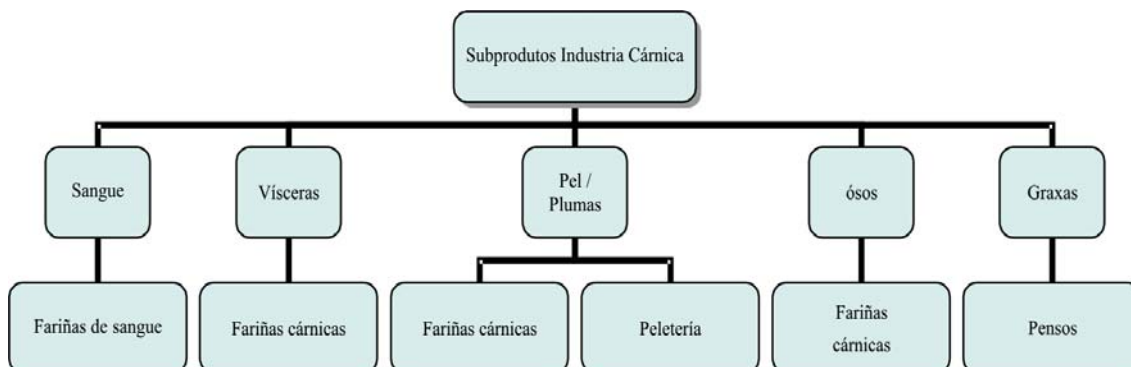




## 7.- Residuos xerados pola industria cárnica.

### 7.1.- Aplicacións xenéricas

O peso medio en canal do gando vacún é dun 50-60 % do peso vivo do animal sacrificado, mentres que no gando porcino é do 75 %, isto é, a industria cárnica xera un volume moi elevado de subprodutos animais, que nalgúns casos eliminalos supón un problema complexo e cun custo económico elevado. No seguinte diagrama, amósanse as aplicacións máis comúns dos diferentes residuos.



Aínda que o anterior diagrama podería servir para tódalas industrias cárnicas, cabe salientarse que hai excepcións por problemas sanitarios. Coa aparición da enfermidade da EBB (Encefalite Esponxiforme Bovina), limitouse o emprego destes subprodutos da industria cárnica, prohibindo a súa utilización na fabricación de pensos e fariñas. Na actualidade, os MER (Materiais Específicos de Risco) destínanse a incineración, e nalgúns casos, despois dun tratamento térmico a elevada temperatura e presión adócanse á produción de compost.

### 7.2.- Alternativas enerxéticas para os subprodutos da industria cárnica.

Como xa se comentou, desfacerse destes produtos pode supor un elevado custo económico, polo que a opción de empregalos como fonte de enerxía primaria pode ser moi interesante. A continuación expóñense as principais alternativas de aproveitamento destes subprodutos:

- *Ósos, plumas, peles e roxóns*<sup>4</sup>

Tras un proceso de secado e fabricación de fariñas, obtense fariña animal, a cal se podería empregar como combustible de apoio nunha caldeira.

Esta opción ten un grande inconveniente, xa que estes materiais (sobre todo as plumas) poden liberar á atmosfera unha cantidade importante de dioxinas, elemento altamente contaminante o que limita a súa aplicación a grandes instalacións que poidan amortizalo elevado custo de caldeiras e equipos auxiliares que impidan a súa formación.

<sup>4</sup> Enténdese por roxón a materia resultante do proceso de extracción da graxa dos residuos da industria

- Graxa.

A graxa obtense a partir dos residuos da industria ( peles, vísceras... ). Un posible emprego da mesma, sería valorizala producindo biodiesel/ biofuel, dado que a materia prima predominante destes residuos son os ácidos graxos saturados. Neste sentido é máis axeitado falar de biofuel que de biodiesel, non obstante, a súa elevada valoración no sector de alimentación animal ( estanse a pagar da orde de 60 céntimos de Euro por quilogramo) fai esta opción inviable economicamente.

Outra opción sería empregar-los residuos graxos dos MER para a fabricación do biofuel antes mencionado, pero neste momento existe un impedimento legal, xa que a normativa 1774/2002/CE non permite o emprego dos MER con tal fin. Esta normativa está sufrindo constantes revisións e modificacións polo que se espera que nun curto prazo de tempo se poidan empregar estes materiais como materia prima para a produción de biofuel.

- Biogás.

Dado que os residuos da industria cárnica son orgánicos, poden ser fonte de obtención de biogás (gas metano na maior parte) que se pode empregar como combustible.

O proceso de obtención do biogás é por medio duns dixestores anaeróbicos, onde a materia orgánica a medida que se vai descompondo, libera o gas metano. A produción de biogás é da orde de 86 Nm<sup>3</sup> por tonelada canal, cun 80 % de metano, e un poder calorífico inferior duns 8 kWh / Nm<sup>3</sup>.

Esta opción ten un problema dende o punto de vista económico, xa que fai falla un gran volume de residuos para obter unha cantidade de biogás salientable, por isto, sería necesaria unha superficie grande para instala-los dixestores e unha obra civil de considerables dimensións, polo que o investimento a realizar sería elevado. Por outra parte, o proceso está pouco desenvolto existindo na actualidade importantes esforzos de investigación neste campo.

---

## **ANEXO I: COXERACIÓN**

---



## ANEXO- COXERACIÓN.

Defínese coxeración como a produción local e simultánea de electricidade e calor útil a partir dunha mesma fonte de enerxía primaria. Trátase dunha das solucións máis eficaces para reduci-los custos enerxéticos en numerosos sectores, entre eles a industria cárnica, xa que nela se demandan cantidades importantes de enerxía tanto térmica coma eléctrica.

A viabilidade das plantas de coxeración depende de diversos factores, entre os que cabe destacar: o combustible utilizado (na planta e na fábrica), o aproveitamento da calor (vapor, auga quente, frío, aceite térmico,...), as horas de funcionamento, o custo de mantemento, os prezos de venda dos excedentes de enerxía eléctrica, os prezos de merca e a calidade da subministración eléctrica. Precisamente este último factor, o prezo de merca da enerxía eléctrica, pode comprometer, nalgúns casos, a viabilidade das instalacións de coxeración na industria cárnica, debido a que, polo seu horario de traballo (habitualmente ó amencer), beneficiase dun baixo prezo de merca.

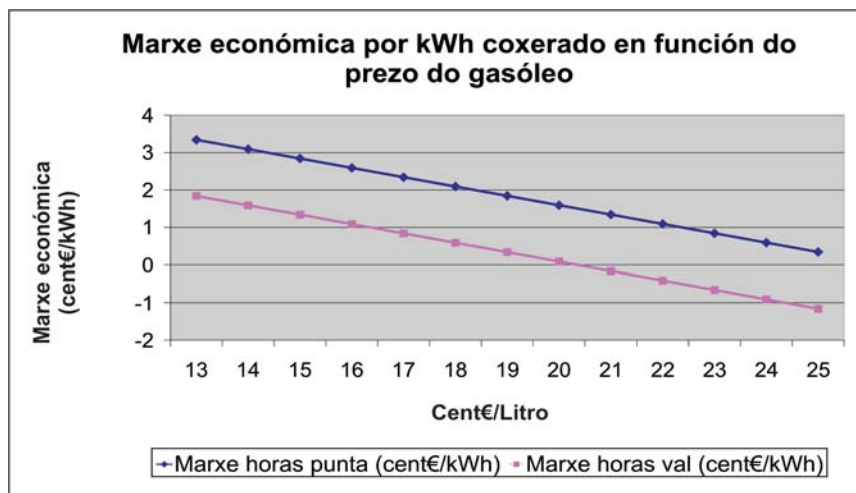
A continuación analízase a viabilidade económica da instalación dunha planta de coxeración en función do combustible utilizado.

Tendo en conta o prezo de venda da electricidade media do ano 2002 e o cumprimento do Rendemento Eléctrico Equivalente, dedúcese que o limiar de rendibilidade destas instalacións en función do combustible utilizado é o seguinte:

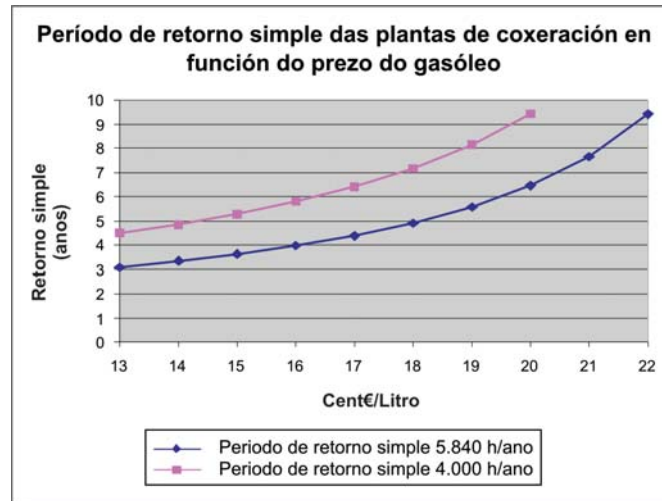
### a) Gasóleo.

As plantas de coxeración que utilizan este combustible son rendibles con prezos inferiores a 20 cent€/litro (considerando como rendible un investimento cun período de retorno simple inferior a 10 anos). Na actualidade, o prezo do gasóleo para coxeración é moi superior (aproximadamente 24 cent€/litro), o que o fai absolutamente desaconsellable como combustible para estes fins.

No seguinte gráfico, represéntase a marxe económica en función do prezo do combustible, observándose que diminúe 0,25 cent€/kWh por cada cent€ que sobe o prezo do litro de gasóleo.



A continuación, represéntase o período de retorno simple en función do prezo do gasóleo. Obsérvase que para conseguir un retorno do investimento inferior a 10 anos, o custo do gasóleo debe ser inferior a 22 cent€/litro, funcionando 5.840 h/ano, ou ben, inferior a 20 cent€/litro se se traballa 4.000 h/ano.

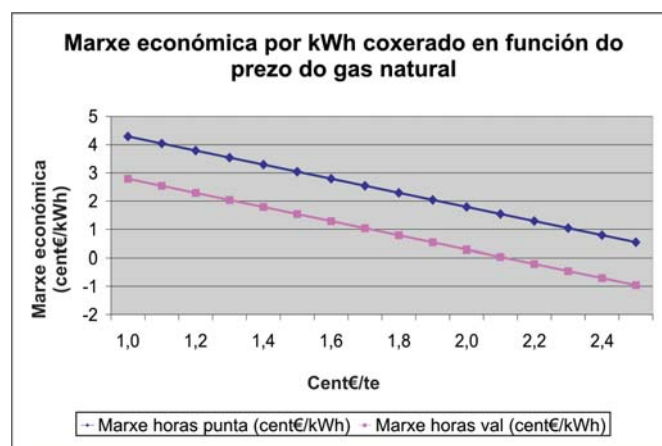


## b) Gas natural en motores alternativos.

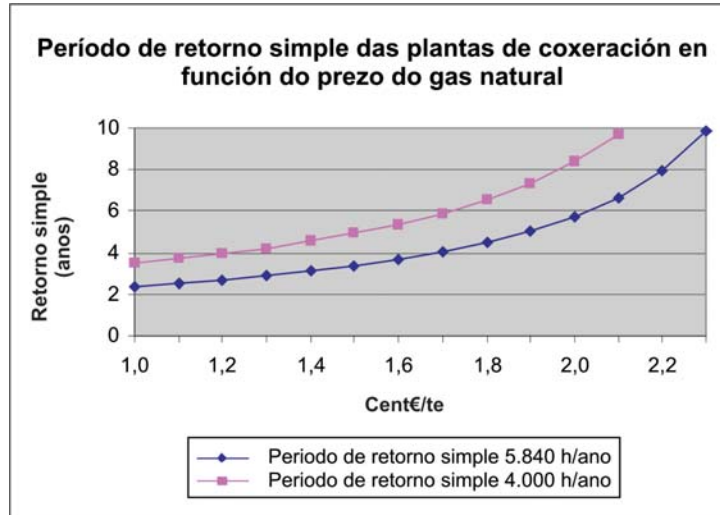
Para que unha planta deste tipo sexa rendible, o prezo máximo do gas natural debe ser inferior a 2,2 cent€/te PCS. Na actualidade, o seu prezo é de 1,3 cent€/te PCS para presións de subministración por enriba de 4 bar e de 2,4 cent€/te PCS para presións de subministración menores de 4 bar. Por isto, a distribución de gas a presión inferior a 4 bar pode facer inviable proxectos de coxeración que o serían con presións de subministración superiores.

A utilización deste tipo de plantas está en claro avance, ligada a expansión da infraestrutura gasista de Galicia e as vantaxes asociadas ó seu uso: baixa contaminación, simplicidade das instalacións e eliminación dos depósitos de almacenamento.

Neste seguinte gráfico, represéntase a marxe económica en función do prezo do combustible. Por cada cent€ que sobe o prezo da termia de gas natural, diminúe en 2,5 cent€ a marxe de cada kWh xerado.



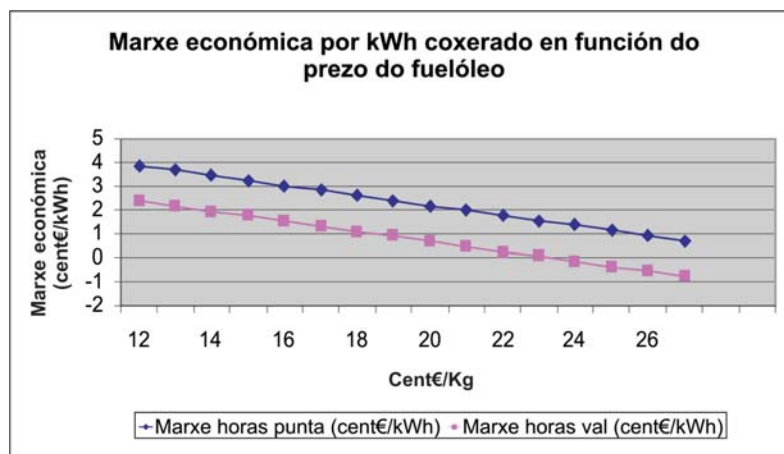
Ó igual que no caso anterior, a continuación, represéntase o período de retorno simple en función do prezo do gas natural. Para lograr que as instalacións que funcionan 5.840 h/ano teñan un retorno simple inferior a 10 anos, o custo da termia de gas natural debe ser inferior a 2,3 cent€/te PCS, e para as que funcionan 4.000 h/ano, inferior a 2,1 cent€/te PCS.



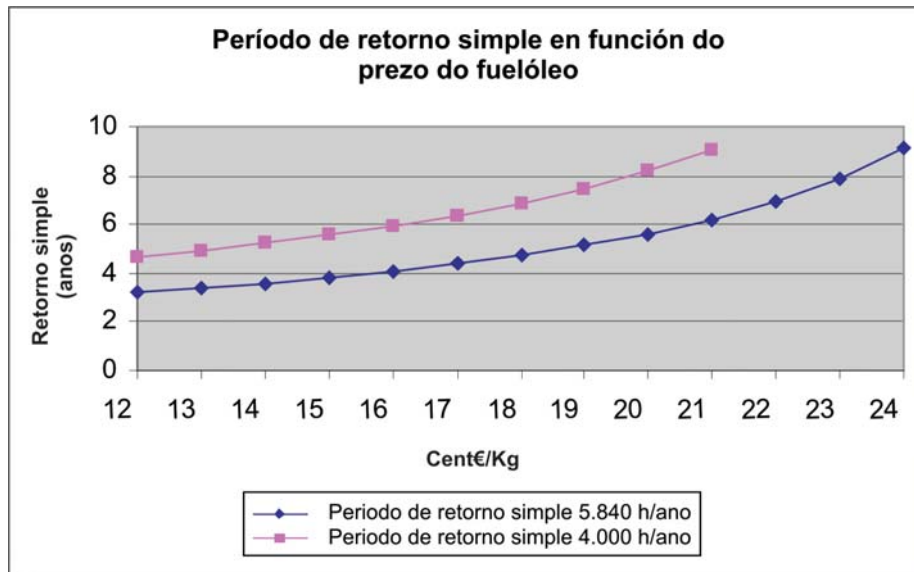
### c) Fuel.

O limiar de rendibilidade para as instalacións que utilizan este combustible sitúase en torno a 21 cent€/kg. Na actualidade, o prezo do fuel para coxeración é de 17 cent€/kg, que polo momento, seguen sendo rendibles. Non obstante, a utilización deste combustible está en claro retroceso debido á súa complexa manipulación e á inestabilidade do seu prezo, indexado ó do petróleo.

Na seguinte gráfica, móstrase a marxe económica en función do prezo do combustible, apreciándose que conforme aumenta 1 cent€ o prezo do kg de fuel, redúcese a marxe en 0,21 cent€ por cada kWh.



A continuación, como medida de rendibilidade representa o período de retorno simple en función do prezo do fuel.



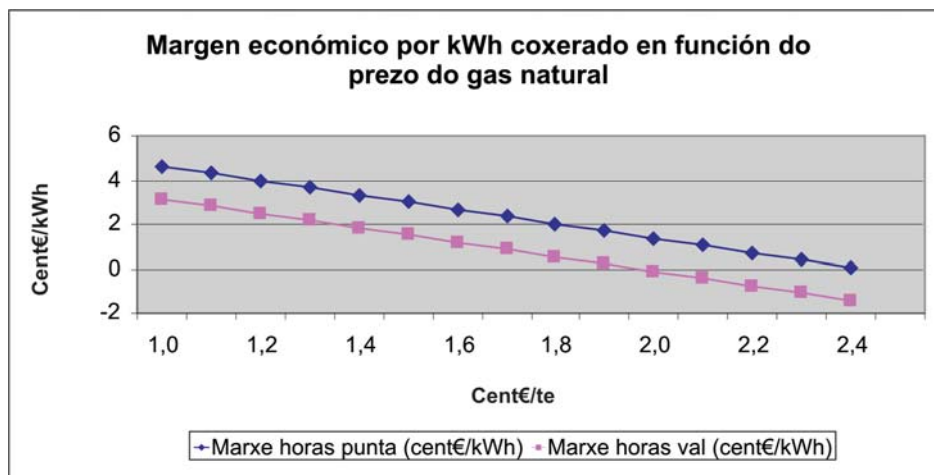
Para lograr un período de retorno simple do investimento inferior a 10 anos naquelas instalacións que funcionen 5.840 h/año, o custo do kg. de fuel debe ser inferior a 24 cent€, e inferior a 21 cent€/kWh para aquelas instalacións que funcionen 4.000 h/año.

**d) Gas natural en turbinas de gas.**

O límite de rendibilidade destas plantas sitúase nun prezo do gas natural de 2,0 cent€/te PCS. Na actualidade, o seu prezo é de 1,4 cent€/te PCS, para presións de subministración superiores a 4 bar e de 2,6 cent€/te PCS para presións de subministración inferiores a 4 bar, polo que a viabilidade destes proxectos está condicionada á presión de subministración do gas natural.

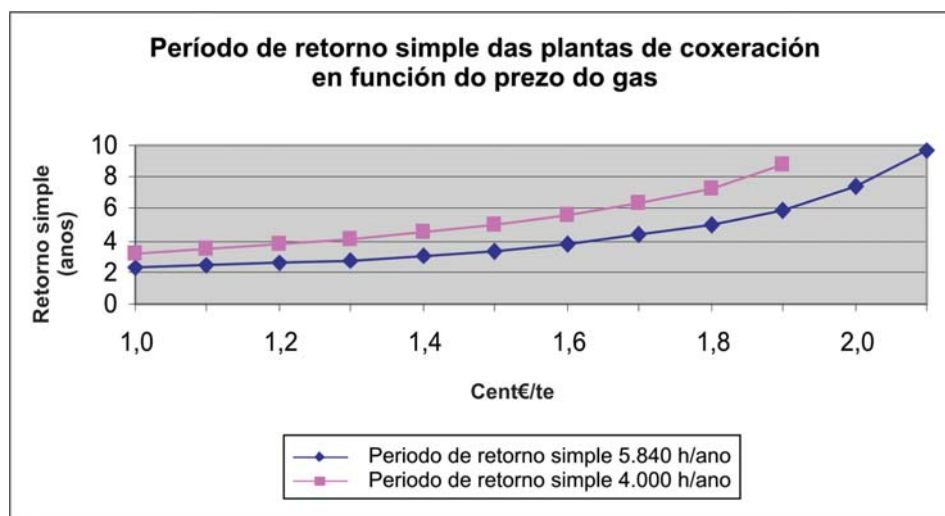
Ó igual que nos casos anteriormente analizados, a continuación represéntase a marxe económica en función do prezo do combustible. Por cada cent€ que sobe a termia de gas, redúcese a marxe a 3,25 cent€ por cada kWh xerado.

A continuación represéntase o período de retorno simple en función do prezo do gas natural. Se a instalación funciona unha media de 5.480 h/año, o custo do gas natural debe ser





inferior a 2,1 cent€/te PCS para amortiza-la instalación en menos de dez anos. No suposto de funcionar 4.000 h/ano, o custo do gas natural debe ser inferior a 1,9 cent€/te PCS.





---

**ANEXOS**

---



# UNIDADES E FACTORES DE CONVERSIÓN

## *Múltiplos e submúltiplos de unidades*

<b>Orde de magnitude</b>	<b>Prefixo</b>	<b>Símbolo</b>
$10^{12}$	tera-	T
$10^9$	xiga-	G
$10^6$	mega-	M
$10^3$	quilo-	k
$10^2$	hecto-	h
$10^1$	deca-	da
$10^{-1}$	deci-	d
$10^{-2}$	centi-	c
$10^{-3}$	mili-	m
$10^{-6}$	micro-	$\mu$
$10^{-9}$	nano-	n
$10^{-12}$	pico-	p

## *Unidades de potencia*

		<b>W</b>	<b>kcal/h</b>
<b>W</b>	vatio	1	0,86
<b>kW</b>	quilovatio	$10^3$	860
<b>MW</b>	megavatio	$10^6$	$0,86 \cdot 10^6$
<b>GW</b>	xigavatio	$10^9$	$0,86 \cdot 10^9$
<b>TW</b>	teravatio	$10^{12}$	$0,86 \cdot 10^{12}$
<b>kcal/h</b>	quilocaloría/hora	1,16	1

### Unidades de enerxía

		<b>kWh</b>	<b>kcal</b>
<b>Wh</b>	vatio hora	$10^{-3}$	0,86
<b>kWh</b>	quilovatio hora	1	860
<b>MWh</b>	megavatio hora	$10^3$	$0,86 \cdot 10^3$
<b>GWh</b>	xigavatio hora	$10^6$	$0,86 \cdot 10^6$
<b>TWh</b>	teravatio hora	$10^9$	$0,86 \cdot 10^9$
<b>kcal</b>	quilocaloría	$1,16 \cdot 10^{-3}$	1
<b>te</b>	termia	1,163	1.000
<b>J</b>	xulio	$2,778 \cdot 10^{-7}$	$2,389 \cdot 10^{-4}$
<b>TJ</b>	teraxulio	$2,778 \cdot 10^2$	$2,389 \cdot 10^5$
<b>tep</b>	tonelada equivalente de petróleo	$11,62 \cdot 10^3$	$10^7$
<b>ktep</b>	miles de tep	$11,62 \cdot 10^6$	$10^{10}$
<b>Mtep</b>	millóns de tep	$11,62 \cdot 10^9$	$10^{13}$
<b>tec</b>	tonelada equivalente de carbón	$8,13 \cdot 10^3$	$7 \cdot 10^6$

Defínese a tonelada equivalente de petróleo (tep), como a enerxía equivalente á producida na combustión dunha tonelada de petróleo cun poder calorífico de 10.000 kcal/kg. En base a esa definición, resultan as seguintes equivalencias:

	<b>tep</b>
<b>Xulio</b>	$2,34 \cdot 10^{-11}$
<b>kcal</b>	$10^{-7}$
<b>kWh</b>	$0,86 \cdot 10^{-4}$
<b>MWh</b>	0,086

### Outras unidades utilizadas

<b>g</b>	gramo	<b>h</b>	hora
<b>kg</b>	quilogramo	<b>s</b>	segundo
<b>t</b>	tonelada	<b>bar</b>	$10^5 \text{ N/m}^2$
<b>ml</b>	mililitro	<b>A</b>	amperio
<b>l</b>	litro	<b>V</b>	voltio
<b>m<sup>3</sup></b>	metro cúbico	<b>kV</b>	quilovoltio
<b>bbl</b>	barril de petróleo	<b>°C</b>	grao centígrado
	158,97 litros		
<b>Nm<sup>3</sup></b>	normal m <sup>3</sup>		

## ACRÓNIMOS E SIGLAS

---

<b>AQS:</b>	Auga quente sanitaria
<b>COP:</b>	Coeficiente de operación
<b>CE:</b>	Comisión europea
<b>°C:</b>	Graos centígrados
<b>cent€:</b>	Céntimos de euros
<b>EBB:</b>	Encefalite esponxiforme bovina
<b>GLP:</b>	Gases Licuados de petróleo
<b>IDAE:</b>	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
<b>ITC:</b>	Instrucción Técnica Complementaria
<b>IRC:</b>	Índice de rendemento da cor
<b>K:</b>	Graos Kelvin
<b>kcal:</b>	Quilocalorías
<b>kcal/h:</b>	Quilocalorías-hora
<b>kg:</b>	Quilogramos
<b>kVA:</b>	Quilovoltiamperio
<b>kVAr:</b>	Quilovoltiamperio reactivo
<b>kW:</b>	Quilovatio
<b>kWh:</b>	Quilovatio-hora
<b>Lm:</b>	Lúmenes
<b>m<sup>3</sup>:</b>	Metros cúbicos
<b>M€:</b>	Millóns de euros
<b>MER:</b>	Material específico de risco
<b>MWh:</b>	Megavatio-hora
<b>P:</b>	Provisional
<b>PCI:</b>	Poder calorífico superior
<b>PCS:</b>	Poder calorífico inferior
<b>PPm:</b>	Partes por millón
<b>RD:</b>	Real Decreto
<b>Ree:</b>	Rendemento eléctrico equivalente
<b>RITE:</b>	Regulamento de Instalacións Térmicas en Edificios
<b>t:</b>	Tonelada
<b>TDGS:</b>	Temperatura de orballo dos gases de escape
<b>te:</b>	Termia
<b>VEB:</b>	Valor engadido bruto
<b>Tep:</b>	Tonelada equivalente de petróleo
<b>W:</b>	Vatio

## AGRADECIMENTOS

---

Agrovic-Noroeste, S.L.

Carniceros de la Coruña, S.A.

Cárnicos de Bergantiños, S.L.

Industrias Frigoríficas del Deza, S.A.

Industrias Frigoríficas del Louro, S.A.

Frigoríficos Conchado, S.A.

Lualco, S.L.

Matadoiro da Mancomunidad Viviendas Municipales de Arousa.

Planta de procesado avícola de Coren

Ramiro Martínez, S.L.



- A liberalización do mercado eléctrico: guía do consumidor cualificado de enerxía eléctrica [Actualizado a xuño de 2003]. INEGA.
- A liberalización do mercado do gas: guía do consumidor cualificado de gas natural [Actualizada xuño 2003]. INEGA
- Ardán Galicia 2003 /10.000 Empresas. Servicios avanzados de la Zona Franca de Vigo.
- Calderas de vapor en la industria. Ente Vasco de la Energía, 1996.
- Cogeneración. Aspectos termodinámicos, tecnológicos y económicos. José María Sala Lizarraga. Servicios editoriais del País Vasco.
- Energía solar térmica. Junta de Castilla y León, 2002.
- Estudio sectorial da coxeración en Galicia, marzo 2003. INEGA.
- Directorio e informe económico-financiero. Tórculo artes gráficas 2003, S.A.L, 2003.
- Guía para el alumbrado de áreas de trabajo exteriores. Comisión internacional de alumbrado, 1986.
- Manual de conducción eficiente para conductores del Parque Móvil del Estado. Instituto para el ahorro y diversificación de la energía, 2002.
- Mejores técnicas disponibles en la industria Cárnica Instituto Tecnológico Agroalimentario.
- Páxina Web do Instituto Nacional de Estadística.
- Páxina Web do Instituto Galego de Estatística.
- Páxina Web da Xunta de Galicia, Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural.
- Plan Nacional de Regadíos, horizonte 2008.
- Técnicas energéticas en la industria. Centro de estudios de la energía, 1980.
- Técnicas de conservación energética en la industria. Ministerio de industria y energía, 1982.

## ÍNDICE DE TÍTULOS PUBLICADOS

---

1. A liberalización do mercado do gas : guía do consumidor cualificado de gas natural. – INEGA.
2. A liberalización do mercado do gas : guía do consumidor cualificado de gas natural : [Actualizada xuño 2003] – INEGA.
3. A liberalización do mercado eléctrico : guía do consumidor cualificado de enerxía eléctrica. – INEGA.
4. A liberalización do mercado eléctrico : guía do consumidor cualificado de enerxía eléctrica (actualizada a xuño de 2003). – INEGA.
5. Aforro enerxético nos fogares : manual de boas prácticas. – INEGA (Folleto, 1 h. pleg. (6 p.))
6. Aula de enerxías renovables : Unidade didáctica : educación secundaria. – Sotavento Galicia.
7. Balance enerxético de Galicia 2000. – INEGA
8. Balance enerxético Galicia 2001. – INEGA
9. Balance enerxético Galicia 2002. – INEGA
10. Enerxía en el nuevo milenio. – Club español de la energía ; con la colaboración de: INEGA... [et al.], 2000
11. Enerxía solar fotovoltaica na Comunidade de Galicia 2003. – ASIF
12. Estudo sectorial da coxeración en Galicia, marzo 2003. – INEGA
13. Guía práctica da enerxía no fogar. - INEGA
14. La energía en Galicia. – INEGA, 2001
15. Las energías renovables en Galicia. – INEGA (Folleto 10 p.)
16. Las energías renovables en Galicia. – INEGA.
17. Libro blanco de la energía : síntesis : Galicia, septiembre, 2000. – INEGA
18. Libro branco da enerxía, Galicia, setembro 2000. – INEGA
19. Línea de actuaciónes para la construcción de la Central de Biomasa. Xunta de Galicia, junio, 2000. INEGA
20. O aproveitamento da enerxía solar : “Programa de Fomento da Enerxía Solar en Galicia”. – INEGA (Folleto 11 p.)
21. O sector enerxético de Galicia, xaneiro 2002. – INEGA.
22. Parques empresariais de Galicia e Norte de Portugal : Parques industriais da Galiza e Norte de Portugal.
23. Plan de actuaciónes en ahorro y eficiencia energética en la Comunidad Autónoma de Galicia (2002-2006).- INEGA
24. Programa de fomento de Enerxía Solar en Galicia. – INEGA.
25. Propuesta de desarrollo de la red de transporte de gas de la Comunidad autónoma gallega : periodo 2001-2011. – Xunta de Galicia
26. Propuesta de desarrollo de la red de transporte eléctrico de la Comunidad autónoma de Galicia : periodo 2001-2010. Septiembre 2001.
27. Renewable energy sources in Galicia. – INEGA.
28. Retribución de la distribución de energía eléctrica : características diferenciales de Galicia. – INEGA... [et al.]
29. Xornadas de enerxías renovables Galicia-Norte de Portugal (1ª. 2000. Santiago de Compostela). – INEGA
30. Revista de debate sobre enerxía, nº 1 (2001). Tit. del nº: Foro enerxético de Galicia ; nº 2 (2003). Monográfico sobre 4º Encuentro Interparlamentario Energías Renovables de la Unión Europea. – INEGA







[www.inega.es](http://www.inega.es)

Este informe foi elaborado polo Departamento de Estudos e Proxectos de Industria e Enerxías Convencionais do Instituto Enerxético de Galicia (INEGA).