

**Planta de Producción de pigmentos, fritas y esmaltes para el sector cerámico.**

# **AUDITORÍA ENERGÉTICA**

**LAURA ARAGÓ ROCA, 2013**

Tutor: Carlos Ferrer Torregrosa

---

# Índice

## INTRODUCCIÓN.

## ALCANCE.

<b>1.</b>	<b>Información general y descripción del proceso producto.....</b>	<b>4</b>
1.1.	Contexto empresarial y emplazamiento .....	4
1.2.	Descripción general de proceso .....	5
1.2.1.	Descripción de actividad desarrollada.....	5
1.2.2.	Descripción de tipos de productos fabricados.....	9
<b>2.</b>	<b>PERFIL DE CONSUMO Y COSTES ENERGÉTICOS .....</b>	<b>10</b>
2.1.	Electricidad .....	11
2.2.	Gas Natural.....	12
2.3.	Distribución de consumos por procesos e indicadores de intensidad energética.....	13
<b>3.</b>	<b>RESUMEN DE ACCIONES PROPUESTAS.....</b>	<b>14</b>
<b>4.</b>	<b>ACCIONES DE AHORRO POTENCIAL.....</b>	<b>15</b>
4.1.	General de planta. Monitorización & control.....	15
4.2.	General de planta. Consumo residual .....	20
4.3.	General de planta. Motores.....	22
4.4.	Planta de Colores Base. Instalación de aire comprimido .....	25
4.5.	Planta de Glazes. Ventilación filtros de mangas .....	31
4.6.	Planta de Glazes . Proceso molienda.....	32
4.7.	Planta de Fritas. Instalación de refrigeración .....	34
4.8.	Planta de Fritas. Sustitución de circuito de agua de refrigeración .....	38
4.9.	Planta de Plásticos, ventilación área Termosets.....	39
4.10.	Otras oportunidades de mejora detectadas .....	42
<b>5.</b>	<b>OPTIMIZACIÓN EN FACTURACIÓN. NUEVA ESTRATEGIA DE COMPRA.....</b>	<b>51</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES DEL ESTUDIO.....</b>	<b>52</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>54</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>

## **INTRODUCCIÓN.**

En España, como consecuencia de la crisis del petróleo de 1973, se empezó a tener en cuenta, a finales de los 70, la necesidad de tomar medidas que tendieran al ahorro energético, con el objetivo de depender en menor cuantía de las importaciones de petróleo. Desde entonces han sucedido varios hechos de gran y creciente relevancia que vuelven a forzarnos a estudiar nuevas medidas.

Todos somos conocedores de la relevancia que ha tenido en los últimos años el cambio climático y sus consecuencias. El mundo, en diferentes ámbitos, intenta prepararse y buscar soluciones para evitar peores consecuencias para el futuro. Des del Protocolo de Kioto hasta miles de formulaciones presentadas por los países en su global, son principios políticos que intentan abarcar la problemática actual y de futuro.

Pero otras soluciones deben ser aplicadas en paralelo para poder llegar más rápidamente a los objetivos que se plantean. En primer lugar, son tan importantes como otras las políticas de concienciación para reducir el consumo de energía en nuestros hogares, empresas y edificios públicos, en definitiva, en nuestras vidas.

Además de lo expuesto, los costes energéticos se han incrementado notablemente en los últimos años y por ello, las empresas se ven obligadas a poner en marcha acciones para reducir estos costes en su fabricación. Este trabajo pretende entrar más profundamente en este último tema; la eficiencia energética en el mundo empresarial.

Es necesario que las empresas se planteen inversiones para trabajar de manera lo más eficiente posible en cuanto a energía se refiere. Por ello, un primer paso para tener un punto de partida en un proyecto de desarrollo de medidas a aplicar, es importante realizar una Auditoría Energética y así conocer el estado en el que nos encontramos.

El presente documento, pretende resumir el proyecto de Auditoría Energética realizado en una planta de Castellón, con diferentes plantas de producción dedicadas a la fabricación de fritas, esmaltes y pigmentos para el sector cerámico.

El proyecto analiza los diferentes sistemas productivos. Para cada uno de ellos se estudia con detenimiento los procesos de fabricación, cuáles son sus diagramas de proceso, así como los productos fabricados en cada una de las plantas.

En una segunda fase, se realiza el estudio actual de consumo de energía y sus costes asociados para cada una de las plantas de fabricación. A partir de este punto de partida, se analizarán las oportunidades de mejora y las acciones a llevar a cabo para conseguir la mejor eficiencia energética posible.

Los principales capítulos del proyecto explicarán cada una de las acciones a llevar a cabo en los diferentes procesos productivos, para conseguir la mejor eficiencia energética.

## **ALCANCE.**

El siguiente proyecto contiene un informe de Auditoría Energética realizada en Ceralm, S.A. en su planta de Almazora, provincia de Castellón. Dicha Auditoría se ha llevado a cabo considerando los datos de consumo energético del año 2012.

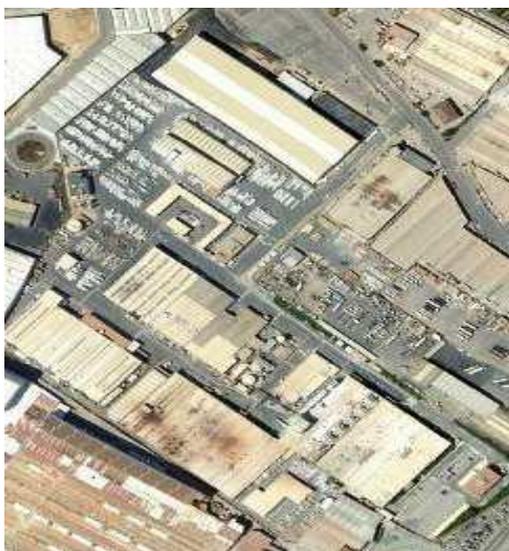
El alcance de la **Auditoría Energética** engloba a los equipos e instalaciones eléctricas y térmicas, y cubren los siguientes objetivos:

- Realización de diagnóstico energético con el objeto de:
  - Fijar las bases sobre las que se ha realizado el estudio (condiciones de funcionamiento).
  - Conocer el reparto de consumos de planta entre los diferentes equipos consumidores.
  - Establecer los ratios actuales de intensidad energética que permitan evaluar los niveles de eficiencia energética en el tiempo.
  - Analizar los estados de operación de determinados equipos desde el punto de vista del rendimiento energético de la instalación
  
- Presentar las oportunidades de ahorro energético y económico detectadas con el objeto de:
  - Evaluar el potencial de mejora de determinadas acciones con el fin de disponer de un orden de magnitud que permita conocer el impacto a nivel de ahorro económico asociado a dicha acción.
  - Definir un sistema de medida que permita realizar un seguimiento sobre las acciones asociadas a consumos residuales y seguimiento de acciones de mejora realizadas.
  - Definir acciones de ahorro energético en cuanto a volumen de ahorro e inversión, que permitan decidir sobre la ejecución del proyecto en cuestión.

## 1. Información general y descripción del proceso productivo.

### 1.1. Contexto empresarial y emplazamiento.

La planta industrial de Ceralm, se encuentra situada en Almazora, provincia de Castellón, concretamente en el kilómetro 61,5 de la carretera nacional N-340 (Valencia-Barcelona).



La planta de Ceralm está compuesta a su vez por 8 plantas industriales, un almacén y un edificio de oficinas principales. De estos, por cuestiones de propiedad, 6 naves o plantas industriales y el edificio de oficinas principales son objeto del presente estudio. Estas son:

- Planta de Colores Base.
- Planta de producción de tintas.
- Planta de Incompuestos (o Composiciones Vítreas).
- Planta de Glazes (o Esmaltes).
- Planta de Plásticos (Termoplásticos y Termosets).
- Planta de Fritas.
- Planta de Colores Terminados.

La actividad principal de Ceralm es la fabricación de fritas para esmaltes, colores inorgánicos y composiciones vítreas, pero también tiene una pequeña planta donde se fabrican materiales destinados al sector del plástico. El régimen de actividad de la planta es de 24 horas al día, 320 días al año. Si bien cuatro de las naves (Incompuestos, Glazes, Colores Terminados y Plásticos) tienen un régimen de actividad inferior.

En la tabla adjunta aparecen resumidos los datos de producción de la fábrica para los diferentes productos fabricados:

DATOS DE PRODUCCIÓN 2012													
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	TOTAL
Planta	Tn												
Fritas	11.284,3	12.033,0	12.402,1	12.467,0	12.878,0	10.981,0	13.005,3	10.974,0	11.859,0	13.378,5	13.100,0	7.894,0	142.256,2
Glazes	2.816,0	2.988,0	3.147,0	3.120,0	3.048,0	3.562,0	2.963,0	1.944,0	3.096,0	2.750,0	2.500,0	1.420,0	33.354,0
Incompuestos	9.049,00	12.086	11.474	10.718,0	11.268,6	11.922,1	12.009,5	9.629,1	9.893,1	9.934,1	10.284,4	7.662,4	125.930,7
COBase	1.092,04	1.228	1.055	1.177,1	946,5	817,1	918,4	461,4	861,7	717,5	748,5	471,6	10.495,2
COTerminado	1.097,00	1492	1259	1.290,0	1.397,0	1.288,0	1.109,0	545,0	1.069,4	1.007,0	1.109,1	768,7	13.431,2
Tintas	89,0	65,0	106,2	103,7	109,1	123,9	116,4	76,8	112,2	116,8	119,2	69,7	1.208,1
Plásticos	1.002,0	1.046,5	1.084,3	923,3	1.045,8	1.129,6	1.001,2	544,3	1.069,8	1.189,0	1.053,5	629,8	11.719,2
<b>Total</b>	<b>26.429,34</b>	<b>30.938,96</b>	<b>30.527,94</b>	<b>29.799,19</b>	<b>30.693,01</b>	<b>29.823,78</b>	<b>31.122,76</b>	<b>24.174,53</b>	<b>27.961,19</b>	<b>29.092,91</b>	<b>28.914,69</b>	<b>18.916,20</b>	<b>338.394,49</b>

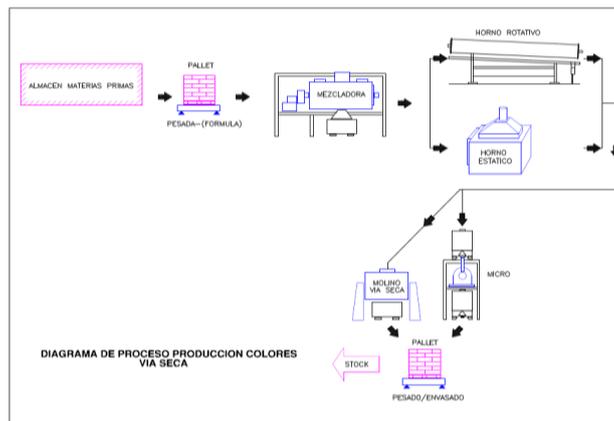
## 1.2. Descripción general de proceso.

### 1.2.1. Descripción de la actividad desarrollada en cada una de las plantas.

#### PLANTA DE COLORES BASE.

En esta planta, se fabrican pigmentos inorgánicos para el sector cerámico. El proceso productivo se basa en mezclar de materias primas, principalmente óxidos metálicos, para su posterior calcinación. Posteriormente, el material resultante pasa por unos molinos JetMill para conseguir el material en polvo con la granulometría adecuada.

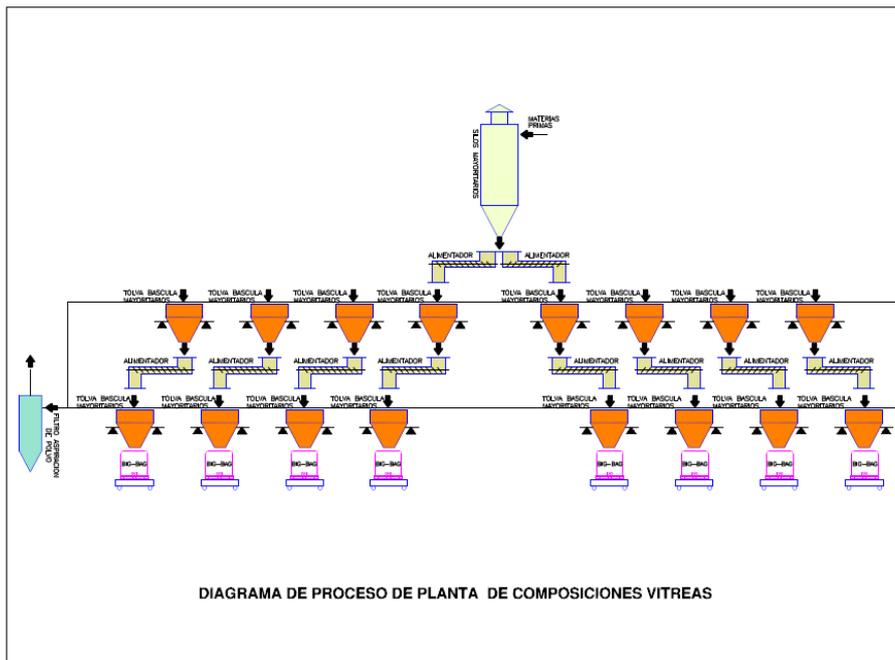
A continuación se muestra un esquema de proceso:



#### PLANTA DE INCOMPUESTOS (PLANTA DE COMPOSICIONES VITREAS)

En esta planta se fabrican composiciones vítreas (fritas más otras materias primas) mediante sistemas de dosificación y envasado.

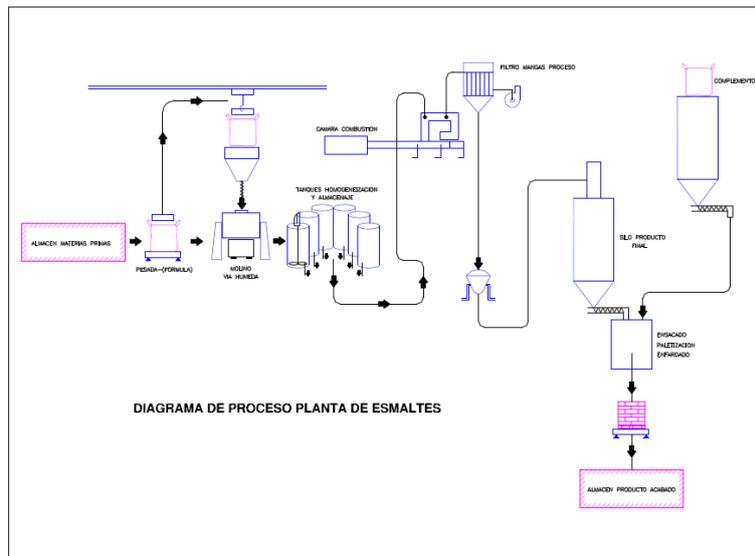
A continuación se muestra un esquema de proceso:



**PLANTA DE GLAZES (PLANTA DE ESMALTES)**

Esta planta de producción dispone de elementos para tratamiento final por molienda, así como de preparación de mezclas, selección, granulado y envasado de estos productos finales. En las nuevas instalaciones se realizará un proceso productivo de molienda por vía húmeda. El producto acabado puede ser líquido, aunque según el tipo de aplicación cerámica se utiliza en líquido o en sólido, por lo que se dispondrá también de instalaciones de secado de los esmaltes procedentes de la molienda húmeda. La mayor parte de la producción final serán esmaltes sólidos.

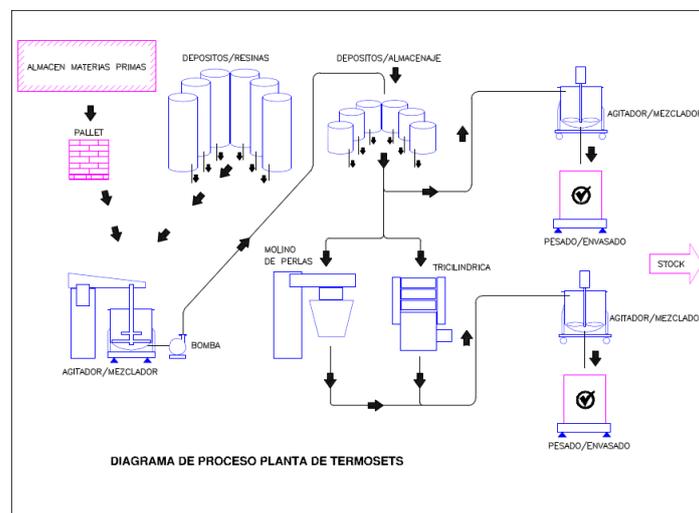
A continuación se muestra un esquema de proceso:



**PLANTA DE PLÁSTICOS (subdividida en 2 secciones)**

- **Termosets.** La sección dispone de recipientes fijos en los que se almacenan las resinas (materias primas). Estas resinas se vierten en recipientes más pequeños, se añaden cargas y pigmentos, y se mezcla todo ello por medio de agitadores. Finalmente se procede a su envasado.

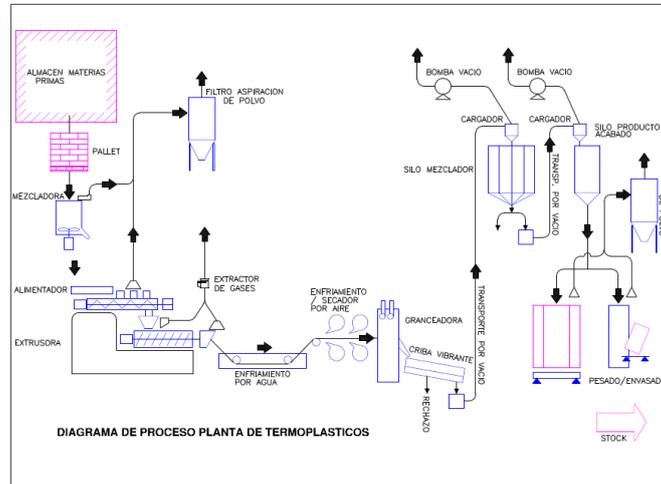
A continuación se muestra un esquema del proceso productivo:



- **Termoplásticos.** La sección realiza la mezcla de materias primas (polímero en granza, cargas, pigmentos)

en las mezcladoras. La mezcla obtenida se somete a un proceso de extrusión y posteriormente se grancea obteniendo finalmente granza de polímero coloreado. Se dispone de equipos de envasado.

A continuación se muestra un esquema del proceso productivo:

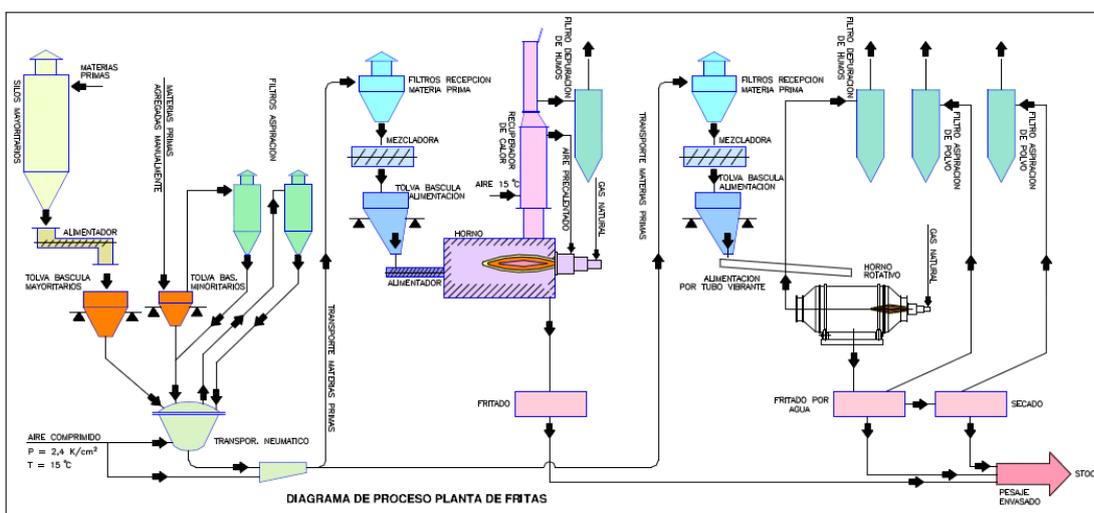


**PLANTA DE FRITAS**

En la planta de fritas, se fabrican productos tanto para el sector Cerámico (azulejos), como para otros sectores industriales como es el artístico (vajillería, objetos de decoración, etc.), o el sector internamente denominado de Porcelana, que es la fabricación de recubrimientos para chapa y hierro fundido.

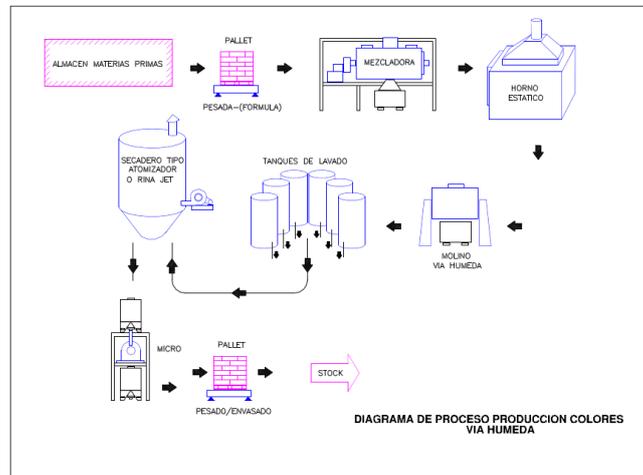
La diferencia en el suministro a otros sectores industriales reside principalmente en la presencia de alguna materia prima en mayor proporción que la que se utiliza habitualmente para el sector cerámico. Por ejemplo, algunas de las fritas fabricadas para el sector artístico contienen en su composición mayor porcentaje de compuestos de plomo; en el sector Porcelana las fritas pueden tener un contenido en compuestos de flúor más elevado.

A continuación se muestra un esquema del proceso productivo:

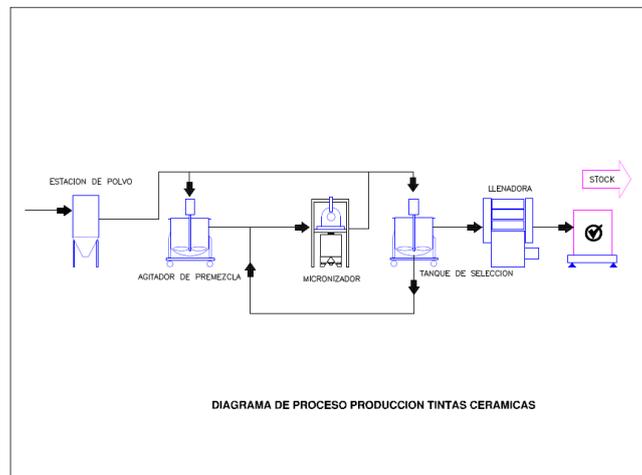


**PLANTA DE COLORES TERMINADOS Y TINTAS CERÁMICAS.**

El proceso industrial de producción de colores parte de unas materias primas que, tras ser pulverizadas y/o mezcladas o molidas (en seco y en húmedo más secado), pasan por los hornos de calcinación. El producto resultante es finalmente molido en seco o molido en húmedo, lavado y secado. Finalmente se envasa para venta.



Y por último, el siguiente diagrama muestra el proceso productivo de tintas cerámicas, donde una mezcla de disolventes, aditivos y pigmentos, son mezclados y agitados para su posterior molienda en un molino vía húmeda. El material resultante son tintas para la tecnología inkjet.

**1.2.2. Descripción de tipos de productos fabricados.****FRITA**

Compuesto vítreo insoluble, en forma de gránulos o escamas, obtenido por enfriamiento rápido de un fundido producido en hornos, a partir de una combinación compleja de materiales inorgánicos (materias primas de fusión). De las materias primas hay algunas que son mayoritarias y entran en la composición de todas las fritas, y otras que se añaden en menor proporción para dar unas propiedades químicas o visuales, que son las que distinguirán finalmente los diferentes tipos de fritas.

Además de fritas, en esta planta se fabrican otros productos de valor añadido tras someter la frita a diferentes procesos físicos como molturación, mezclado, secado o reenvasado. Un ejemplo de estos productos de valor añadido son las granillas.

## **COMPOSICIÓN VÍTREA**

Un compuesto que se fabrica por superposición de una o varias fritas con otras materias primas envasadas en una misma unidad de envase; producto intermedio o homogeneizado necesario para la fabricación de esmaltes, bien en la empresa, bien en la fábrica del cliente.

## **ESMALTE**

Está formado por una o varias fritas con materias primas a las que se añaden pigmentos, sales, defloculantes, etc., cuando es necesario. Reciben un tratamiento industrial de homogeneizado, molturación y/o secado y envasado.

## **COLOR CALCINADO**

La mayoría se producen al calcinar a altas temperaturas mezclas de materiales inorgánicos en polvo muy fino. Estos materiales pueden ser compuestos metálicos coloreados, compuestos no coloreados y agentes mineralizadores. La calcinación genera estructuras cristalinas estables, que conceden al material coloreado una solubilidad del metal extremadamente baja y, por tanto, una biodisponibilidad y toxicidad también muy bajas.

## **COLOR ACABADO**

Color calcinado sometido a diferentes procesos físicos (molturación, mezclado, secado y reenvasado) y mezclado con otras materias primas.

## **TINTA CERÁMICA**

Concentrado de tinta que posteriormente se diluye, añadiéndoles otras materias primas por medio de agitadores y obteniendo la tinta fina, utilizada en impresión inkjet para su uso en industria cerámica.

## **RESINAS COLOREADAS**

Dispersión de resinas líquidas, adhesivos, pigmentos orgánicos o inorgánicos y otras materias primas con agitación, que conceden a la resina unas propiedades colorantes y/o adherentes para superficies plásticas. Estos materiales se venden en un estado líquido pastoso y proporcionan una capa duradera de protección y estética, así como rellenos, aislamientos, etc.

## **CONCENTRADOS DE COLOR PARA PLÁSTICO**

Mezcla de compuestos colorantes, cargas inorgánicas y polímeros plásticos, que requieren un proceso de extrusión térmica para quedar homogeneizados en forma de plástico; a posteriori el material se solidifica por enfriamiento en agua y se trocea en granza para proceder a su envasado. Su aplicación requerirá una nueva extrusión junto con el plástico a fabricar que se prevea colorear.

## 2. Perfil de consumo y costes energéticos.

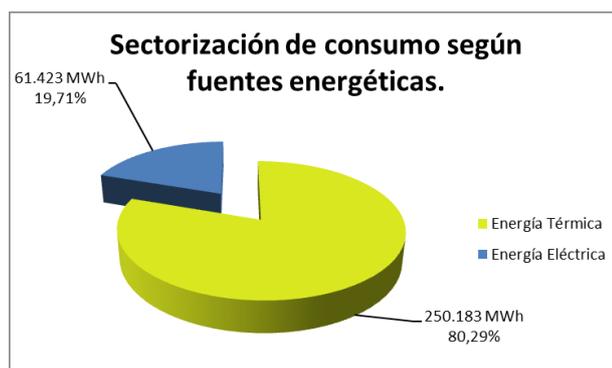
De acuerdo a los datos de facturación del suministro eléctrico y de gas natural recopilados durante el año 2012, los principales datos de consumo y coste energético anuales son los siguientes:

- El **consumo energético total del año 2012 es de 311.447 MWh.**
- El **coste energético durante el mismo periodo es de 14.195,65 k€.**

En la tabla adjunta se muestra un resumen de los datos globales de consumo de las dos principales fuentes energéticas:

FUENTES CONSUMO ENERGÉTICO 2012	Consumo Energía Final (MWh)	% Consumo Energía Final	Facturación Anual (€)
Energía Térmica	250.183	80,29%	8.356.785
Energía Eléctrica	61.423	19,71%	5.441.797
<b>Total</b>	<b>311.606</b>	<b>1</b>	<b>13.798.582</b>

En el siguiente gráfico se puede apreciar el balance energético de las dos fuentes de energía final (energía consumida) de las que se alimenta la planta. El consumo térmico representa la mayor parte del consumo.



Cabe destacar que el consumo térmico está ligado casi en su totalidad al producto elaborado. Por contra la electricidad consumida, está ligada en gran parte al consumo de sistemas auxiliares de proceso con un rendimiento energético reducido, como en el caso del aire comprimido, cuyo rendimiento energético no supera el 10%. Por otro lado, los precios del kWh eléctrico son muy superiores a los del kWh térmico. Todo ello sumado al hecho de que el potencial de mejora energética en las instalaciones térmicas se encuentra muy acotado en comparación con las instalaciones eléctricas, hace que la estrategia energética de este proyecto se centre en la eficiencia energética eléctrica, mediante la aplicación de soluciones de control y regulación como paso previo a la mejora en el rendimiento de los equipos.

### 2.1. Electricidad.

De acuerdo a los datos de suministro eléctrico recopilados durante el año 2012, los principales datos de consumo y coste eléctrico de dicho son los siguientes:

- El **consumo eléctrico ha resultado de 61.423 MWh.**
- El **coste eléctrico ha resultado de 5.441,797 k€.**
- La **potencia contratada actual es de 10.000 kW.**
- El **precio medio del kWh eléctrico es de 0,0885 €/kWh.**

A nivel de contratación eléctrica, se han analizado los valores de potencia máxima reflejada en la facturación, y de ello se deduce que la contratación de 10.000 KW es la óptima. A pesar de ello, conviene tener muy presente este concepto, que puede representar hasta un 10% del coste total de la factura eléctrica.

Como dato indicativo este valor supuso un sobrecoste en 2010 de 50k€ aproximadamente derivado de una potencia contratada un 17% superior a la requerida. A la hora de abordar ampliaciones o proyectos de ahorro energético de cierta magnitud, en estos últimos un ajuste en la potencia contratada puede implicar ahorros económicos que podrían permitir retornos de inversión más favorables.

En cuanto al consumo de energía reactiva, se observa en las facturas que se mantiene estable en torno a un factor de potencia de 0,95. Actualmente las penalizaciones por excesos de consumo de energía reactiva son nulas, debido a que en su día ya se instaló una batería de condensadores para evitar esta penalización en la facturación.

En las siguientes tablas aparece un resumen de los datos de facturación eléctrica del año 2012 a partir de los cuales se procedió a realizar los gráficos de sectorización del apartado anterior:

Término de Energía	Consumo de Electricidad año 2012 KWh												
	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	2.012
P1	966.376	866.267				663.220	1.298.745					573.993	4.987.312
P2	1.586.643	1.436.710				648.629	1.290.212					942.491	6.575.866
P3			917.422			485.085			971.395			938.654	3.664.455
P4			1.524.215			803.417			1.608.907			1.528.626	5.955.265
P5				2.290.368	2.526.092					2.284.975			7.700.327
P6	2.466.701	2.309.655	2.180.235	2.294.400	2.536.241	2.368.800	2.812.990	4.103.888	2.380.706	2.726.868	2.500.442	1.991.538	32.540.682
<b>Total</b>	<b>5.019.720</b>	<b>4.612.632</b>	<b>4.621.872</b>	<b>4.584.768</b>	<b>5.062.333</b>	<b>4.969.151</b>	<b>5.401.947</b>	<b>4.103.888</b>	<b>4.961.008</b>	<b>5.011.843</b>	<b>4.967.722</b>	<b>3.508.022</b>	<b>61.423.908</b>

Precio €/KWh por período	Facturación de Electricidad año 2012 (€)												
	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	TOTAL
P1	0,16305	157.568	141.245				108.138	211.760				93.590	712.300
P2	0,135259	214.608	194.328				87.733	174.513				127.480	798.662
P3	0,106232			97.460			51.532	0		103.193		99.715	351.899
P4	0,089677			136.687			72.048	0		144.282		137.083	490.100
P5	0,084334				193.156	213.035		0			192.701		598.892
P6	0,065138	160.676	150.446	142.016	149.453	165.206	154.299	183.233	267.319	155.074	177.623	162.874	1.997.943
<b>FACTURACIÓN T.Energía</b>	<b>532.851</b>	<b>486.019</b>	<b>376.163</b>	<b>342.609</b>	<b>378.241</b>	<b>473.749</b>	<b>569.506</b>	<b>267.319</b>	<b>402.550</b>	<b>370.324</b>	<b>399.671</b>	<b>350.795</b>	<b>4.949.797</b>
<b>TOTAL FACTURADO</b>	<b>573.851</b>	<b>527.019</b>	<b>417.163</b>	<b>383.609</b>	<b>419.241</b>	<b>514.749</b>	<b>610.506</b>	<b>308.319</b>	<b>443.550</b>	<b>411.324</b>	<b>440.671</b>	<b>391.795</b>	<b>5.441.797</b>

## 2.2. Gas Natural.

De acuerdo a los datos de suministro de Gas Natural aportados por la planta del año 2012, los principales datos de consumo y coste térmico son los siguientes:

- El **consumo térmico ha resultado de 255.490 kWh.**
- El **coste térmico ha resultado de 8.612 k€.**
- El **precio medio del kWh térmico es de 0,0337€/kWh.**

En las tablas adjuntas aparece un resumen de los datos de facturación de Gas Natural durante el año 2012.

Consumo de GAS año 2012 Planta de Fritas						
Meses	Qd Contratada	Qd Aplicada	Consumo periodo (Nm3)	Consumo periodo (MWh)	Facturación total (€)	Precio medio (€/KWh)
Enero	700.000	699.399	1.435.783	17.085.818	566.340	0,0331
Febrero	700.000	692.306	1.544.620	18.380.978	589.366	0,0321
Marzo	700.000	677.074	1.578.947	18.789.469	606.545	0,0323
Abril	700.000	679.109	1.577.169	18.768.311	614.500	0,0327
Mayo	700.000	706.348	1.640.704	19.524.378	665.041	0,0341
Junio	700.000	627.118	1.396.282	16.615.756	577.742	0,0348
Julio	700.000	696.221	1.591.476	18.938.564	660.177	0,0349
Agosto	700.000	646.741	1.406.332	16.735.351	576.631	0,0345
Septiembre	700.000	667.090	1.514.351	18.020.777	596.601	0,0331
Octubre	700.000	703.112	1.684.992	20.051.405	648.316	0,0323
Noviembre	700.000	680.335	1.606.637	19.118.980	620.128	0,0324
Diciembre	700.000	645.714	1.426.213	16.971.935	587.240	0,0346
<b>TOTAL CONSUMO AÑO 2012</b>				<b>219.001.721</b>	<b>7.308.627</b>	<b>0,0334</b>

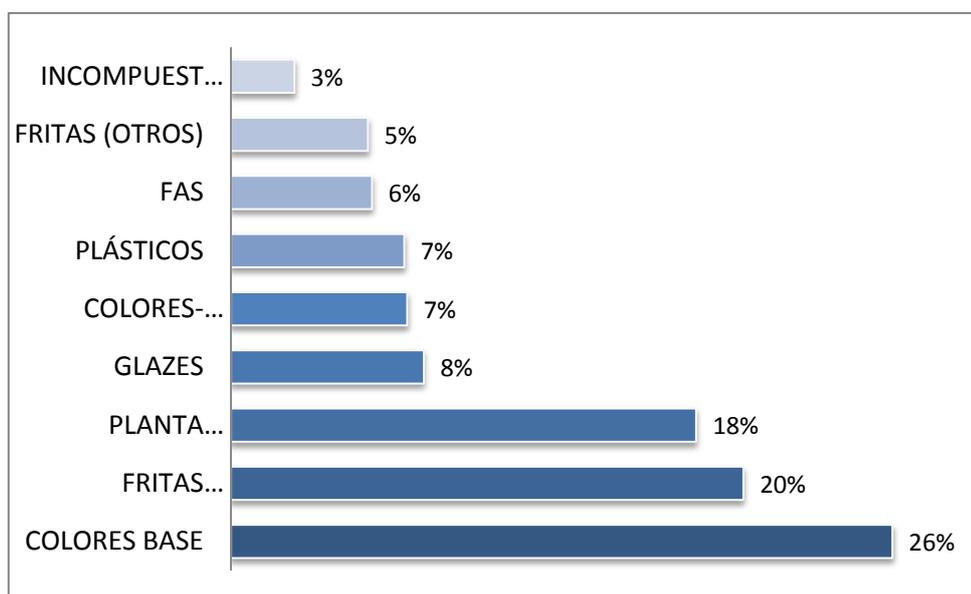
Consumo de GAS año 2012 Planta de Colores						
Meses	Qd Contratada	Qd Aplicada	Consumo periodo (Nm3)	Consumo periodo (MWh)	Facturación total (€)	Precio medio (€/KWh)
Enero	130.000	182.379	302.201	3.596.192	128.426	0,0357
Febrero	130.000	<b>191.769</b>	336.085	3.999.412	139.154	0,0348
Marzo	130.000	<b>197.814</b>	355.809	4.234.127	148.702	0,0351
Abril	130.000	<b>182.189</b>	335.740	3.995.306	134.177	0,0336
Mayo	190.000	160.317	267.769	3.186.451	112.486	0,0353
Junio	190.000	155.462	243.359	2.895.972	104.998	0,0363
Julio	190.000	147.060	240.723	2.864.604	104.426	0,0365
Agosto	190.000	<b>221.197</b>	132.621	1.578.190	68.877	0,0436
Septiembre	190.000	144.121	253.513	3.016.805	104.039	0,0345
Octubre	190.000	146.037	242.846	2.889.867	98.275	0,0340
Noviembre	190.000	137.195	213.276	2.537.984	87.844	0,0346
Diciembre	190.000	145.032	142.355	1.694.025	72.325	0,0427
<b>TOTAL CONSUMO AÑO 2012</b>				<b>36.488.934</b>	<b>1.303.729</b>	<b>0,0357</b>

## 2.3. Distribución de consumos por procesos e indicadores de intensidad energética.

A partir de los datos de producción y consumo recopilados, así como de las extrapolaciones realizadas a partir de los datos de consumo de los registros de medida realizados, resultan los siguientes indicadores de intensidad energética:

Distribución de consumos y indicadores de intensidad de energía.			
Planta	Producción (Tn)	Consumo Eléctrico (Kwh)	KWhe/Tn
Fritas	142.256,21	15.355.977,00	107,95
Glazes	33.354,00	4.913.912,64	147,33
Incompostos	125.930,65	1.842.717,24	14,63
COBase	10.495,20	15.970.216,08	1.521,67
COTerminado	13.431,15	4.299.673,56	320,13
Tintas	1.208,07	3.685.434,48	3.050,69
Plásticos	11.719,21	4.299.673,56	366,89
Planta de oxígeno y otros	-	11.056.303,44	

Como vemos tras las mediciones, el reparto de consumo de energías entre plantas queda reflejado en el siguiente gráfico, y nos ayuda a enfocar la auditoría en aquellas plantas de mayor consumo.



### 3. Resumen de acciones propuestas.

Nº Acción	Descripción	Inversión estimada (€)	Ahorro Energético Estimado (MWh)	Ahorro económico estimado (€)	ROI
1	Gral. Implementación de sistema de supervisión energética general de la planta y sistema de medida.	120.200	1.228	99.000	1,2
2	Gral. Análisis y reducción del consumo residual de la planta	0	460	37.040	0
3	Gral. Implementación de un Plan de Mantenimiento Proactivo de Motores	0	670	56.377	0
4	Planta Colores Base. Mejora de rendimiento de central de compresores de aire comprimido	210.000	3.185	295.000	0,7
4.1	Planta Colores Base. Implementación de control activo de demanda e instalación de compresores con variación de velocidad.	210.000	1.365	110.000	1,9
4.2	Planta Colores Base. Proyecto para la secuenciación de operación de los molinos JetMill.	0	1.820	185.000	0
5	Gral. Enclavamiento eléctrico de ventiladores y limpieza de filtros de mangas con equipos asociados.	13.000	104	8.350	1,6
6	Planta de Glazes. Implantación de variadores de velocidad en molinos.	34.676	233	9.500	3,6
7	Planta de Fritas. Implantación de control de variación de velocidad en bomba de impulsión de circuito de refrigeración de fritas.	6.500	52	6.500	1,5
8	Planta de Fritas. Proyecto para sustitución de circuito de retorno de agua de refrigeración actual por sistema de retorno por gravedad.	24.128	130	10.484	2,3
9	Planta de Plásticos. Ventilación. Automatización en sistema de renovación de aire por control horario.	1.000	32	2.611	0,4
10.1	Compensación Energía Reactiva	-	-	-	-
10.2	Plantas de Colores Terminados e Incompuestos. Reducción de fugas de Aire Comprimido.	0	532	42.900	0
10.3	Gral. Mejora en la regulación y control de operación en los compresores.	150.000	1.437	115.805	1,3
10.4	Planta de Plásticos. Estudio para la reducción de consumo de mantenimiento y aislamiento en las líneas de extrusión.				
10.5	Gral. Optimización de eficiencia en iluminación de planta y oficinas.				
10.6	Gral. Reducción de consumo en climatización de oficinas.	10300	67	5420	1,9
	<b>TOTAL</b>	<b>569.804</b>	<b>8.130</b>	<b>688.987</b>	<b>1,2</b>

## 4. Acciones de Ahorro Potencial.

### 4.1. General de planta. Monitorización & control.

Acción 1	Implementación de sistema de supervisión energética general de planta (Fase I) y aplicación del sistema de medida (Fase II).			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
Fase I	-	-	29.900	-
Fase II	-	-	90.300	-
TOTAL	99.000	1.228	120.200	1,2

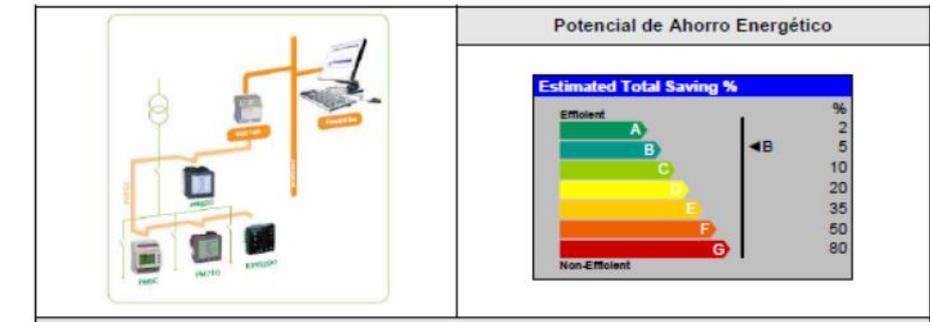
#### Observación:

A nivel de elementos de medida y control, la planta industrial de Almazora dispone de scadas de proceso en algunas de las naves, si bien relativo a la medida y supervisión del consumo energético de planta, la gestión energética se realiza a un primer nivel (básico), donde el reparto de consumos se realiza mediante la captación manual de los datos de contadores digitales y analógicos repartidos por los diferentes centros de transformación.

Los equipos de medida no se encuentran comunicados y se han podido detectar algunos equipos instalados incorrectamente. A nivel de software y supervisión, sólo en la planta de Termoplásticos se dispone de un sistema de medida para la monitorización continua y centralizada en un PC.

En la siguiente tabla se muestra una relación de los equipos de medida instalados en planta:

EQUIPOS DE MEDIDA INSTALADOS EN PLANTA	
TRAFO COLORES TERMINADOS	SUBCUADRO Nº2 - CUADRO LABORATORIO FAS
	SUBCUADRO Nº1 - FAS 1
	SUBCUADRO Nº1 - FAS 2
	TRAFO NUEVO LABORATORIO (PLANTA FRITAS)
	NUEVO LABORATORIO - PLANTA PILOTO (PLANTA FRITAS)
	NUEVO LABORATORIO - HORNO Nº13 (PLANTA FRITAS)
TRAFO TERMOPLASTICOS	CGBT
	CUADRO FARREL 57 (CP57)
	RIBON BLENDER MEZCLADORA FARREL 1
	LINEA VOLCAN
	CUADRO WERNER
	WERNER (ZSK40)
	CP-23 I
CP-23 II	
	CP-452 (FARREL II)
TRAFO TERMOSETS	CGBT
TRAFO 1 FRITAS	CGBT T1
TRAFO 2 FRITAS	BOMAS, SERVICIOS TALLER, MEZCLAS, SALA COMP.
TRAFO 3 FRITAS	CGBT T3 (GENERAL HORNOS)
TRAFO 4 FRITAS	CGBT T4
TRAFO 5 FRITAS	CGBT T5
TRAFO 1 GLAZES	CGBT T1
TRAFO 2 GLAZES	DISTRIBUCIÓN TRAFO 2
	COMPRESORES
TRAFO 1 INCOMPUESTOS	CGBT
TRAFO 1 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T1
	COMPRESOR 4
	COMPRESOR 5
TRAFO 2 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T2
	COMPRESOR 3
	MEZCLADORA PLASMEC
	HORNO 5
	HORNO 6
	HORNO 4
	HORNO 3
TRAFO 3 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T3
	COMPRESOR 1
	MEZCLADORA PLASMEC 2
	FILTRO POPPI 2
	HORNO 7
	HORNO 8
	HORNO 9
TRAFO 4 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T4
	COMPRESOR 2
	HORNO 10
	HORNO 14



**Descripción de la acción:**

Un sistema de medida y supervisión energética supone el primer paso en la implantación de un sistema de gestión energética. La implantación de un sistema de supervisión energético lleva implícito un potencial de ahorro, además de permitir sentar bases para ejecutar proyectos de mejora gracias a los datos captados.

Según estudios realizados por el Departamento de Energía de EE.UU. [1], dónde se estima el potencial de ahorro energético, se extraen las siguientes conclusiones:

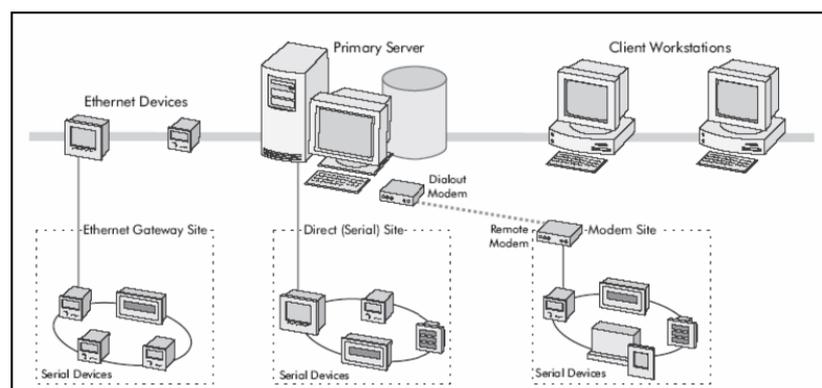
- Ahorros de hasta un 7% de las facturas de suministro eléctrico por conocer dónde y cómo se utiliza la energía (el coste de la energía).
- Ahorros de hasta un 15% en los costes de explotación mediante la optimización de la utilización de la energía, la eliminación de compras innecesarias de equipos debido a una anticipación en el mantenimiento y percepción de funcionamientos incorrectos.

Por otro lado, estudios que comparan proyectos de mejora energética [2] en los cuales se dispone de un sistema de supervisión o no, arrojan unos resultados clarificadores en los ahorros conseguidos:

- Los proyectos sin sistemas de supervisión alcanzaron el 70% de ahorro estimado.
- Los proyectos con sistema de supervisión alcanzaron el 115% de las estimaciones de los ahorros (> 100% al detectarse nuevas oportunidades relacionados con el mismo proyecto).

Estos valores dependen a las características y eficiencia de la instalación a controlar, y a una correcta labor de gestión energética y mejora continua, siguiendo lo expuesto en la norma UNE 216.301 [3].

A continuación se muestra una arquitectura básica de un sistema de medida y supervisión energética:



**Hipótesis de cálculo:**

Se estima que por la tipología de instalaciones con el sistema de supervisión propuesto, el potencial de ahorro energético estimado para el primer año es de un **2%**, derivado de los planes de acción y resultado del análisis de los perfiles de carga de los diferentes puntos de medida.

- Para la evaluación del sistema se ha considerado un coste de cableado y comunicación (instalación) de equipos de 75€ por punto de medida para un total de 46 equipos de medida existentes (3.450 €).
- Se considera un coste de 130€ por equipo de medida para la integración de los equipos en el sistema (puesta en marcha y configuración).
- Se consideran las tomas de comunicación (ethernet) accesibles en cada CGBT de cada centro de transformación y bandeja de cableado de señales disponible (sin incluir).

El **coste estimado de la Fase I**, de la propuesta para comunicación e integración de 16 pasarelas de comunicación EGX300 o similar y un PC Server con software de supervisión ION Enterprise o similar se estima en **29,9k€**.

El **coste estimado de la Fase II**, con la ampliación de 73 equipos de medida en baja tensión y dos en media, se estima en **90,3k€**. El coste por equipo de medida instalado se estima en 1.069€, excepto los equipos instalados en media tensión sobre los que se estima un coste de 12,2k€ por la instalación de los dos equipos.



En la estimación de costes no se incluyen costes de programación/configuración de pantallas o aplicaciones del software.

**Solución propuesta:**

El sistema de medida propuesto para la planta tiene por objetivo conocer y supervisar el consumo energético de planta a un segundo nivel en cuanto a la gestión energética de planta. El sistema debe permitir no sólo un reparto a tiempo real y por subsistemas de los costes energéticos sino una monitorización sobre aquellas instalaciones de mayor consumo en las que se van a ejecutar planes de acción para el ahorro energético, de forma que se podría realizar un seguimiento sobre los objetivos de ahorro fijados, ayudando a garantizar la consecución de dichos ahorros. Así mismo, se podrían supervisar los consumos energéticos en periodos no productivos y cuantificar el coste de estos, de forma que se dispondría de una herramienta para poder justificar la realización de proyectos de ahorro energético a mayor o menor escala relacionados con el funcionamiento de equipos fuera de horario productivo.

La ampliación del sistema permitiría conocer el perfil operativo de las principales instalaciones consumidoras, con el objetivo de proporcionar información muy útil para la reprogramación del control y regulación de los equipos para mejorar su eficiencia energética obteniendo ahorros de costes de mantenimiento adicionales.

La propuesta se basa en tres ejes fundamentales:

- **Fase I:** Comunicación de los equipos instalados actualmente vía ethernet mediante 16 pasarelas de comunicación EGX300 a PC Server con software de supervisión energética ION Enterprise [4] o

similar.

- **Fase II:** Una vez implantado el sistema de supervisión general, ampliación del sistema de medida con 75 equipos para monitorizar aquellas cargas que tienen un potencial de ahorro energético.

En la siguiente tabla se muestran los equipos de medida instalados para comunicar a sistema centralizado y los equipos propuestos para ampliación del sistema:

EQUIPOS DE MEDIDA INSTALADOS EN PLANTA		EQUIPO DE MEDIDA
TRAFO COLORES TERMINADOS	SUBCUADRO Nº1	PM710
	SUBCUADRO Nº2	PM710
	SUBCUADRO Nº2 - CUADRO LABORATORIO FAS	EXISTENTE
	SUBCUADRO Nº1 - FAS 1	EXISTENTE
	SUBCUADRO Nº1 - FAS 2	EXISTENTE
	TRAFO NUEVO LABORATORIO (PLANTA FRITAS)	EXISTENTE
	NUEVO LABORATORIO - PLANTA PILOTO (PLANTA FRITAS)	EXISTENTE
	NUEVO LABORATORIO - HORNO Nº13 (PLANTA FRITAS)	EXISTENTE
TRAFO TERMOPLASTICOS	CGBT	SISTEMA DE MEDIDA EXISTENTE (POWERSTUDIO)
	CUADRO FARREL 57 (CP57)	
	RIBON BLENDER MEZCLADORA FARREL 1	
	LINEA VOLCAN	
	CUADRO WERNER	
	ZSK40	
	CP-23 I	
	CP-23 II	
	CP-452 (FARREL II)	
	FILTRO ASPIRACIÓN MEZCLADORAS	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN EXTRUSORAS (1)	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN EXTRUSORAS (2)	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN EXTRUSORAS (3)	PM710
	MOTOR CP57	PM710
	RESISTENCIAS CP57	PM710
	MOTOR FARREL 1	PM710
	RESISTENCIAS FARREL 1	PM710
	MOTOR VOLCAN 1	PM710
	RESISTENCIAS VOLCAN 1	PM710
	MOTOR WERNER	PM710
	RESISTENCIAS WERNER	PM710
	MOTOR ZSK40	PM710
	RESISTENCIAS ZSK40	PM710
	MOTOR CP-23 I	PM710
RESISTENCIAS CP-23 I	PM710	
MOTOR CP-23 II	PM710	
RESISTENCIAS CP-23 II	PM710	
MOTOR CP-23 II	PM710	
RESISTENCIAS CP-23 II	PM710	
TRAFO TERMOSETS	CGBT	EXISTENTE
	FILTRO ASPIRACIÓN AGITADORES (1)	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN AGITADORES (2)	PM710
	COMPRESOR PLÁSTICOS	PM710
	COMPRESOR PASTAS	PM710
TRAFO 1 FRITAS	CGBT T1	EXISTENTE
	COMPRESOR AR-4	PM710
	COMPRESOR GA-250	PM710
TRAFO 2 FRITAS	OFICINA GENERAL ALDO Y FUERZA	PM710
	CGBT T2	PM710
TRAFO 3 FRITAS	BOMAS, SERVICIOS TALLER, MEZCLAS, SALA COMP.	EXISTENTE
	CGBT T3 (GENERAL HORNOS)	EXISTENTE

EQUIPOS DE MEDIDA INSTALADOS EN PLANTA		EQUIPO DE MEDIDA
TRAFO 4 FRITAS	CGBT T4	EXISTENTE
	MOLINO 43/44	PM710
	MOLINO 45	PM710
	MOLINO 46	PM710
	MOLINO 49	PM710
	MOLINO 50	PM710
	MOLINO 51	PM710
	ALDO. ALTILLO LAB.	PM710
	MOLINO 73	PM710
	MOLINO 74	PM710
	CUADRO NUEVO (HORMIGONERAS)	PM710
	MOLINO 72	PM710
	MOLINO 6	PM710
	COMPRESOR GA-45	PM710
	COMPRESOR GA-55	PM710
	TRAFO 5 FRITAS	CGBT T5
COMP. ING. RAND 2		PM710
COMPRESOR 288kW		PM710
LAB. I+D		PM710
GRAL. ALDO. LABORATORIO		PM710
SUBCUADRO MOLINOS 1		PM710
SUBCUADRO MOLINOS 2		PM710
CUADRO 2ª PLANTA		PM710
CUADRO 1ª PLANTA		PM710
TRAFO 1 GLAZES	CGBT T1	EXISTENTE
	MOLINO 1	PM710
	MOLINO 2	PM710
	MOLINO 4	PM710
	MOLINO 5	PM710
	MOLINO 6	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN MOLIENDAS (1)	PM710
	FILTRO ASPIRACIÓN MOLIENDAS (2)	PM710
FILTRO ASPIRACIÓN ENSACADORAS	PM710	
TRAFO 2 GLAZES	DISTRIBUCIÓN TRAFO 2	EXISTENTE
	COMPRESORES	EXISTENTE
	MOLINO 21	PM710
	MOLINO 22	PM710
	MOLINO 23	PM710
	MOLINO 24	PM710
	MOLINO 25	PM710
	MOLINO 26	PM710
	MOLINO 27	PM710
MOLINO 28	PM710	
TRAFO 3 GLAZES	SUBCUADRO OFICINAS	PM710
TRAFO INCOMPUESTOS	CGBT	EXISTENTE
	CUADRO COMPRESORES	PM710
TRAFO 1 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T1	EXISTENTE
	COMPRESOR 4	EXISTENTE
	COMPRESOR 5	EXISTENTE
TRAFO 2 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T2	EXISTENTE
	COMPRESOR JETMILCH 1	PM710
	COMPRESOR JETMILCH 2	PM710
	COMPRESOR 3	EXISTENTE
	COMPRESOR INGERSOLL 6	PM710
	MEZCLADORA PLASMEC	EXISTENTE
	HORNO 5	EXISTENTE
	HORNO 6	EXISTENTE
	HORNO 4	EXISTENTE
HORNO 3	EXISTENTE	
TRAFO 3 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T3	EXISTENTE
	COMPRESOR 1	EXISTENTE
	MEZCLADORA PLASMEC 2	EXISTENTE
	FILTRO POPPI 2	EXISTENTE
	HORNO 7	EXISTENTE
	HORNO 8	EXISTENTE
	HORNO 9	EXISTENTE
TRAFO 4 COLORES NAVE NUEVA	CGBT T4	EXISTENTE
	COMPRESOR 2	EXISTENTE
	HORNO 10	EXISTENTE
	HORNO 14	EXISTENTE
TRAFO 1 PLANTA OXIGENO	T1	PM820
TRAFO 2 PLANTA OXIGENO	T2	PM820

**Resultados de ahorro e inversión estimados :**

Según la propuesta realizada se aportan los siguientes resultados de ahorro:

- El ahorro energético potencial se estima en **1.228 MWh (2%)** anuales, equivalente a **99 k€**.
- La inversión del sistema propuesto tiene un valor estimado de **120,2k€**.
- Se estima que el periodo de retorno de la inversión es de **1,2 años**.

**4.2. General de planta. Consumo residual.**

Acción 2	Reducción de consumo residual en periodos no productivos.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	37.040	460	-	0,0

**Observación:**

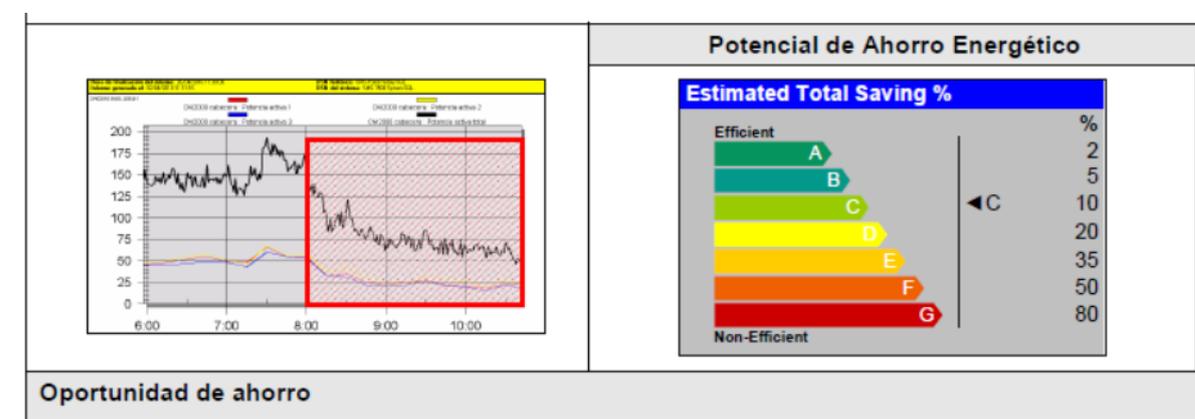
La planta de Amazora tiene un régimen de producción para las diferentes fábricas de:

- Planta Colores base: 320 días anuales, 24 horas.
- Planta Incompuestos: 240 días anuales, 24 horas.
- Planta Glazes: 240 días anuales, 24 horas.
- Planta Termoplásticos: 240 días anuales, 24 horas.
- Planta Termosets: 240 días anuales, 16 horas.
- Planta Fritas: 320 días anuales, 24 horas.
- Planta Colores Terminados: 240 días anuales, 16 horas.

Para las plantas en las que el régimen de producción es de 240 días, los valores promedio de potencia demandada en periodos de actividad es el siguiente:

- Planta Incompuestos: 230kW.
- Planta Glazes: Trafo 1: 340kW, Trafo 2: 160kW, Trafo 3: 78kW.
- Planta Termoplásticos: 570kW.
- Planta Termosets: 230kW.
- Planta Colores Terminados: 400kW.

- Durante los periodos de paro productivo, se ha constatado que existen numerosas cargas que quedan en funcionamiento.



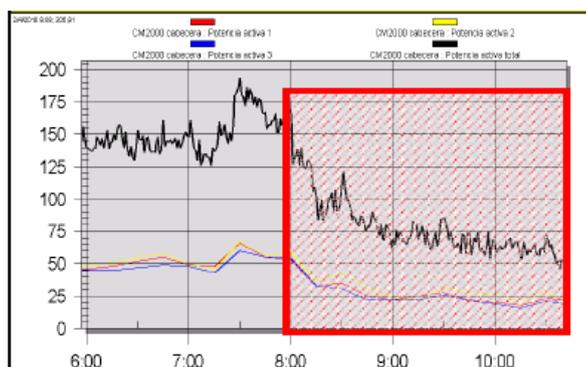
Descripción de la acción:

El consumo energético residual es aquel que se produce durante periodos no productivos en general o asociado en determinadas áreas de fábrica, y que no aporta trabajo útil. En ocasiones se debe a criterios de disponibilidad, si bien mediante la implantación de procedimientos para la conexión y desconexión de equipos o a partir de la mejora en los sistemas de control, es posible reducir o eliminar dichos consumos.

Se observa que los principales equipos responsables de los excedentes de consumo durante estos periodos suelen ser habitualmente:

- Filtros de mangas.
- Ventiladores aspiración proceso.
- Compresores aire comprimido.
- Stan-by equipos de proceso.
- Iluminación de almacenes.
- Iluminación de oficinas y otras áreas.
- Otros equipos eléctricos de proceso.

El siguiente gráfico muestra un ejemplo de la reducción de la demanda de potencia a partir de la desconexión progresiva de cargas residuales en una planta realizada por el personal de mantenimiento durante un día de paro:



A raíz de las inspecciones realizadas mediante las mediciones y lecturas, se ha procedido a analizar el potencial de reducción de consumo energético existente asociado a los periodos no productivos durante todo el año. Para ello, se ha contado adicionalmente con los registros de mediciones de consumo energético de los cuadros generales de baja tensión de Incompuestos y Colores Terminados durante los fines de semana.

Hipótesis de cálculo:Incompuestos:

- El consumo energético en una semana de registro (del 4 a 11-06-2012) fue de:
  - Consumo general Incompuestos, periodo total: 30.840,8 kWh.
  - Consumo general Incompuestos, periodo de inactividad (5-06 a las 6:00h a 7-06-2012 a las 6:00h): 1.896,25 kWh.
  - Consumo aire comprimido (fugas), periodos de inactividad: 960 kWh.
  - Consumo energético residual anual estimado: **178.515 kWh**.
- Se asume un potencial de reducción del consumo residual de un 66%, durante los periodos de inactividad de planta.
  - Ahorro energético potencial, periodo anual: 178.515 kWh.
  - Ahorro energético anual estimado: 117.820 kWh.

**Colores Terminados:**

• Dado que la alimentación del transformador de Colores Terminados no es exclusivo de la planta, sino que alimenta a una parte de la nave de fritas, no ha sido posible disponer de un valor orientativo a nivel general sobre el consumo durante los periodos de inactividad. A pesar de ello, durante uno de los días de la fase de inspección se detectaron las siguientes cargas residuales:

- 38 luminarias de 250W encendidas (zona RinaJet)
- 52 luminarias (V.M / H.M.) de 250W encendidas (Almacén producto acabado).
- 12 luminarias de 2x36W encendidas (iluminación localizada).
- 31 luminarias de 2x58W encendidas (zona sala compresores y pasillos).
- 11 luminarias de 2x58W encendidas (zona cuadros eléctricos de molinos).
- 3 motores de ventiladores de 2,2kW (filtro mangas asociado a mezcladoras).
- Motor 22kW de ventilador de filtro mangas (Lodige 4 y Roll Mixer).
- Motor 22kW de ventilador de filtro mangas (Lodige 6 y enfardadora).
- Motor 15kW de Ventilador filtro mangas nº4.

- El consumo de todas estas cargas residuales suma un total de 93,7kW.
- Se asume un funcionamiento de 24 horas durante un periodo de inactividad de 125 días (365 días – 240 días de producción), un total de 3.000 horas anuales.
- El consumo energético anual asociado a cargas residuales se estima en 281.112 kWh.
- El ahorro económico potencial se estima en 22.650€ anuales.

***El ahorro energético potencial asociado a cargas residuales para la planta de incompuestos y colores acabados se estima en 459.616 kWh, es decir, aproximadamente 37.040 € anuales.***

El ahorro energético estimado no contempla las cargas residuales existentes en otras plantas en las que existen áreas con actividad intermitente o con periodos de actividad más reducidos que los de fábrica, por lo que el potencial de ahorro es mayor al aquí indicado.

**Solución propuesta:**

Para la consecución de los ahorros energéticos indicados, resulta clave la implantación *progresiva de un sistema de gestión energética a partir de un sistema de medida como el propuesto en la acción nº1, para la monitorización de estas cargas y la aplicación de objetivos de ahorro energético para la consecución de los resultados.* Para ello se deben instalar contadores de horas en los equipos de proceso asociados a dichas cargas residuales y tanto la implementación de protocolos para la desconexión de equipos a nivel de operarios, como la aplicación de soluciones de control local como controles de iluminación por presencia o temporizados a la desconexión, relojes horarios, controles locales para la programación horaria de equipos con opción al control remoto, entre otras soluciones específicas que deben analizarse en detalle para poder determinar la solución técnica fiable para la consecución de dichos objetivos.

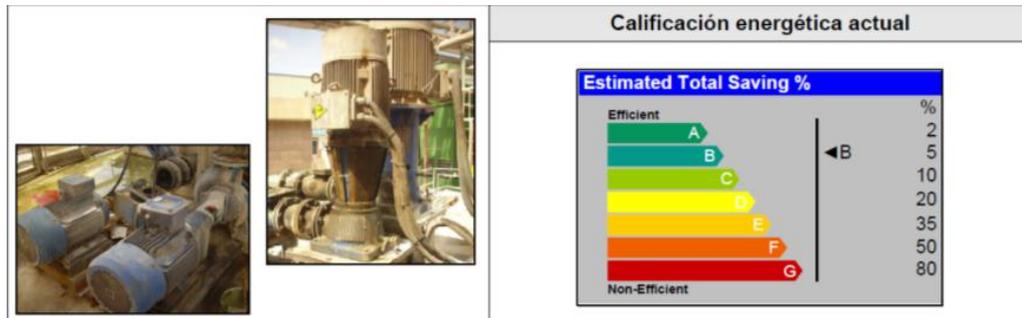
**4.3. General de planta. Motores.**

Acción 3	Implementación de un Plan de Mantenimiento Proactivo de			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión(€)	ROI (Años)
TOTAL	56.377	670	0	0,0

**Observación:**

Las propuestas de mejora potencial en cuanto a accionamientos electromecánicos se refiere, se ven limitadas en gran medida por las horas de funcionamiento de los equipos. La propuesta, expuesta más adelante, implica la implantación de un mantenimiento proactivo de motores mediante la sustitución progresiva de los motores eléctricos instalados actualmente por otros de máxima eficiencia (EFF1) según el programa de *proactive motor management* y el software de EuroDEEM [5].

Para determinar el potencial de ahorro en la aplicación de una filosofía de mantenimiento proactivo para el caso de motores, es necesario disponer de datos específicos de las condiciones de operación de los motores y sus costes asociados.



### Descripción de la acción:

El sistema de mantenimiento proactivo representa en la actualidad uno de los métodos de gestión más eficientes a nivel técnico-económico. Este sistema integra ventajas en cuanto a costes de explotación y mejora de la fiabilidad y de la eficiencia energética.

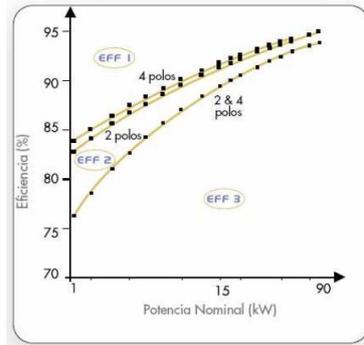
El mantenimiento proactivo de motores puede representar una oportunidad para introducir esta nueva filosofía en la gestión del mantenimiento de planta.



**Pantalla de software de programa Eurodeem**

La consecución de los ahorros potenciales asociados a esta propuesta pasa por la implementación del plan de mantenimiento proactivo de motores según el manual editado a través de la motor *decisions matter campaign* [6] elaborado por el consorcio americano para la eficiencia energética, grupo integrado por fabricantes, proveedores, administradores de programas de eficiencia energética y asociaciones como la U.S. EPA [7] y la U.S. DOE. Dicho manual recoge los criterios y pasos para una correcta y exitosa implantación de esta filosofía de mantenimiento. Gracias a la herramienta informática que facilita de forma gratuita Eurodeem es posible ejecutar todos los pasos determinados en dicho manual. De esta forma se obtiene un control total sobre la manera de proceder más acertada a la hora de sustituir un motor dañado por otro más eficiente, rebobinarlo según los criterios fijados por Eurodeem para mantener los niveles de eficiencia del motor o realizar sustituciones directas debido a la rentabilidad económica que implica dicha acción derivada de los ahorros energéticos obtenidos.

En la tabla siguiente se muestran los valores de rendimiento según la clasificación impulsada por la Comisión Europea y realizada por el CEPEM según el método de la suma de pérdidas de acuerdo con la norma EN 60034-2 + A1:1996 + A2:1996: [8].



Definición de la clase para motores de cuatro polos:				Definición de la clase para motores de dos polos:			
Kw	EFF3 motor %	EFF2 motor %	EFF1 motor %	Kw	EFF3 motor %	EFF2 motor %	EFF1 motor %
1.1	< 76.2	≥ 76.2	≥ 83.8	1.1	< 76.2	≥ 76.2	≥ 82.8
1.5	< 78.5	≥ 78.5	≥ 85.0	1.5	< 78.5	≥ 78.5	≥ 84.1
2.2	< 81.0	≥ 81.0	≥ 86.4	2.2	< 81.0	≥ 81.0	≥ 85.6
3	< 82.6	≥ 82.6	≥ 87.4	3	< 82.6	≥ 82.6	≥ 85.7
4	< 84.2	≥ 84.2	≥ 88.3	4	< 84.2	≥ 84.2	≥ 87.6
5.5	< 85.7	≥ 85.7	≥ 89.2	5.5	< 85.7	≥ 85.7	≥ 88.6
7.5	< 87.0	≥ 87.0	≥ 90.1	7.5	< 87.0	≥ 87.0	≥ 89.5
11	< 88.4	≥ 88.4	≥ 91.0	11	< 88.4	≥ 88.4	≥ 90.5
15	< 89.4	≥ 89.4	≥ 91.8	15	< 89.4	≥ 89.4	≥ 91.3
18.5	< 90.0	≥ 90.0	≥ 92.2	18.5	< 90.0	≥ 90.0	≥ 91.8
22	< 90.5	≥ 90.5	≥ 92.6	22	< 90.5	≥ 90.5	≥ 92.2
30	< 91.4	≥ 91.4	≥ 93.2	30	< 91.4	≥ 91.4	≥ 92.9
37	< 92.0	≥ 92.0	≥ 93.6	37	< 92.0	≥ 92.0	≥ 93.3
45	< 92.5	≥ 92.5	≥ 93.9	45	< 92.5	≥ 92.5	≥ 93.7
55	< 93.0	≥ 93.0	≥ 94.2	55	< 93.0	≥ 93.0	≥ 94.0
75	< 93.6	≥ 93.6	≥ 94.7	75	< 93.6	≥ 93.6	≥ 94.6
90	< 93.9	≥ 93.9	≥ 95.0	90	< 93.9	≥ 93.9	≥ 95.0

Durante la fase de inspección se procedió a seleccionar un grupo de motores candidatos para la puesta en marcha del plan de mantenimiento proactivo. En este caso se seleccionaron los 35 motores de mayor potencia de cada planta. La tabla siguiente muestra el listado de motores:

Código	Proceso asociado	Fábrica	Potencia nominal (kW)	Potencia absorbida estimada (kW)	Nivel eficiencia
MOT001	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT002	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT003	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT004	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT005	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT006	Compresor Aire comprimido	Colores Base	350	410	EFF2
MOT007	Compresor Aire comprimido	Glazes	132	132	EFF2
MOT008	Compresor Aire comprimido	Glazes	110	122	EFF2
MOT009	Compresor Aire comprimido	Glazes	90	105	EFF2
MOT010	Compresor Aire comprimido	Glazes	75	88	EFF2
MOT011	Molienda	Glazes	132	70	EFF2
MOT012	Molienda	Glazes	132	70	EFF2
MOT013	Molienda	Glazes	95	50	EFF2
MOT014	Molienda	Glazes	75	40	EFF2
MOT015	Molienda	Glazes	55	30	EFF2
MOT016	Molienda	Glazes	55	30	EFF2
MOT017	Molienda	Glazes	55	30	EFF2
MOT018	Molienda	Glazes	55	30	EFF2
MOT019	Compresor Aire comprimido	Incompuestos	90	45	EFF2
MOT020	Extrusora Werner	Termoplásticos	-	432	EFF2
MOT021	Extrusora CP-57	Termoplásticos	-	180	EFF2
MOT022	Extrusora CP-57	Termoplásticos	-	60	EFF2
MOT023	Extrusora CP-231	Termoplásticos	-	56	EFF2
MOT024	Extrusora CP-232	Termoplásticos	-	56	EFF2
MOT025	Extrusora ZSK40	Termoplásticos	-	210	EFF2
MOT026	Extrusora Farrel 1	Termoplásticos	-	85	EFF2
MOT027	Extrusora Farrel 2	Termoplásticos	-	65	EFF2
MOT028	Compresor Aire comprimido	Termoplásticos	75	88	EFF2
MOT029	Compresor Aire comprimido	Termosets	75	88	EFF2
MOT030	Compresor Aire comprimido	Fritas	250	310	EFF2
MOT031	Compresor Aire comprimido	Fritas	250	280	EFF2
MOT032	Compresor Aire comprimido	Fritas	110	122	EFF2
MOT033	Compresor Aire comprimido	Fritas Nueva	132	132	EFF2
MOT034	Compresor Aire comprimido	Colores Terminados	75	88	EFF2
MOT035	Compresor Aire comprimido	Colores Terminados	75	88	EFF2

**Hipótesis de cálculo:**

En relación a la presente propuesta se han asumido las siguientes hipótesis de cálculo:

- Para la determinación del potencial de ahorro se ha optado por tomar un valor medio de ahorro específico de un 3%.
- Se parte de la hipótesis de que todos los motores son clase EFF2, de forma que el ahorro se plantea en el escenario de ahorro más desfavorable.
- Se asumen las siguientes condiciones de operación según la tipología de aplicación:
  - Compresores de aire comprimido: factor de utilización de 0.75 sobre una potencia total de 4.148 kW y 75% de tiempo de funcionamiento sobre un total de 7.680 horas anuales.
  - Molienda: factor de utilización de 1 sobre una potencia total de 350 kW y 50% de tiempo de funcionamiento sobre un total de 5.760 horas anuales.
  - Extrusoras: factor de utilización de 1 sobre una potencia total de 1.144 kW y 50% e tiempo de funcionamiento sobre un total de 7.680 horas anuales.
- Según las horas de funcionamiento indicadas, el consumo energético anual se estima en 23.320 MWh, lo que equivale a 1.880 k€..

**Solución propuesta:**

Según lo indicado, en la página web oficial de Eurodeem se dispone de información más detallada.

Se puede acceder a ella mediante el siguiente link:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/eurodeem/introduction.htm> [5].

Así mismo, para descargarse tanto el manual de Eurodeem como el software para la puesta en marcha de este sistema, se puede acceder desde el enlace anterior o directamente desde:

<http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/eurodeem/imssa.htm> [9].

**Resultados de cálculo e inversión:**

El consumo energético potencial de los motores seleccionados se estima en 23.320,3 MWh, lo que supone un ahorro energético potencial de 669,6 MWh, equivalente a un ahorro económico de **56.377 € al año.**

Cabe destacar que el dato de ahorro potencial calculado para el grupo motores podría extrapolarse al resto de motores de fábrica por lo que el ahorro potencial es mayor al aquí indicado.

**4.4. Planta de Colores Base. Instalación de aire comprimido.**

Acción 4	Aire Comprimido. Optimización de regulación y control de la instalación.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
4.1	110.000	1.365	210.000	1,9
4.2	185.000	1.820	0	0
TOTAL	295.000	3.185	210.000	0,7

**Observación:**

La planta de Colores Base cuenta con una instalación de aire comprimido centralizada de gran tamaño, para suministrar aire comprimido con el fin del proceso, si bien el principal consumo de

aire corresponde al funcionamiento de los molinos Jet-Mill que se encargan de moler el producto en un depósito a presión.

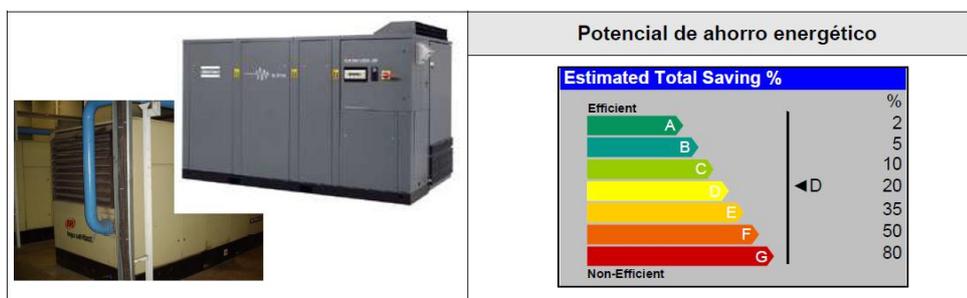
La instalación consta de 6 compresores de 350kW de potencia nominal, 6 secadores frigoríficos y dos depósitos acumuladores de 10.000 litros cada uno. Los compresores regulan en modo carga/descarga y disponen de una centralita del fabricante IngerSoll-Rand, que gestiona de forma conjunta el funcionamiento de los compresores. Dicha centralita se encarga de mantener la presión de la red asignando prioridades de marcha, carga, descarga y paro para cada uno de los compresores en función de diferentes niveles de presión en la red.

Durante el mes de Septiembre se realizó un estudio de aire comprimido en el que se analizaron los perfiles de consumo de electricidad y de aire comprimido. Durante la fase de inspección y a raíz de las mediciones realizadas se puede comprobar que la variabilidad de la demanda es muy alta, por lo que desde el punto de vista energético el control de compresores instalado optimiza en gran medida el consumo energético de la instalación. A pesar de ello, y desde el punto de vista de la fiabilidad, el número de arranques diarios realizado por los compresores podría influir en la vida útil de los equipos por lo que este aspecto debería considerarse seriamente a la hora de invertir en una solución que reduzca drásticamente el número medio de arranques diarios.

La planta tiene un régimen de producción de 24 horas/día, 320 días/año.

En la siguiente tabla quedan reflejados los datos y características básicas de los compresores que componen la central:

nº comp.	Marca	Modelo	Pres. nom. (bar)	Caudal nom. (m3/h)	Pot. nom. (kW)	Dato 1 - Horas func.	Dato 1 - Horas carga	Histórico % Tasa de carga	Dato 2 - Horas func.	Dato 2 - Horas carga	% Tasa de carga periodo
1	IngerSoll-Rand	M350	7,5	4.152	350	13.445	9.109	67,8%	13.465	9.118	45,0%
2	IngerSoll-Rand	M350	7,5	4.152	350	13.696	8.935	65,2%	13.708	8.937	16,7%
3	IngerSoll-Rand	M350	7,5	4.152	350	18.268	15.929	87,2%	18.282	15.930	7,1%
4	IngerSoll-Rand	M350	7,5	4.152	350	10.352	4.784	46,2%	10.376	4.807	95,8%
5	IngerSoll-Rand	M350	7,5	4.152	350	17.650	12.939	73,3%	17.674	12.961	91,7%
6	IngerSoll-Rand	M132	7,5	1.512	132	16.023	10.639	66,4%	19.029	10.939	10,0%



#### 4.4.1. Implementación de control activo y compresores con variación de velocidad.

##### Descripción:

Para la optimización del rendimiento de la instalación de aire comprimido se requiere de la implantación de al menos dos compresores con variación de velocidad que permitan gestionar la gran variabilidad de la demanda.

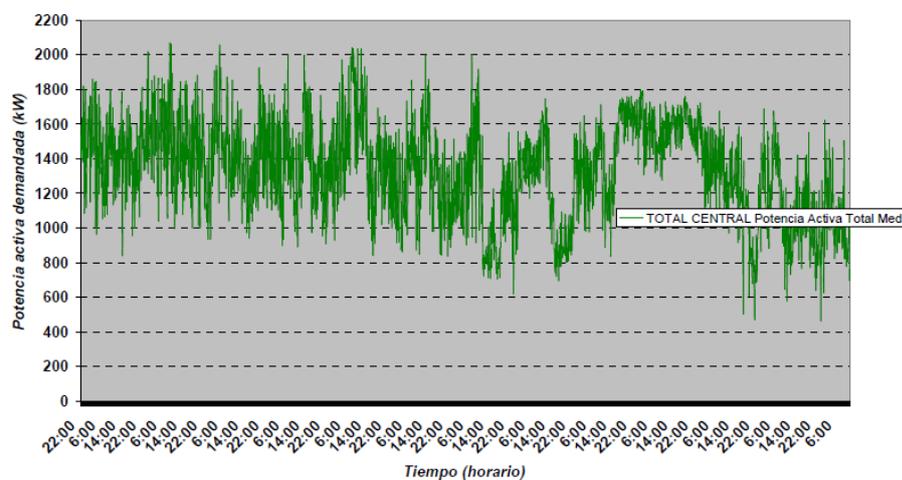
Disponer de dos compresores con variación de velocidad manteniendo a estos como 'maestros' permitiría maximizar las tasas de carga del conjunto de los compresores gestionados por la centralita de control multicompresor existente. La presente propuesta implica la implementación de un control activo para el suministro de aire de la instalación. Este control permitiría variar las prioridades de marcha y paro y la consigna de presión en función de los estados de marcha de los equipos de mayor consumo de aire del proceso.

El hecho de no disponer de compresores de reserva para repartir horas de trabajo o en caso de avería de alguno de los compresores, abre la posibilidad de aprovechar esa necesidad para adquirir estos compresores con tecnología de variación de velocidad.

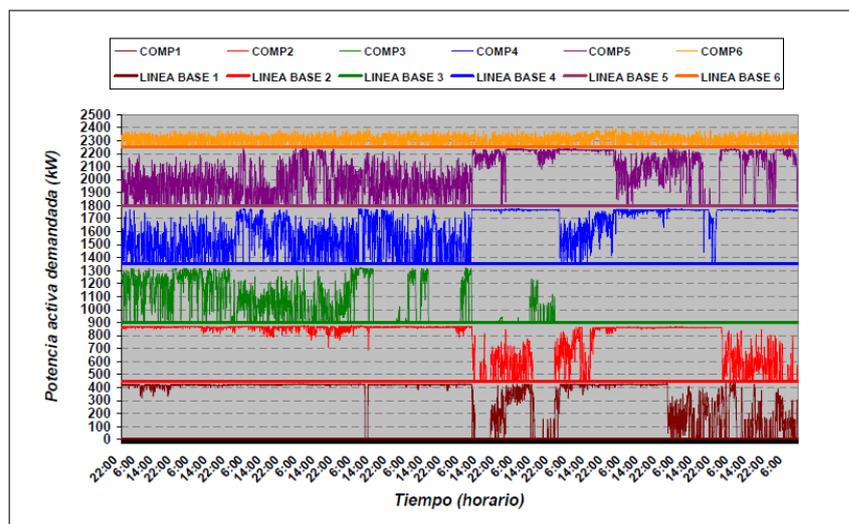
### Hipótesis de cálculo:

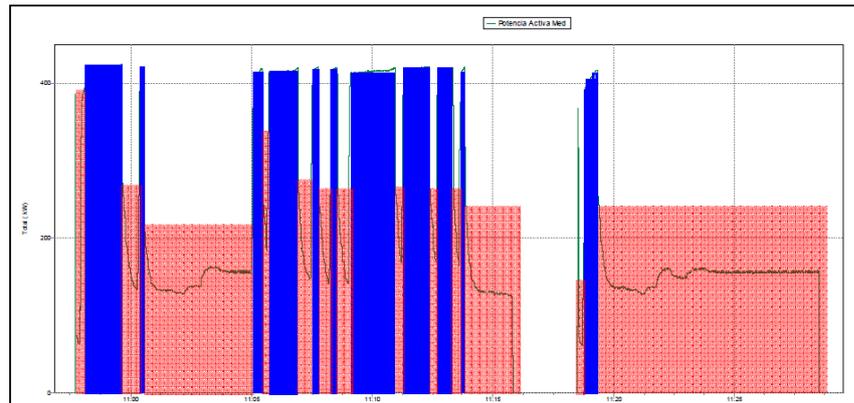
A partir de los datos de registro de consumo obtenidos de las medidas realizadas durante la fase de inspección se ha elaborado el siguiente gráfico que muestra el perfil de consumo de los 6 compresores activos en el período comprendido desde el 13/05/2012 al 26/05/2012, el intervalo de medida es de 5 minutos.

En el gráfico puede comprobarse que la variación de la demanda de aire se corresponde con la capacidad de 3 compresores aproximadamente. Así mismo, se sabe que las variaciones de presión debidas al proceso pueden resultar de 1 bar en poco menos de 2 minutos de tiempo. Este dato junto con los perfiles de carga analizados, revela que una solución de variación de velocidad exclusivamente para dos compresores podría ser insuficiente para mantener un control sobre la red que permita reducir en un 75% el consumo en vacío de los compresores, dada la gran variabilidad en la demanda. En este caso, la regulación de dos compresores se corresponden con una capacidad de aire equivalente a la de 1,25 compresores en carga. A pesar de ello, la rápida respuesta de este tipo de compresores permite ralentizar la bajada de presión producida por un aumento repentino de la demanda de aire. Este hecho junto con la capacidad de anticipar la variación de la demanda con segundos de antelación mediante la reprogramación o sustitución del control actual podría ser suficiente para mantener un control adecuado y unos valores de presión de la red más reducidos con el consiguiente ahorro adicional que ello implica. Según datos del fabricante [10], por cada bar de presión que se reduce, el consumo energético se reduce en un 7% aproximadamente.



El perfil de carga anterior puede descomponerse de la siguiente manera para entender mejor el modo de operación de los compresores gobernados por la centralita de control existente:

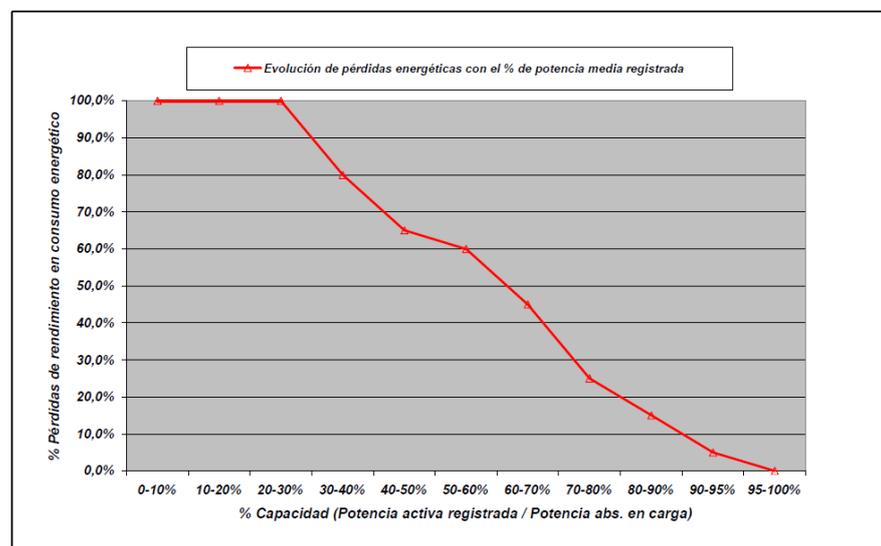




En el gráfico anterior puede observarse fácilmente el tiempo y la magnitud de las pérdidas (color fucsia) para una medida tomada a un intervalo de 1 segundo y un periodo de 30 minutos. Las áreas azules representan el tiempo y la potencia absorbida en los periodos en carga (trabajo útil).

Para la determinación de los valores promedio de tiempos de carga y descarga para establecer así el % de pérdidas estimado se han analizado los registros de medida asociando a los diferentes valores de potencia media registrada a los consumos en carga y descarga para diferentes intervalos de tiempo.

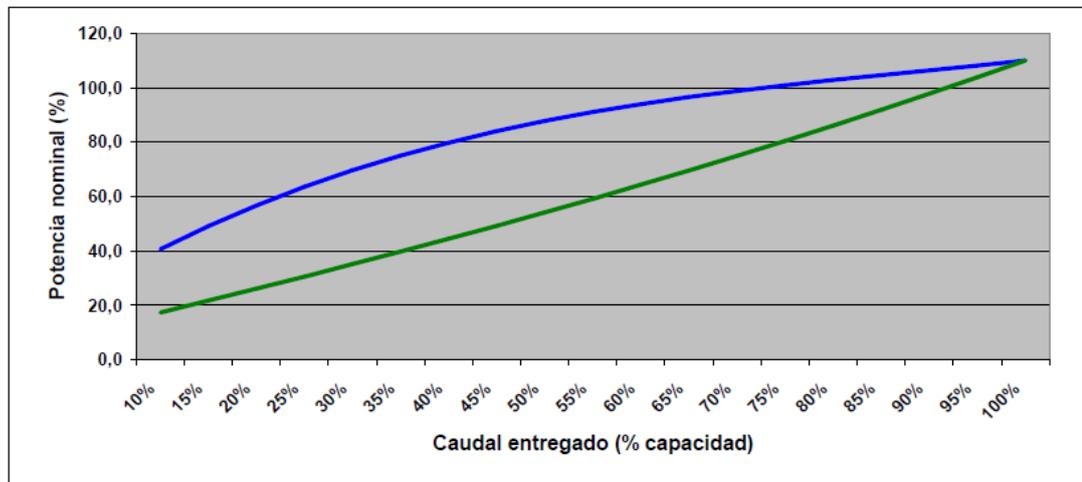
Para instalaciones gobernadas con sistemas de control multicompresor y teniendo en cuenta el retardo a la parada que presenta el control de esta instalación (en algunos casos de 1 o 1,5 minutos) el siguiente gráfico muestra los resultados del análisis realizado:



El porcentaje de pérdidas refleja la fracción de consumo para cada valor de potencia media registrada (a un intervalo de 5 minutos) que se corresponde con consumo en descarga.

A continuación se muestra un gráfico que representa la diferencia de rendimiento entre un compresor con variación de velocidad y otro con regulación en carga y descarga. En el primer caso no solo eliminamos los tiempos de funcionamiento en descarga con el ahorro que ello supone sino que también reducimos el consumo energético derivado de reducir la banda de presión existente que, en el caso de un sistema con variación de velocidad no necesita ya que la consigna de presión

permanece constante. La curva azul muestra el comportamiento del compresor en modo carga/descarga. La curva verde muestra el comportamiento de dicho compresor con variador de velocidad. Se observa como la potencia absorbida por el compresor por debajo del 100% de capacidad, es menor cuando existe variación de velocidad.



- El consumo energético de la central de aire comprimido para 320 días de producción anual, se estima en 10.307,9 MWh anuales.
- Según el análisis realizado las pérdidas energéticas asociadas a los tiempos de funcionamiento en descarga resultan de 1.820,19MWh, equivalente a 146.680€ anuales, un 17,6% sobre el consumo energético anual de la instalación.
- Se estima que los tiempos de funcionamiento en descarga pueden reducirse al menos en un 75% con la implementación de la solución propuesta.
- Tanto para la reprogramación de las prioridades del control existente con la incorporación de los compresores con variación de velocidad, como para el proyecto de control activo propuesto, los costes de integración y programación se consideran nulos (integración propia) y los costes de material se consideran despreciables en relación al sobrecoste de los nuevos compresores.

### Solución propuesta:

Para poder gestionar la significativa variabilidad que presenta la demanda de aire comprimido se considera necesaria la adquisición de dos compresores con variación de velocidad de al menos 315kW (modelo GA 315VSD o similar) cada uno junto con la reprogramación en la asignación de prioridades de la centralita de control existente para mantener a los dos compresores como maestros y el resto de compresores como esclavos.

En un segundo nivel, se propone la realización de un proyecto de control (control activo) que permitiría variar las prioridades de marcha y paro y la consigna de presión en función de los estados de marcha de los equipos de mayor consumo de aire del proceso. El objetivo del control debe ser en primer lugar mantener los valores de presión de red, en segundo lugar minimizar los tiempos en descarga de los compresores y por último mantener a los compresores con variación de velocidad con niveles de capacidad próximos al 70% para optimizar el rendimiento de los mismos.

La instalación no cuenta con compresores de reserva, teniendo en cuenta que son 6 compresores de 350kW que funcionan de forma habitual. La inversión necesaria para la mejora y optimización energética de la instalación se asocia al sobrecoste de los dos compresores con variación de velocidad respecto a otros equivalentes. Este coste se estima en 30k€ por compresor.

Una vez implantada la solución, en función de la efectividad del control podría plantearse la ampliación de la capacidad de almacenaje de aire comprimido de los actuales 20.000L a 30.000L o incluso 40.000L, si bien se considera que con el sistema de control activo y la regulación mediante variación de velocidad debe ser suficiente.

**Resultados de ahorro e inversión estimados:**

El ahorro energético estimado resultante se estima en 1.365,14 MWh, equivalente a 110.000 € anuales.

La inversión necesaria para la adquisición de dos compresores con variación de velocidad de 315kW se estima en 210k€ (180k€ compresor nuevo + 30k€ diferencia entre un compresor estándar y otro con variación de velocidad), los costes de integración para la reprogramación del controlador existente se consideran nulos (integración propia). El retorno de inversión simple resulta de 1,9 años.

**4.4.2. Secuenciación de marcha y paro de los Jet-Mill.****Descripción de la acción:**

En un último nivel de optimización para la mejora del rendimiento de la instalación y reducción de los costes operativos del proceso asociados al consumo de aire comprimido, la implementación de un control que supedita la entrada de los Jet-Mill en función de la capacidad de la instalación de aire comprimido, permitiría no sólo un ahorro potencial en cuanto a no aumentar la potencia contratada debido a aplanar la curva de demanda para intervalos de 15 minutos, sino que ante un futuro aumento de la producción (previsto) la implementación del control de demanda o secuenciación de los Jet- Mill permitiría aprovechar mejor la capacidad de la instalación existente, y así ahorrar en la adquisición de nuevos compresores con los elevados costes que ello implica.

**Hipótesis y resultados de cálculo :**

Ante un eventual aumento de la producción en la planta de Colores Base, se asume que el ahorro potencial es de al menos 1 compresor de aire comprimido por lo que el valor de ahorro económico se estima en 150k€ aproximadamente.

Conviene indicar que el ahorro de capacidad de la instalación de aire comprimido de Colores Base podría justificar la compra de uno de los compresores con variación de velocidad por lo que esta acción está directamente relacionada con la acción anterior.

La implementación de este control eliminaría por completo los tiempos en descarga de la instalación por lo que el ahorro energético asociado a la presente propuesta se estima en 455 MWh, equivalente a 36.666 €/año, derivados de reducir en un 25% las pérdidas energéticas ya consideradas en el apartado anterior (reducción de un 75%) sobre un total de 1.820,19 MWh.

El ahorro económico resultante se estima en un total de 185 k€ anuales.

La inversión necesaria se considera nula, tanto el estudio como el proyecto se asume que podrían realizarse con recursos propios. Los costes asociados a material e instalación se consideran despreciables en relación al ahorro económico potencial.

**Solución propuesta:**

Se propone la realización de un estudio para la definición de las bases de programación para la secuenciación de los Jet-Mill. Para ello, los datos de registros del scada de instalaciones y la instalación de equipos de medida eléctricos propuestos en la acción nº1 permitirán elaborar un histograma de capacidad para determinar la evolución de la demanda de aire por intervalos (ello podría implicar la instalación de caudalímetros comunicantes en los Jet Mill). El objetivo es definir el proyecto de control y analizar las dificultades que se puedan presentar para la decisión de ejecutar el proyecto.

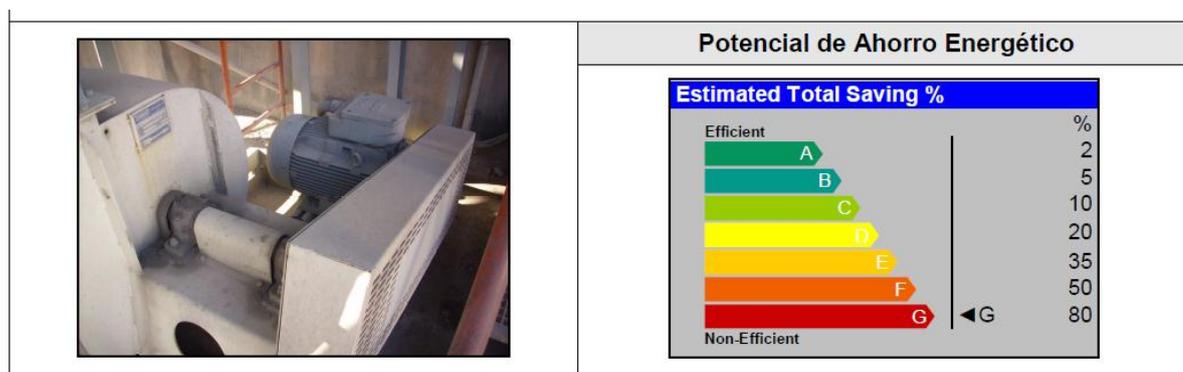
La inversión necesaria se considera nula, tanto el estudio como el proyecto se asume que podrían realizarse con recursos propios. Los costes asociados a material e instalación se consideran despreciables en relación al ahorro económico potencial.

#### 4.5. Planta de Glazes. Ventilación filtros de mangas.

Acción 5	Enclavamiento eléctrico de ventiladores y limpieza de filtros de mangas con equipos asociados.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	8.350	104	13.000	1,5

##### Observación:

En la planta de Glazes, se emplea la aspiración de polvo para la molienda y para el ensacado de producto. Tres de los ventiladores de aspiración se encuentran asociados a molinos y uno de ellos al ensacado. Durante la fase de inspección se detectó que los ventiladores asociados a molinos funcionan durante muchas horas. Sin embargo sólo se requieren durante la carga de los molinos cuya duración es limitada. Los ventiladores cuentan todos ellos con una potencia nominal de 15kW.



##### Descripción de la acción:

Uno de los equipos responsables del consumo energético fuera de horario productivo son los filtros de mangas. Estos equipos en muchas ocasiones deben aspirar de diferentes puntos por lo que la mayor parte de casos no se tiene un control sobre las horas en las que es necesaria la aspiración. A modo de ejemplo la presente propuesta evalúa el potencial de ahorro energético de una solución de enclavamiento eléctrico en la planta de Glazes. Esta solución por tanto es extrapolable al resto de plantas productivas. Aun así su evaluación va a requerir de la instalación de contadores de horas en la maquinaria asociada a los filtros de mangas, con el objetivo de comprobar la viabilidad de este tipo de soluciones.

##### Hipótesis de cálculo:

Las condiciones básicas de operación de los ventiladores de los filtros de mangas fueron las siguientes:

- Filtro MVL 1: asociado a 4 molinos grandes. Promedio de horas en marcha 20 horas diarias. Horas de trabajo necesarias 7 horas.
  - Filtro MVL 2: asociado a 4 molinos grandes. Promedio de horas en marcha 20 horas diarias. Horas de trabajo necesarias 7 horas.
  - Filtro MVL 3: asociado a 8 molinos pequeños. Promedio de horas en marcha 8 horas diarias. Horas de trabajo necesarias 2 horas.
- Se asume un factor de carga del 90%.

- El consumo energético estimado para los diferentes ventiladores se de 155.520 kWh.
- El ahorro energético se estima en 103.680 kWh, lo que supone aproximadamente 8.350 € anuales.

#### Solución propuesta:

La solución técnica contempla la instalación de un pequeño autómatas que recibirá las señales de estado de los molinos asociados al ventilador del filtro de mangas, y que permitirá ordenar la parada y el arranque del ventilador en los momentos requeridos por el proceso. La solución técnica podría exigir la instalación de arrancadores electrónicos o variadores de velocidad para el arranque suave de los motores, en cuyo caso el orden de inversión para la instalación de variadores de velocidad con instalación y puesta en marcha se estima en 13.000 €. El retorno de inversión en este caso se estima en 1,5 años.

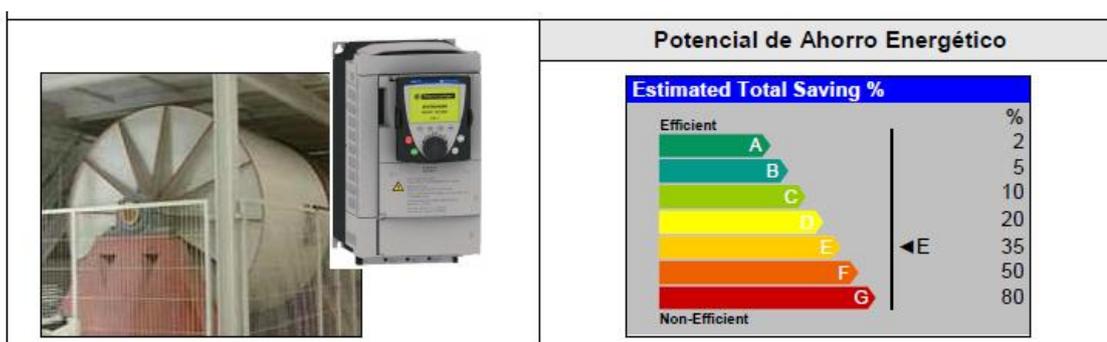
### 4.6. Planta de Glazes. Proceso de molienda.

Acción 6	Implantación de variadores de velocidad en molinos.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	9.500	233	34.676	3,6

#### Observación:

Los procesos de molienda se dividen en dos tipos: molienda de vía seca y molienda de vía húmeda. La planta cuenta con procesos de molienda en la producción de Colores Terminados, Esmaltes y Fritas.

Durante la fase de inspección, en la planta de Glazes, estaban programadas algunas pruebas de mejora en el proceso de molienda mediante la variación de velocidad en uno de los molinos equipado con variador de frecuencia, el molino nº2. El molino nº2 tiene una capacidad de 10Tn y cuenta con un motor de 132kW de potencia nominal. La molienda tiene una duración variable que depende de las características del producto, si bien se encuentra entre las 8 y las 14 horas habitualmente.



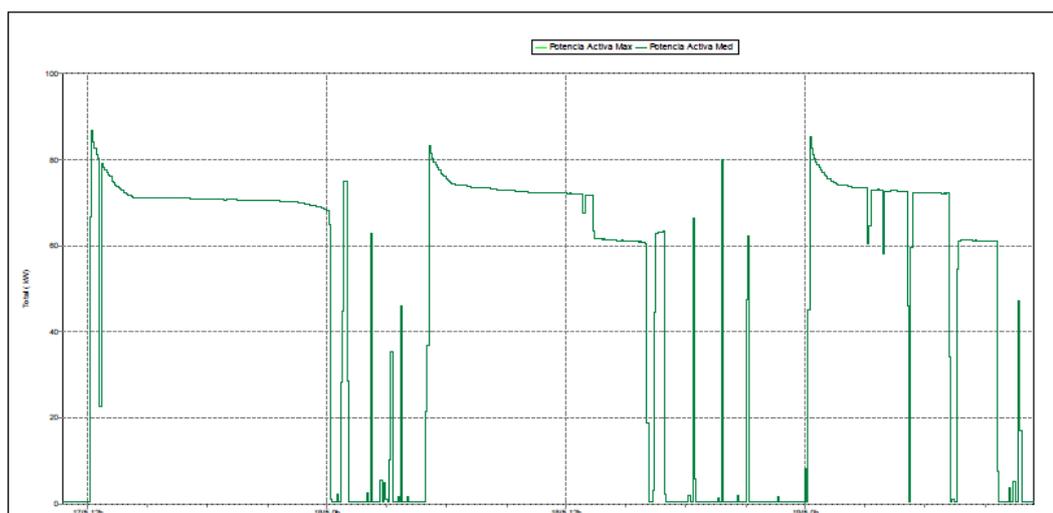
#### Descripción de la acción:

En los procesos de molienda la regulación se realiza habitualmente únicamente por tiempo, por lo que el motor del molino, al trabajar a velocidad constante no existe la posibilidad optimizar el consumo energético durante el proceso. La instalación de un equipo de medida eléctrico durante pruebas de mejora en el proceso de determinados productos, permitió cuantificar el ahorro energético y la reducción en tiempo de proceso que es posible conseguir mediante esta tecnología. Para cada producto se puede definir una receta para su tratamiento con el objetivo de minimizar el consumo energético y el tiempo requerido. Las ventajas de la aplicación de variación de velocidad en

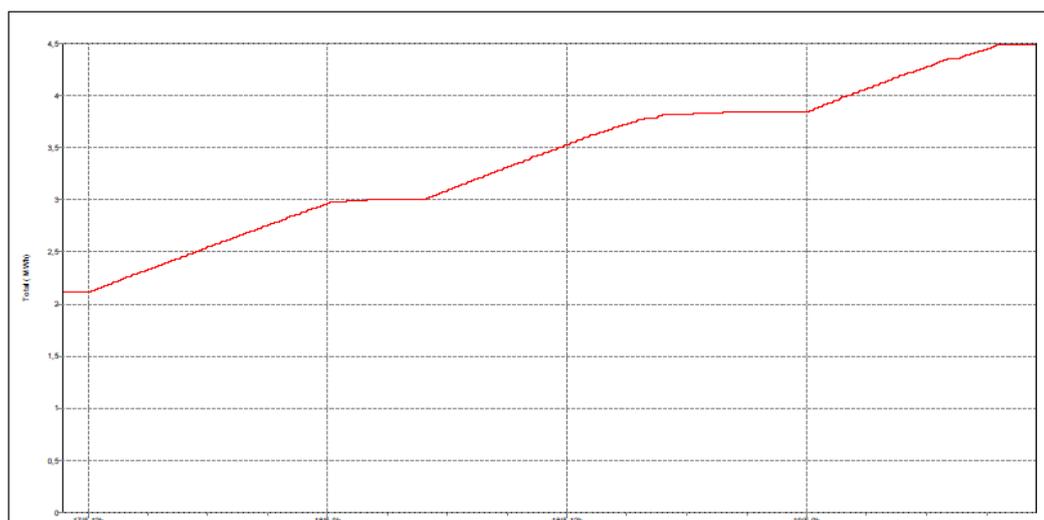
los molinos no sólo incluyen ahorros energéticos y mejoras en el proceso, sino que el ahorro en costes de mantenimiento puede ser muy importante dado que la sustitución de correas de transmisión en molinos sin regulación de velocidad o arrancadores suaves es muy importante, y por tanto es un coste económico que debe considerarse para decidirse por la instalación de un variador de velocidad.

### Hipótesis de cálculo:

A continuación se muestra un gráfico sobre 3 días de un registro de medida realizadosobre el molino nº2:



A continuación se muestra el gráfico de energía para el mismo periodo a partir del cual se extrajeron los siguientes resultados de consumo y ahorro energético:



Los resultados se obtuvieron para un mismo producto y para la misma capacidad para tres lotes de molienda, el primero a velocidad constante, el segundo y el tercero a velocidad variable, este último con el mejor resultado de consumo energético y tiempo de proceso:

- Día 17/05: Duración de proceso 12h, consumo energético de 847,9kWh.
- Día 17/05: Duración de proceso 11h, consumo energético de 772,8kWh.

- Día 17/05: Duración de proceso 9h, consumo energético de 633,3kWh.
- Resultado de ahorro específico: 25,3%.
- Ahorro energético por lote: 214,6 kWh.
- Consumo energético anual estimado: 11.833,6 kWh.
- Consumo anual estimado (48 semanas de producción): 568.013 kWh.
- Ahorro energético potencial, periodo anual: 143.707 kWh.
- Ahorro económico potencial, periodo anual: 12.373 €.
- El ahorro potencial aplicado a los 4 molinos de Glazes de 4 Tn y 55kW de potencia nominal para un funcionamiento de 4.000 horas anuales se estima en 118.000 kWh, equivalente a 9.500 € anuales.
- El ahorro potencial aplicado a los molinos de Glazes que actualmente disponen de variación de velocidad, es, para un funcionamiento anual de 4.000 horas es 232.760 kWh, derivados de un ahorro específico del 25,3% sobre un consumo anual de 920.000 kWh. En este caso el retorno de inversión es de 0 años ya que estos molinos disponen de variador de velocidad instalado.

### Solución propuesta:

La solución propuesta contempla la implementación progresiva de variadores de velocidad en los 4 molinos de 4 Tn de la planta de Glazes, que trabajen al menos 4.000 horas anuales. Así mismo, la tecnología permite obtener ahorros a partir de la aplicación de procedimientos para determinar las recetas para cada familia de productos. Esto implica un trabajo de mejora continua y realización de pruebas para la consecución de los objetivos de ahorro y mejora del proceso, cuya aplicación ya se está llevando a cabo por los ingenieros de la planta, y podría implicar ahorros importantes aplicando esta solución al resto de plantas (Fritas y Colores Terminados).

La solución de variación de velocidad para los molinos se recomienda que se plantee con la opción de sustituir el motor por otro de máxima eficiencia dados los bajos factores de carga existentes en estos motores.

### Resultados de ahorro e inversión estimados:

El coste estimado de la aplicación de variadores de velocidad en los 4 molinos de 4 Tn y 55kW de potencia nominal cada uno es de 34.676 €. La solución contempla la instalación de los variadores de velocidad montados en nuevo cuadro eléctrico y con regulación en lazo abierto. Se recomienda la instalación de los variadores con filtros RFI y cable apantallado hasta los receptores. El periodo de retorno simple de la inversión resultaría de 3,6 años.



## 4.7. Planta de Fritas. Instalación de refrigeración.

Acción 7	Implementación de control por variación de velocidad en bomba de impulsión de circuito de refrigeración de fritas.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	4.200	52	6.500	1,5

**Observación:**

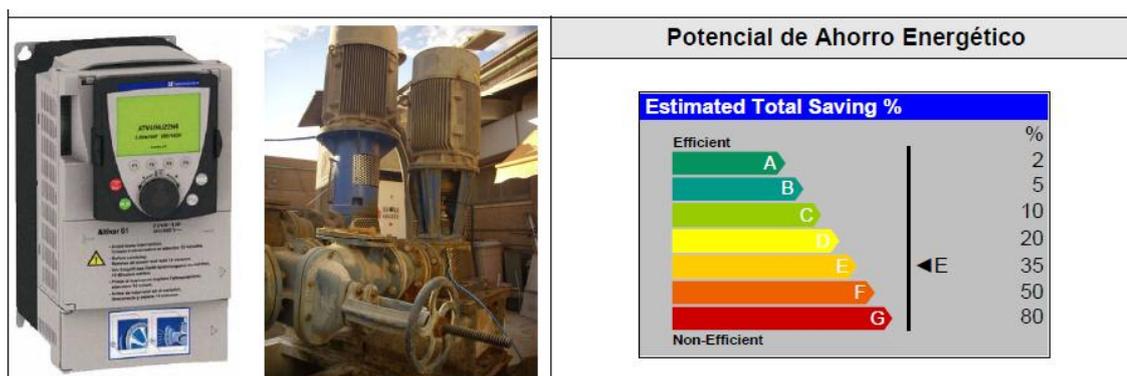
La instalación de refrigeración de fritas cuenta con tres torres de refrigeración. Una de ellas recircula agua sobre un depósito de 600m<sup>3</sup> para reducir o mantener la temperatura del tanque y una segunda etapa compuesta por las dos torres, se encarga de bajar la temperatura del agua en caso de aumento de la carga térmica a refrigerar.

Una bomba de 180m<sup>3</sup>/h de caudal nominal mediante un control por nivel, se encarga de enviar agua desde el tanque a una balsa de recirculación de 330m<sup>3</sup> de capacidad. Una vez enfriada el agua, una bomba situada en la balsa de recirculación impulsa el agua desde ésta a los hornos de fritas, donde la frita cae sobre los depósitos abiertos de agua de cada horno para producirse la cristalización del producto.

La bomba de impulsión de agua de la balsa de recirculación a los hornos de fritas tiene un caudal nominal de 180 m<sup>3</sup>/h y una potencia nominal de 55kW. Esta bomba dispone de una regulación manual mediante válvula de estrangulamiento a la salida de la bomba.

Durante el periodo de análisis se pudo comprobar que la presión del circuito se encontraba a 3,55bar. Así mismo se tomaron medidas mediante pinza amperimétrica donde la intensidad de corriente consumida por la bomba fue de 56A.

La bomba trabaja 24h, 320 días anuales, o sea, un total de 7.680 horas/año. El consumo energético anual de la instalación se estima en 252.672kWh, equivalente a 20.361 €/año.

**Descripción de la acción:**

Las bombas se utilizan principalmente para impulsar y/o recirculan agua en instalaciones o redes de distribución. Los principales usos de las bombas son las siguientes:

- Bombas de presurización (boosting), utilizadas para presurizar redes de distribución (plantas de agua potable).
- Bombas de transferencia: dedicadas a mover líquidos de un tanque o acumulador a otro, de forma general tanques a iguales presiones y solo diferentes alturas de bombeo (plantas depuradoras).
- Bombas de pozo: encargadas de extraer agua de pozos a grandes profundidades.
- Bombas de recirculación: dedicadas a recircular un líquido en circuitos cerrados, actuando este fluido como transportador de energía (calefacción, refrigeración).

Las bombas mayormente utilizadas son las centrífugas impulsadas por motores asíncronos. En referencia al control/regulación de operación de las bombas (caudal y altura de bombeo) existen cuatro métodos destacados:

- Válvula mecánica a la descarga/impulsión – regulando la apertura de la válvula.
- Bypass – válvulas de tres vías o válvulas de presión diferencial, encargadas de permitir la

recirculación del líquido si no es utilizado en las unidades terminales de transferencia.

- Regulación en cascada – en función de la presión/caudal requerido por el sistema, más bombas entran en operación.
- Intermitente – regulación de caudal medio encendiendo intermitentemente bombas trabajando en paralelo.

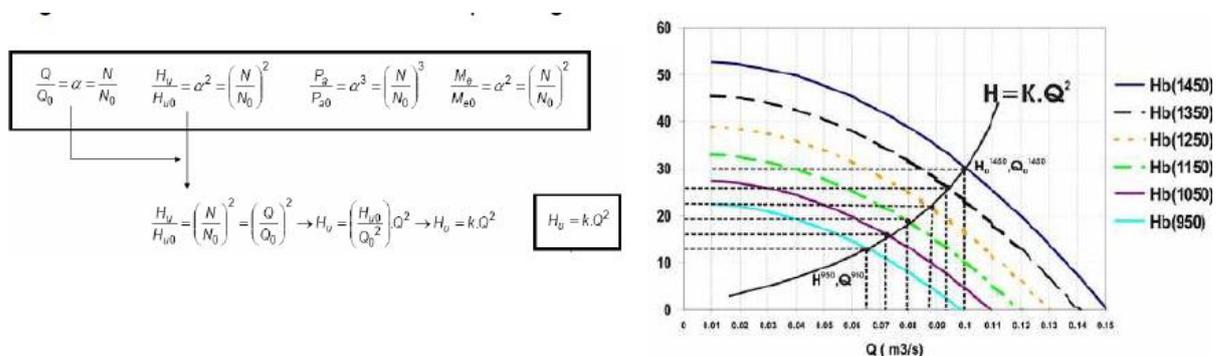
La oportunidad de ahorro energético con variación de velocidad se fundamenta en el hecho de que la bomba opera fuera de su punto de operación óptimo en la mayoría de los casos. Una bomba está diseñada para operar a su mayor rendimiento dentro de un rango particular de presiones y caudales. Si el punto de operación nominal está fuera del rango de operación real (Q,P) la eficiencia de la bomba cae sustancialmente. En estos casos las características de rendimiento de las bombas no se adapta a las características de la red de distribución. En caso que el rendimiento decaiga en más de un 10% la solución más simple es la de reemplazar la bomba.

En el 80% de las aplicaciones la regulación final de la bomba (caudal o presión) se realiza mecánicamente, mediante una válvula a la descarga o en el bypass. Cerrando las válvulas parcialmente, se puede reducir el caudal mientras que el motor continúa operando a la misma velocidad. Con este método, incluso cuando se reduce el caudal de forma apreciable, el consumo del motor se reduce ligeramente (un 30% de reducción de caudal solo permite un 10% de reducción de consumo).

Reemplazando el control por válvula por un variador de velocidad se obtienen ahorros energéticos importantes (un 30% de reducción del caudal permite reducir el consumo eléctrico de la bomba en un 63%).

En función del tipo de ventilador y la aplicación, existen oportunidades de ahorro de energía usando un variador de velocidad (VSD) que regule el caudal impulsado en función de unas condiciones de operación (consigna) demandadas.

Para cada aplicación existen ecuaciones que definen la curva de operación estándar de un ventilador en función del control de capacidad (caudal). Esto y las leyes de similitud para máquinas hidráulicas permiten determinar el punto de operación resultante, y por tanto el ahorro energético, al modificar alguna de las variables de funcionamiento como puede ser el caso de la velocidad de giro al usar un variador de velocidad para lograr la regulación.



**Hipótesis de cálculo:**

De acuerdo a los datos de operación tomados durante la inspección y a las hipótesis asumidas, en la siguiente tabla se resumen los datos básicos empleados para el cálculo de ahorros:

Oport. ID	Modo de Regulación Actual	Caudal constante - Regulación manual / válvula en la descarga							
	Precio energía (€/kWh)	0,086							
	Localización	Potencia Motor (kW)	Potencia absorbida (kW)	Porcentaje de regulación medio (%) / Horas de funcionamiento (h)					
				Condición 1	Condición 2	Condición 3			
Nº2.1	Bomba impulsión circuito refrigeración a hornos de fritas	55	32,9	85	7.680	-	-	-	-

- Se asume un caudal de impulsión de 180m<sup>3</sup>/h (según datos de esquema de principio de instalación).
- Se considera una altura de aspiración estimada de 2,5m.c.a. por lo que la altura de bombeo necesaria se estima en 38m.c.a., equivalente a 380kPa.
- Para una potencia absorbida de 32,9kW considerando un rendimiento de la bomba del 75%, la altura de la bomba resulta de:

$$3.600 \times 0,75 \times 32,9\text{kW} / (180 \text{ m}^3/\text{h}) = 493\text{kPa}$$

- Considerando una caída en la altura de bombeo cuadrática con la reducción del caudal (leyes de similitud de bombas hidráulicas) [11] el aumento en la caída de presión de 193kPa ocasionada por la válvula es el resultado de estrangular el caudal un 12% (88% sobre el caudal nominal).
- La potencia absorbida de la bomba sin la válvula de estrangulamiento a una velocidad del 88% sobre la nominal, y considerando un 3% en pérdidas del variador es de 26,1kW.
- Según el número de horas de funcionamiento indicado anteriormente, el consumo energético optimizado se estima en 200.448kWh

### Solución propuesta:

Se propone la instalación de un variador de velocidad para la bomba de impulsión de la balsa de recirculación a los hornos de fritas, montado en cuadro eléctrico y con regulación en lazo cerrado, mediante presostato en la impulsión para el control de la presión mínima requerida. Se recomienda la selección de variadores de velocidad con inductancias de línea y filtros RFI, así como cable apantallado de los variadores a los receptores. Así mismo, se recomienda la integración de este equipo sobre el scada existente para poder gobernar la velocidad del variador de forma remota.

Conviene indicar que, a pesar de no disponer de la curva característica de la bomba y teniendo en cuenta que en el momento de la inspección la bomba presentaba deficiencias en la estanqueidad (fugaba agua), puede resultar una oportunidad sustituir la bomba por otra adaptada a los requerimientos de presión-caudal existentes en la actualidad siempre y cuando no esté prevista una ampliación en el número de hornos de fritado y por tanto, de la carga a refrigerar.



### Resultados de ahorro e inversión estimados:

- El ahorro energético estimado es de 52.224kWh/año, un total de 4.200 € anuales.
- El coste del variador con la instalación y la puesta en marcha se estima en 6.500 €.
- El periodo de retorno simple de la inversión resultante es de 1,5 años.

## 4.8. Planta de Fritas. Sustitución de circuito de retorno de agua de refrigeración por sistema de retorno por gravedad.

Acción 8	Proyecto para sustitución de circuito de retorno de agua de refrigeración de fritas actual por sistema de retorno por gravedad.			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	10.484	130	24.128	2,3

### Observación:

El agua de refrigeración de la frita (en el punto donde se produce la cristalización) rebosa en el depósito de cada horno y es conducida por gravedad hasta un pequeño pulmón (carro), donde una bomba con un control por nivel envía el agua hasta otro pulmón de 2m<sup>3</sup> en el que se acumula el agua de retorno de los diferentes hornos.

Cada carro cuenta con una bomba principal de 15m<sup>3</sup>/h de caudal nominal y una potencia nominal de 5,5kW, a excepción de dos hornos que descargan directamente sobre el pulmón y uno de ellos que comparte carro con otro.

Durante la fase de inspección se realizó una medida selectiva de una de las bombas de los carros de retorno, que arrojó un consumo de 3,2<sup>a</sup>. Si bien dependiendo de la distancia hasta el pulmón este consumo es previsiblemente mayor, dado que la medida se realizó sobre una de las bombas más cercanas al pulmón.

La bomba de retorno de agua del pulmón a las torres cuenta con variador de velocidad y según datos del scada el consumo de la bomba es de 61,2 A, equivalente a 36kW de potencia absorbida aproximadamente.

La instalación trabaja 24 horas diarias, 320 días al año.

Según el número de horas de funcionamiento indicado anteriormente, el consumo energético de la instalación se estima en 130.100kWh para las bombas de los carros de retorno de los hornos y de 276.463kWh para la bomba de retorno del pulmón. En total el consumo energético anual asociado al circuito de retorno de refrigeración de hornos de fritas es de 406.563 kWh anuales.



### Descripción de la acción:

Por diferencia de nivel el agua de los depósitos de los hornos podría llegar al pulmón de 2m<sup>3</sup> por gravedad sin necesidad de bombearla desde cada carro. En total son 9 las bombas que podrían eliminarse mediante el sistema de retorno de agua por gravedad.

### Hipótesis de cálculo:

De acuerdo a los datos de operación tomados durante la inspección y a las hipótesis

asumidas, en la siguiente tabla se resumen los datos básicos empleados para el cálculo de ahorros:

Ubicación equipo	Metros de canalización necesarios	Ahorro energético estimado (KWh)	Ahorro económico estimado (€)	Coste estimado (€)	ROI	Observaciones
Horno 1	2	14.455,60	1.164,89	454	-	
Horno 2	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 3	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 4	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 5	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 6	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 7	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 8	2	14.455,60	1.164,89	454		
Horno 9	2			454		
Horno 10	2	0,00	0,00	454		Ya descarga el agua por gravedad
Horno 11	2	0,00	0,00	454		Ya descarga el agua por gravedad
Horno 12	2	14.455,60	1.164,89	454		
Canalización general	82,3	-	-	18.680		
<b>TOTAL</b>	<b>106,3</b>	<b>130.100,40</b>	<b>10.484,03</b>	<b>24.128,00</b>	<b>2,3</b>	

- Las distancias de canalización necesarias se han estimado sobre plano.
- Se asume un coste de canalización de 227€/m (material + instalación), dato que aportado por el Departamento de Ingeniería por proyectos similares ya realizados.

#### Solución propuesta:

Se propone la instalación de una canalización principal para la recogida del agua de refrigeración de la frita del depósito de cada horno, hasta el pulmón principal de retorno de unos 82 metros de longitud. La canalización de recogida de agua del depósito hasta la canalización principal se estima tiene una distancia de 2 metros por cada horno, un de total 44 metros.

#### Resultados de ahorro e inversión estimados:

- El ahorro energético es estimado en 130.100 kWh, resultando 10.484 € anuales de ahorro económico.
- El coste de instalación y material para la canalización de los hornos se considera aproximadamente de 24.128€.
- El periodo de retorno simple de la inversión resultante es de 2,3 años.

### 4.9. Planta de Plásticos. Ventilación área Termosets.

Acción 9	Ventilación, automatización en sistema de renovación de aire por control horario			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
TOTAL	2.611	32	1.000	0,4

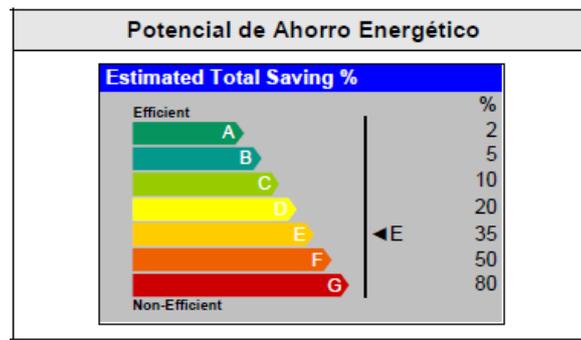
#### Observación:

La planta de Termosets cuenta con un sistema de renovación de aire compuesto por dos ventiladores de 22kW de potencia nominal cuyo funcionamiento permite mantener unos niveles seguros de concentración de productos tóxicos derivados de los productos volátiles resultantes del proceso.

Uno de los ventiladores cuenta con variador de velocidad para un ajuste del caudal de impulsión. A pesar de ello, el variador de velocidad no realiza el control en lazo cerrado y la regulación se realiza cada cierto tiempo, por lo que la consigna se mantiene fija tanto en periodos

nocturnos como durante los fines de semana.

El sistema de renovación de aire trabaja de forma continua 24 horas, 320 días, un total 7.680 horas/año. El periodo de actividad en el área que cubre el sistema de ventilación es de 16 horas, 5 días, 48 semanas, un total de 3.840 horas anuales.



### Descripción de la acción:

Los ventiladores impulsan, extraen o recirculan aire para requerimientos de ventilación y aspiración de áreas con control de calidad de aire (polvo, volátiles, etc.), climatización u otras aplicaciones de proceso industrial.

Estos equipos impulsan un caudal de aire a unas condiciones de presión que superan las pérdidas de presión ocasionadas por la resistencia al paso del fluido tanto en conductos, válvulas u otros componentes de la instalación de ventilación. En algunos casos impulsan el fluido a una presión superior a la de las pérdidas del sistema con la finalidad de garantizar una sobrepresión en el área ventilada.

El consumo energético de los ventiladores representa un 17% del consumo eléctrico en la industria a nivel mundial.

Existen dos categorías principales de ventiladores: centrífugos y axiales (radiales). Para cada una de las categorías se pueden identificar tres tipos de ventiladores en función de la configuración de los álabes (rodete).



En el caso de los centrífugos: álabes curvado hacia delante, álabes curvado hacia atrás y álabes rectos [12]. En el caso de los axiales: helicoidales, vano-axial y tubo-axial.

Desde el punto de vista de la regulación de caudal, se pueden identificar cinco formas distintas de regulación que se adaptan a los requerimientos:

- Velocidad constante y regulación con válvula en la aspiración.
- Velocidad constante y regulación con válvula a la descarga.
- Ventiladores operando en paralelo y regulación en cascada
- Velocidad constante y regulación por bypass (recirculación)
- Control intermitente en función de un rango de consigna de trabajo (ej. Control % volátiles en un taller).

En función del tipo de ventilador y la aplicación, existen oportunidades de ahorro de energía usando un variador de velocidad (VSD) que regule el caudal impulsado en función de unas condiciones de operación (consigna) demandadas.

Para cada aplicación existen ecuaciones que definen la curva de operación estándar de un ventilador en función del control de capacidad (caudal). Esto y las leyes de similitud para máquinas hidráulicas permiten determinar el punto de operación resultante, y por tanto el ahorro energético, al modificar alguna de las variables de funcionamiento como puede ser el caso de la velocidad de giro al usar un variador de velocidad para lograr la regulación [13].

**Las leyes de los ventiladores:**

<p>• Variación de la velocidad de giro:</p> $Q = Q_0 \left(\frac{n}{n_0}\right)$ $P = P_0 \left(\frac{n}{n_0}\right)^3$ $Pot = Pot_0 \left(\frac{n}{n_0}\right)^3$ $Lw = Lw_0 + 50 \log \left(\frac{n}{n_0}\right)$	
<p>• Variación del diámetro del rodete:</p> $Q = Q_0 \left(\frac{D}{D_0}\right)^3$ $P = P_0 \left(\frac{D}{D_0}\right)^5$ $Pot = Pot_0 \left(\frac{D}{D_0}\right)^5$ $Lw = Lw_0 + 70 \log \left(\frac{D}{D_0}\right)$	
<p>• Variación de la densidad del aire:</p> $Q = Q_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$ $P = P_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$ $Pot = Pot_0 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$ $Lw = Lw_0 + 20 \log \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$	
<p>• Variación varios parámetros:</p> $Q = Q_0 \left(\frac{D}{D_0}\right)^3 \left(\frac{n}{n_0}\right)$ $Pot = Pot_0 \left(\frac{D}{D_0}\right)^5 \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)$ $n = n_0 \left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0}\right)^{3/4} \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{3/4}$ $Lw = Lw_0 + 70 \log \left(\frac{D}{D_0}\right) + 50 \log \left(\frac{n}{n_0}\right) - 20 \log \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)$	<p>• Variación de las prestaciones:</p> $Pot = Pot_0 \left(\frac{Q}{Q_0}\right) \left(\frac{P}{P_0}\right)$ $Lw = Lw_0 + 10 \log \left(\frac{Q}{Q_0}\right) + 20 \log \left(\frac{P}{P_0}\right)$ $D = D_0 \left(\frac{Q}{Q_0}\right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0}\right)^{1/4} \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{1/4}$ $n = n_0 \left(\frac{Q_0}{Q}\right)^{1/2} \left(\frac{P}{P_0}\right)^{3/4} \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{3/4}$

**Hipótesis de cálculo:**

Las hipótesis de cálculo están basadas de acuerdo a los datos obtenidos durante la inspección y el criterio del consultor:

Oport. ID	Modo de Regulación Actual	Caudal constante– regulación marcha/paro manual							
	Precio energía (€/kWh)	0,0861							
Nº 2.1	Localización	Potencia nom. motor (kW)	Factor de carga (%)	Porcentaje de capacidad (%) / Horas de funcionamiento (h)					
				Condición 1		Condición 2		Condición 3	
	Ventilador VSD renovación aire Termosets	22	75	100	3.840	60	3.840	-	-

Las hipótesis resumidas en la tabla anterior son el resultado de las siguientes consideraciones:

- 1 único ventilador regulando la velocidad para ajustar a un 80% el caudal de recirculación del sistema en los periodos de no actividad (sin presencia de operarios).
- La instalación trabaja un total de 7.680 horas anuales.
- Se asume una potencia nominal de 22kW (la potencia del ventilador se encuentra entre 15 y 25kW y no se ha podido confirmar el valor en campo).
- Los periodos de no actividad suman un total de 3.840 horas anuales.
- El consumo energético anual de la instalación se estima en 261.043 kWh anuales.

**Solución propuesta:**

Se propone instalación de un reloj horario y una sonda de temperatura ambiente para implementación de un control en lazo cerrado. El sistema permitirá ajustar el número de renovaciones del ventilador equipado con variación de velocidad en función de la presencia de personal en el área mediante un control horario. Así mismo, se propone la optimización del número de renovaciones por hora en función de la temperatura ambiente mediante una rampa de control proporcional durante los periodos de actividad o presencia de personal.

La solución técnica podrá contemplar al menos:

- Variable de control principal: reloj horario o señal analógica de sensor de temperatura ambiente

- Variable de actuación: velocidad del ventilador en r.p.m.

#### Resultados de ahorro e inversión estimados:

- El ahorro energético estimado es de 32.396 kWh/año, lo que supone un 12,4% de ahorro energético específico, equivalente a 2.611 € anuales.
- La inversión se estima en un máximo de 1.000 € asociado a costes de material, instalación y puesta en marcha. Este valor de inversión podría considerarse nulo si la instalación e integración se va a realizar con recursos propios. El retorno de inversión simple se estima en 0,4 años.

El coste del variador de velocidad montado en cuadro eléctrico se estima tiene un coste con instalación y puesta en marcha de 2.375€. La aplicación de esta tecnología en el diseño de la maquinaria implicaría un sobre coste aproximado de 678,3 € por lo que el retorno de inversión sería de 1,4 años.

### 4.10. Otras oportunidades de mejora detectadas.

Acción 10	Oportunidades Generales de Planta			
	Ahorro (€)	Ahorro (MWh)	Inversión( €)	ROI (Años)
10.1	-	-	-	-
10.2	42.900	532	0	0
10.3	115.805	1.437	150.000	1,3
10.4	-	-	-	-
10.5	-	-	-	-
10.6	5.420	67	10.300	1,9
TOTAL	164.125	2.036	160.300	1,02

La presente tabla engloba aquellas oportunidades detectadas durante la fase de inspección que se corresponden con recomendaciones de ahorro generales, o cuya estimación a nivel de ahorros e inversión requiere de un análisis en mayor profundidad.

#### 4.10.1. Compensación de Energía Reactiva.

##### Observación:

Como se ha comentado en este informe, la planta dispone de una batería de condensadores que hace que se genere energía reactiva y por tanto, cualquier penalización en la facturación. Sin embargo, en una de las facturas se observó que se había descompensado el coseno de fi y que por tanto sí existía un coste por penalización de energía reactiva. Como consecuencia, se notificó al Departamento de Mantenimiento para que revisara la instalación, y tras las acciones oportunas, en los siguientes periodos de facturación esta penalización desapareció.

##### Descripción de la acción:

A pesar de disponer de una batería de compensadores, es necesario aplicar una gestión de mantenimiento proactivo para evitar un mal funcionamiento de la instalación.

#### 4.10.2. Colores Terminados e Incompuestos. Reducción de fugas de aire comprimido.

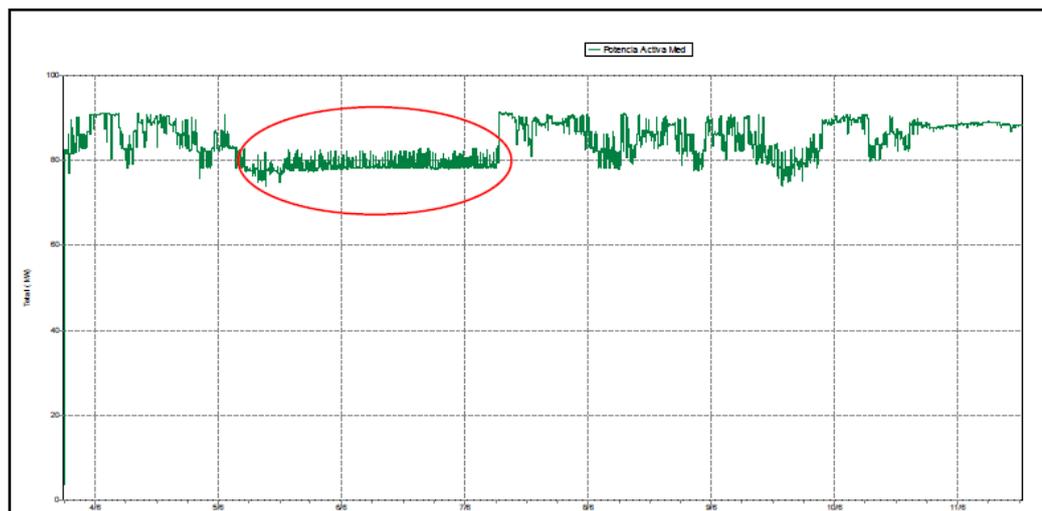
##### Observación y descripción de la acción:

Las fugas de aire comprimido representan entre un 20 y un 60% del consumo de aire de una instalación. Este dato ha sido contrastado en numerosas ocasiones y puede deberse a diferentes razones. La reducción de las fugas de aire pasa por implementar un procedimiento para el marcado de los puntos de fuga por parte de operarios o responsables de planta y la realización de correctivos de fugas periódicos para sustitución de presostatos, electroválvulas o racors, y correctivos de fugas de mayor profundidad en los periodos de paro de fábrica o de determinadas áreas. Para ello se puede requerir la ayuda de caudalímetros fijos o portátiles e incluso equipos detectores de fugas por ultrasonidos.

Para el análisis de las fugas de aire comprimido de forma general se ha optado por realizar mediciones eléctricas en los compresores en aquellas áreas en las que no hay producción durante los fines de semana, en este caso en la fábrica de Colores Terminados y en Incompuestos. Los resultados de consumo fueron los siguientes:

##### Planta de Colores Terminados (periodo no productivo del 5 al 7-06-2012):

- Compresor en marcha: Atlas Copco GA75 de 75kW de potencia nominal.
- Caudal nominal compresor a 7,5bar: 218l/s.
- Consumo energético del periodo: 3.840 kWh.
- Se asume que un 75% del consumo corresponde a las fugas de red.
- Consumo energético anual estimado relativo a fugas: 483.840 kWh.
- Tasa de carga media (5 y 6-06-2010): 80%, caudal medio de fugas estimado: 130,8 l/s.
- Objetivo de reducción de fugas: 66%.
- En el siguiente gráfico puede verse el % de capacidad al que trabaja el compresor con la fábrica parada:

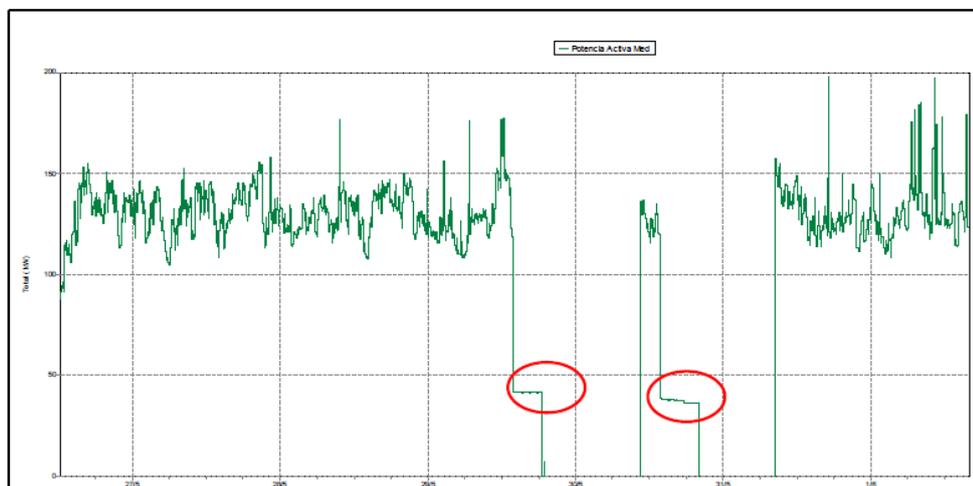


- Ahorro energético potencial asociado a fugas: 319.334 kWh anuales.
- Ahorro económico potencial asociado a fugas: 25.740 € anuales.

##### Nave Incompuestos (periodo no productivo del 5 al 7-06-2012):

- Compresor en marcha: Atlas Copco GA90VSD de 90kW de potencia nominal.
- Caudal máx. nominal compresor a 7bar: 285l/s.
- Consumo energético del periodo: 1.920 kWh.

- Se asume que un 100% del consumo corresponde a las fugas de red.
- Consumo energético anual estimado relativo a fugas: 322.560 kWh.
- % Capacidad media de compresor VSD (5 y 6-06-2010): 38%, caudal medio de fugas estimado: 108,3 l/s.
- Objetivo de reducción de fugas: 66%.
- En el siguiente gráfico puede verse el % de capacidad al que trabaja el compresor con la fábrica parada:



- Ahorro energético potencial asociado a fugas: 212.890 kWh.
- Ahorro económico potencial asociado a fugas: 17.156 € anuales.

#### Resultados de ahorro e inversión estimados:

- El ahorro energético total estimado resulta de 532.224 kWh anuales, equivalente a 42.900 €/año.

Cabe indicar que el dato de ahorro energético relativo a la reducción de fugas en la red no incluye las plantas de Fritas, Termoplásticos, Termosets, Colores Base o Glazes, si bien estas dos últimas no se presume que dicho consumo sea significativo.

#### **4.10.3. Planta de fritas. Optimización de regulación y control en instalaciones de aire comprimido.**

##### Observación y descripción de la acción:

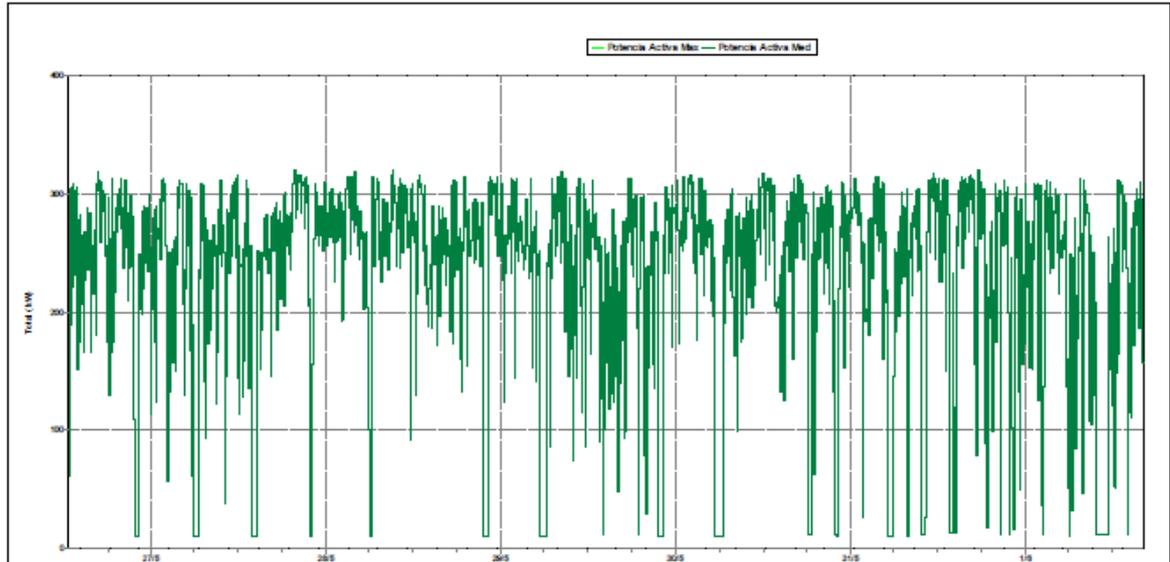
Las oportunidades de mejora han sido detectadas en las siguientes áreas:

##### **Transporte neumático de Fritas:**

La instalación está compuesta por dos compresores con marca Ingersoll-Rand de 250 kW de potencia nominal que se encargan del transporte neumático del producto aunque parte de la demanda de aire de uno de los compresores se corresponde con la red general de aire comprimido de fritas.

A raíz de los registros de medida realizados se advierte que el compresor 1 trabaja encarga y descarga para regular el aporte de aire. Se estima que la tasa de carga se encuentra entorno al 65%.

A continuación se muestra el gráfico del registro de medida del compresor nº1:



La sustitución o implementación de regulación por variación de velocidad permitiría obtener ahorros de un 25% en el consumo específico de dicho compresor.

- El consumo energético de la instalación se estima en 3.932.160 kWh.
- El ahorro energético estimado resulta de 1.376.256 kWh equivalente a 110.905 €.
- El valor de inversión para la adquisición de un compresor nuevo con variación de velocidad y 250kW se estima en 150 k€, por lo que el retorno simple de inversión resulta de 1,3 años.

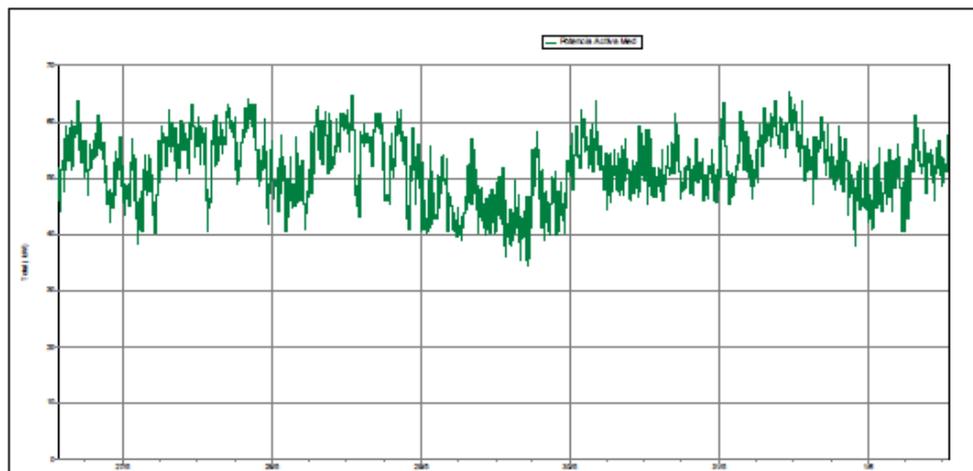
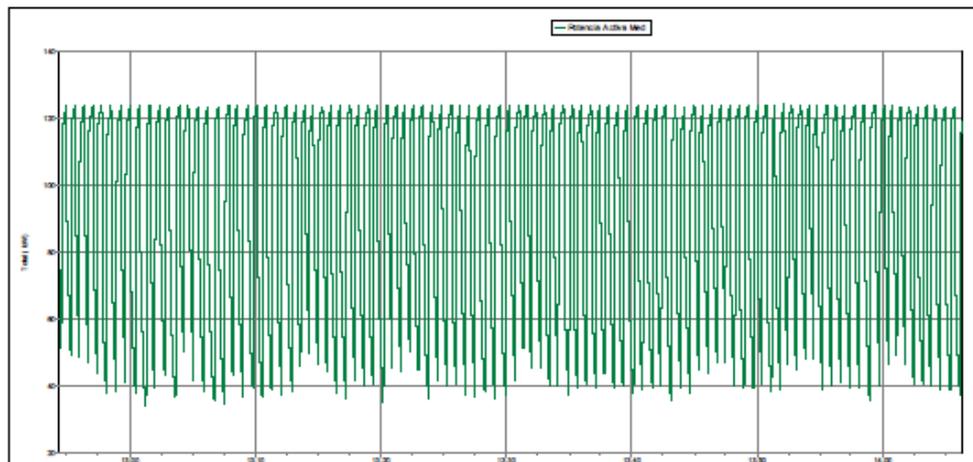
### **Red General de Fritas:**

La instalación está compuesta principalmente por tres compresores de marca Atlas Copco modelos GA110, GA55 y GA45. Todos ellos gobernados por una centralita multicompresor del mismo fabricante.

A raíz de los registros de medida realizados, se advierte que el compresor GA110 trabaja en carga y descarga para regular el aporte de aire, y se estima que la tasa de carga se encuentra entorno al 50%. El resto de compresores mantienen unas tasas de carga entorno al 100%.

Se asume que el sistema de control rota a los compresores para repartir el número de horas de forma equitativa, por lo que al menos el 33% del tiempo la instalación no aprovecha la capacidad de los compresores de forma eficiente. Esto implica que con otra configuración de compresores funcionando, en este caso el GA110 con el GA55, las tasas de carga se situarían al menos en un 90%.

A continuación se muestran los perfiles de carga del compresor GA110 en detalle y durante un registro de medida realizado.



La potencia absorbida en descarga para el compresor GA110 es de 60kW de promedio.

El ahorro específico se estima por diferencia entre tiempos de descarga para el compresor GA110, en este caso un sobre 7680 horas de funcionamiento de la instalación, un 33% resulta un total de 1.013 horas operando de forma ineficiente.

#### Resultados de ahorro e inversión estimados:

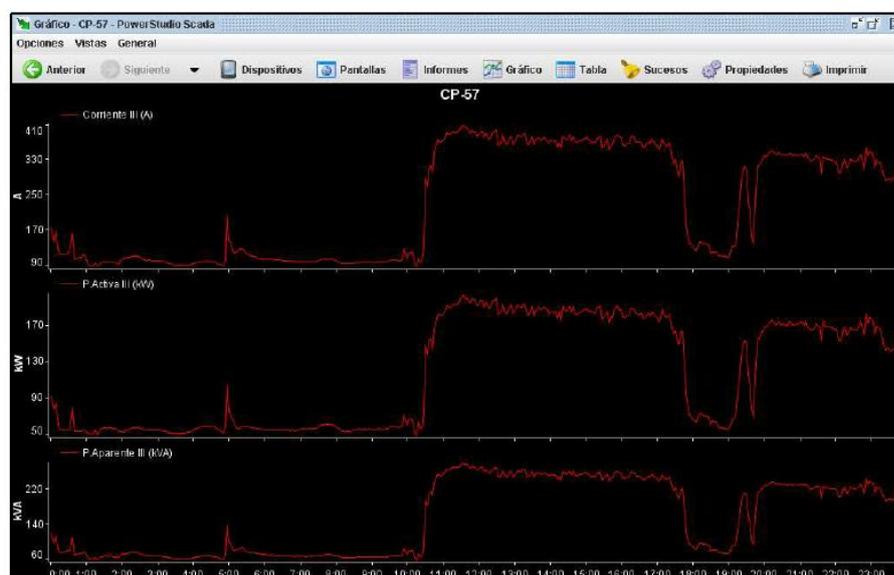
- El ahorro energético se estima en 60.825 kWh, equivalente a 4.900 €.
- La inversión se considera nula ya que sólo debe modificarse la prioridad en la configuración del control de los compresores para aprovechar la capacidad de estos.
- Este tipo de análisis es aplicable al resto de compresores de la planta que, aún disponiendo de tecnologías de control eficiente como los controladores multicompresor, pueden no trabajar de forma eficiente por lo que la monitorización en estos casos es fundamental, no sólo para detectar oportunidades de ahorro sino para mantener los ahorros conseguidos.

#### 4.10.4. Planta de plásticos. Estudio para la mejora de la eficiencia energética en las líneas de extrusión.

##### Observación y descripción de la acción:

Durante la fase de inspección se pudo constatar que la mayoría de las extrusoras cuentan con variador de velocidad en los motores. Para cada familia de producto existen unos patrones de presión y temperatura a aplicar para extruir un determinado producto. De este modo, no es posible establecer recetas a medida para cada familia de producto ya que el operario debe modificar los valores de temperatura y presión predeterminados en función de la densidad y la humedad relativa de un determinado producto por lo que desde el punto de vista del ahorro energético, sólo es posible reducir el consumo energético asociado a periodos en stand-by mediante el paro o la reducción de la temperatura de mantenimiento de los mismos.

En el gráfico adjunto puede verse el consumo energético asociado al mantenimiento de la temperatura de la extrusora (periodos valle del gráfico). En periodos nocturnos sin producción, la reducción de la temperatura de mantenimiento podría reportar ahorros específicos de hasta un 80% dependiendo de la reducción en la temperatura de mantenimiento y el aislamiento a aplicar:



Para ello es necesario la revisión del sistema de medida existente que presenta problemas de comunicación que no permiten un registro continuado de los datos. Una vez resuelto el problema de comunicación del sistema de medida, se recomienda la realización de un estudio energético a partir de datos de operación y producción de los equipos que permitan conocer los tiempos de paro, tiempos entre paros y consumos energéticos asociados a diferentes temperaturas de mantenimiento. El objetivo es definir un procedimiento para la parada o reducción de temperatura de mantenimiento y parada de equipos auxiliares o el aislamiento a aplicar para la reducción del consumo energético de las líneas de extrusión.

#### 4.10.5. General de Planta. Optimización de la eficiencia energética en iluminación de planta y oficinas.

##### Observación y descripción de la acción:

A nivel de iluminación la mayor parte de las luminarias instaladas en las plantas disponen de lámparas de descarga de halogenuros metálicos (H.M.), por lo que la mejora en las áreas industriales se reduce a la implementación de controles de iluminación en las áreas con aporte de iluminación

natural (claraboyas) y en la implementación de un protocolo para la sustitución progresiva de los equipos de conexión electromagnéticos por equipos electrónicos en las pantallas fluorescentes existentes en las diferentes fábricas para iluminación localizada.

Existen luminarias con lámparas de descarga de vapor de mercurio cuya sustitución por lámparas de halogenuros metálicos permiten ahorros de un 37% en el consumo energético si bien, durante la fase de inspección no fue posible discriminarlas, se conoce que representan un bajo número en comparación con las lámparas de halogenuros metálicos.

En oficinas y laboratorios la mejora en la eficiencia pasa por la instalación de relojes horarios y/o sensores de presencia en aquellas áreas de reducido paso o presencia o en aquellas áreas que puedan quedar iluminadas durante los periodos nocturnos o de fin de semana. Así mismo, en línea con lo indicado en el primer punto, la sustitución progresiva de los equipos de conexión electromagnéticos (reactancias) de las luminarias existentes por balastos electrónicos permitirá ahorros específicos de un 25% de energía por cada punto de luz. Para ello, y desde el punto de vista de la rentabilidad se recomienda la sustitución individual en caso de averías puntuales o la sustitución masiva en caso de averías repetitivas en determinadas áreas por finalización de la vida útil de los equipos.



#### **4.10.6. General de Planta. Reducción de consumo de climatización de oficinas.**

##### **Observación y descripción de la acción:**

##### **Reducción del consumo de climatización de oficinas de edificio principal.**

La climatización general del edificio administrativo se compone de 8 bombas de calor de una potencia absorbida eléctrica de 22,8kW. Cada una de ellas gobierna una parte del edificio a partir de un termostato ubicado en cada zona. Se estima que el consumo energético de la climatización (en modo frío y modo calor) tiene un consumo energético entre 300 y 600MWh anuales. Durante la fase de inspección pudo comprobarse que los termostatos tenían consignas de temperatura muy parecidas y estas se podían modificar por el personal del edificio.

La aplicación de un protocolo para la modificación de la temperatura de consigna mediante programación horaria para periodos nocturnos/diurnos y una consigna de temperatura diferente para cada uno de los termostatos en función de la orientación del edificio y las estaciones del año, permitiría reducir el consumo energético entre un 4 y un 8% en función de diferentes características que atañen al edificio como su orientación y su ubicación geográfica.

En términos de energía este ahorro específico podría situarse en una horquilla de entre el 9.000kWh y los 48.000kWh, equivalente a 3.870 € anuales.

##### **Reducción del consumo de equipos de climatización.**

El consumo energético asociado al acondicionamiento de espacios debe ser analizado ya que suele tener un peso importante en el consumo global de muchas fábricas. En el caso de plantas industriales de gran tamaño conviene prestar atención a los equipos o unidades autónomas repartidos por las diferentes oficinas y edificios de los que no existe un control centralizado que pueda ajustar consignas u horarios de funcionamiento.

Durante la fase de inspección se ha contado con un listado de equipos de climatización si bien no ha sido posible disponer de los datos de potencia de cada uno de ellos. A pesar de ello, y a modo de referencia se han asumido las siguientes hipótesis con el objetivo de disponer de un orden de magnitud para la toma de decisiones en relación a estos equipos:

- Se asume una potencia absorbida media de 154,5kW para un total de 103 equipos (1,5kW de promedio).
- El periodo de consumo se establece en 4 meses (modo frío).
- Se asume un 33% de equipos funcionando durante la noche (12h) y los fines de semana (60 horas semanales).
- El consumo energético total durante los periodos de inactividad se estima en 67.300 kWh anuales, equivalente a 5.420 €/año.
- A un coste promedio de 100€ por reloj horario, el coste total de una solución por control horario se estima en 10.300€.
- El periodo de retorno de la inversión se estima en 1,9 años.
- A continuación se muestra un listado de los equipos de climatización instalados:

Nº	EDIFICIO	SITUACION	MODELO MAQUINA	Gas Refrigerante
22	CERAMICA	Almacén	1 Acond. LENNOX GHA12	R-22
74	COLORES	Caseta cargas	1 Acond. LENNOX GHAD9	R-22
75	COLORES	Vestuario	1 Acond. NORTHAIR Mod. NS 80	R-22
76	COLORES	Oficinas P.B.	1 Acond. NORTHAIR Mod. SR 10	R-22
77	COLORES	Laboratorio 1er piso	1 Acond. NORTHAIR Mod. SR 14	R-22
78	COLORES	Oficinas laboratorio 1er piso	1 Acond. REFAC Mod. HPFL 5	R-22
79	COLORES	Laboratorio Nuevo	2 Acond. DAIKIN FHYC71	R-22
80	COLORES	Despacho laboratorio	1 Acond. REFAC Mod. AUB 1'5	R-22
81	COLORES	Laboratorio Nuevo	1 Acond. LENNOX GHA 09	R-22
82	COLORES	Laboratorio	Extraccion	
83	COLORES	Laboratorio	1 Acond. DAIKIN FBQ125B	R-410A
83	COLORES	Cuadro eléctrico	1 Acond. LENNOX GCM24	R-407C
84	COLORES	Despacho laboratorio	1 Acond. SANYO SAP-KCR224EH	R-410A
23	CONTROL HORNIOS	Despacho Granllas	1 Acond. NORTHAIR agua Mod. CL 25	R-22
49	ENTRADA	guardia	1 Acond DAIKIN TXS50B	R-410A
46	ENTRADA	medico	1 Acond. NORTHAIR Mod.NS-80	R-22
46	ENTRADA	Consultorio Medico	1 Acond. LENNOX GHAD9	R-22
47	ENTRADA	Consultorio Medico	2 Acond. LENNOX GHA12	R-22
47	ENTRADA	Caseta bascula	1 Acond DAIKIN TXS50B	R-410A
50	ENTRADA II	Caseta Guardia Salida II	1 Acond. Ventana Daikin	R-22
34	FAS	Despacho produccion	1 Acond. LENNOX GHM09	R-410A
21	FRITAS	Laboratorio porcelana	1 Acond. REFAC Mod. BLV p-20D	R-22
26	FRITAS	Sala control hornos fritas	1 Acond. SANYO SAP-KCR224EH	R-410A
27	FRITAS	Oficinas	6 Acond. REFAC Mod. AUB 2	R-22
28	FRITAS	Oficinas	1 Acond. LENNOX GHA 24	R-22
30	FRITAS	Vestuario	1 Acond. REFAC Mod. BLV 8	R-22
29	GESTION DE RESIDUOS		1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
85	INCOMPOSTOS	Despachos	3 Acond. LENNOX GHA12	R-22
86	INCOMPOSTOS	Despachos	1 Acond. LENNOX GHAD9	R-22
87	INCOMPOSTOS	Despachos	1 Acond. LENNOX SWMH07	R-22
88	INCOMPOSTOS	Comedor trabajadores	1 Acond. LENNOX SWMH09	R-22
89	INCOMPOSTOS	Despachos	2 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
90	INCOMPOSTOS	Despachos	2 Acond. LENNOX SWMH18	R-22
91	INCOMPOSTOS	Caseta Control	1 Acond. REFAC Wing 2,5	R-22
92	INCOMPOSTOS	Vestuarios	1 Acond. SANYO SAP-KCR224EH	R-410A
35	INGENIERIA	Despacho Ingeniero	1 Acond. REFAC Mod. NXB 2,5	R-22
36	INGENIERIA	Despacho fondo	1 Acond. REFAC Mod. NXB 3	R-22
37	INGENIERIA	Aula	1 Acond. LENNOX SWMH18	R-22
38	INGENIERIA	Almacén	1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
39	INGENIERIA	Despacho 1	1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
40	INGENIERIA	Sindicato	1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
41	INGENIERIA	Despacho Exterior	1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
	INGENIERIA	Despacho	1 Acond. SANYO SA-KCR184EH	R-410A
19	LABORATORIO ARTESANIA	1ª Planta	1 Acond. REFAC Mod. BLV 15	R-22
20	LABORATORIO ARTESANIA	Dirección planta	1 Acond Northair agua Mod. N 3 5	R-22
8	LABORATORIO I + D	planta baja	1 Acond. LEHK64D/KVHK64D	R-407C
9	LABORATORIO I + D	planta baja	1 Acond. REFAC Mod. BLV 30	R-22
10	LABORATORIO I + D	planta baja	1 Acond. REFAC Mod. BLV 30	R-22
11	LABORATORIO I + D	desp centro	1 Acond. REFAC Mod. BLV 17	R-22
12	LABORATORIO I + D	Despacho	1 Acond. REFAC Mod. BLV 17	R-22
13	LABORATORIO I + D	Diseño Planta 1ª	1 Acond. REFAC Mod BLV 30	R-22
14	LABORATORIO I + D	Sala exposicion Planta 1ª	1 Acond. REFAC Mod LNB 4	R-22
15	LABORATORIO I + D	Sala exposicion Planta 1ª	1 Acond. REFAC Mod BLV 15	R-22
16	LABORATORIO I + D	Ordenadores Planta 1ª	1 Acond. LENNOX GHA 24	R-22
17	LABORATORIO PORCELANA	1ª Planta	1 Acond. REFAC Mod. BLV 20	R-22

Nº	EDIFICIO	SITUACION	MODELO MAQUINA	Gas Refrigerante
18	LABORATORIO QUIMICO	1ª Planta	1 Acond. REFAC Mod. BLV 10	R-22
	NUEVA PLANTA COLORES	Oficina	4 Acond. DAIKIN BQ50B	R-410A
	NUEVA PLANTA COLORES	Oficina	4 Acond. DAIKIN BQ35B	R-410A
	NUEVA PLANTA COLORES	Laboratorio-1	1 Acond. DAIKIN DQ200B	R-410A
	NUEVA PLANTA COLORES	Laboratorio-2	1 Acond. DAIKIN DQ200B	R-410A
	NUEVA PLANTA COLORES	Vestuario hombre	1 Acond. DAIKIN DQ250B	R-410A
	NUEVA PLANTA COLORES	Vestuario mujer	1 Acond. DAIKIN DQ200B	R-410A
31	OFICINA MEZCLAS	Oficina mezclas Fabrica	1 Acond. REFAC Mod. AUB2,5	R-22
32	OFICINA MEZCLAS	Oficina mezclas Fabrica	1 Acond. NORTHAIR ventana Mod. SE 30	R-22
33	OFICINA MEZCLAS	Cuadro eléctrico	1 Acond. NORTHAIR agua Mod. CL 30D	R-22
1	OFICINAS GENERALES	Planta Baja	1 Acond. LEHK64D/KVHK64D	R-407C
2	OFICINAS GENERALES	Zona-1 (P.1ª) y Zona-3 (P.2ª)	2 Acond. LEHK32E/KVHK32E	R-407C
3	OFICINAS GENERALES	Zona-2 (P.1ª)	1 Acond. LEHK44D/KVHK44D	R-407C
4	OFICINAS GENERALES	Zona-1 (P.2ª)	1 Acond. LEHK22E/KVHK22E	R-407C
5	OFICINAS GENERALES	Zona-2 (P.2ª)	1 Acond. LEHK24E/KVHK24E	R-407C
6	OFICINAS GENERALES	Planta 2ª Informática	2 Acond. REFAC Mod. AUB 2'5	R-22
7	OFICINAS GENERALES	Responsable Informática	1 Acond. LENNOX GHM 12	R-410A
51	PLASTICOS	Sala de juntas	1 Acond. REFAC Mod. AUB 2'5	R-22
52	PLASTICOS	despacho laboratorio	1 Acond. HITECSA	R-22
53	PLASTICOS	Oficinas mueble carga	2 Acond. LENNOX SWMH09	R-22
54	PLASTICOS	Almacén	Equipo fancoil calefaccion nave	
55	PLASTICOS	Almacén	Equipo fancoil calefaccion nave	
56	PLASTICOS	Almacén	Equipo Fancoil calefaccion nave	
57	PLASTICOS	Sala exposicion	1 Acond. REFAC Mod. NXB 2,8	R-22
	PLASTICOS	F.C.	Marcos portafiltros ventana	
	PLASTICOS	F.C.	Marcos portafiltros ventana	
	PLASTICOS	Laboratorio	Marcos portafiltros ventana	
58	PLASTICOS	Laboratorio Plasticos	2 Acond. LENNOX GHM24	R-410A
59	PLASTICOS	Oficinas	2 Acond. LENNOX GHM24	R-410A
60	PLASTICOS	Despacho director europeo	1 Acond. LENNOX GHM24	R-410A
61	PLASTICOS	Laboratorio Infecciones	1 Acond. LENNOX GHM24	R-410A
62	PLASTICOS	Despacho almacén Plástico F	2 Acond. SANYO SAP-KCR94EH	R-410A
63	PLASTICOS	Recepcion	1 Acond. LENNOX GHM18	R-410A
64	PLASTICOS	Despacho director planta	1 Acond. LENNOX GHM18	R-410A
65	PLASTICOS	Despacho fernandez Blasco	1 Acond. LENNOX GHM12	R-410A
66	PLASTICOS	Despacho Ramon perez	1 Acond. LENNOX GHM09	R-410A
67	PLASTICOS	Laboratorio pequeño	1 Acond. LENNOX GHM09	R-410A
68	PLASTICOS	Despacho Alberto Palazon	1 Acond. LENNOX GHM09	R-410A
69	PLASTICOS	Despacho J.Nebot	1 Acond. LENNOX GHM09	R-410A
72	PLASTICOS	Laboratorio control	3 Acond. FUJI ELECTRIC ROW-12RC	R-22
73	PLASTICOS	Laboratorio control	2 Acond. FUJI ELECTRIC ROW-14WA	R-22
	SILOS PORCELANA	Despachos	2 Acond.SANYO SA-KCR124EH	R-410A
42	TALLER	Despacho mantenimiento	1 Acond. NORTHAIR ventana Mod. SE 30	R-22
43	TALLER	Despacho	1 Acond.SANYO SA-KCR184EH	R-410A
44	TALLER	Despacho	1 Acond. NORTHAIR agua Mod. CL 25	R-22
45	TALLER	Despacho	1 Acond. LENNOX GHM24	R-410A
70	TERMOPLASTICOS		1 Acond. LENNOX SWMH09	R-22
71	TERMOPLASTICOS		1 Acond. LENNOX SWMH12	R-22
	GLAZES	P.B. Vestuarios	1 Acond. DAIKIN DQ250B	R-410A
	GLAZES	P.B. Laboratorio	1 Acond. DAIKIN BQS125B	R-410A
	GLAZES	P.B. Zona Logística	1 Acond. DAIKIN DQ250B	R-410A
	GLAZES	1ªP. Oficina	1 Acond. DAIKIN DQ200B	R-410A
	GLAZES	1ªP. GS	1 Acond. DAIKIN BQ60B	R-410A
	GLAZES	1ªP. Despachos	3 Acond. DAIKIN TXS50	R-410A
	GLAZES	1ªP. Despachos	2 Acond. DAIKIN TXS42G	R-410A

## **5. Optimización en Facturación. Nueva estrategia de compra.**

Tras realizar un estudio del mercado eléctrico, se han detectado que son muchas las posibilidades de contratación que lleven a la empresa a un ahorro importante en la facturación. La contratación del gas, actualmente ya se realiza mediante una fórmula que vincula valores mensuales del tipo de cambio y del Brent. Este sistema permite a la empresa estar siempre en valores medios de mercado. En cambio, la electricidad siempre se ha negociado durante los dos últimos meses del año y valorando siempre un precio fijo.

Si se hace un pequeño análisis, se identifica que es claramente un riesgo comprar el 100% del consumo de energía eléctrica en un momento concreto del año, ya que el valor de la energía varía día a día y se podrían aprovechar momentos del año donde el mercado reduce sus precios considerablemente.

Si nos fijamos en el siguiente gráfico, podemos apreciar como los valores de la electricidad variaron constantemente durante el año 2011, sin embargo, la empresa cerró el contrato para el año 2012 cuando los valores estaban a 52,63 €/MWh. No fue el peor valor del año pero podemos observar que hubo muchas oportunidades de comprar la energía mucho más económica.



Claro está que apostar por un momento del año no deja de ser un riesgo y una especulación, por eso se propone un modelo de compra, no para conseguir el mejor precio del año si no asegurarse un precio medio de mercado.

La propuesta consiste en dividir la compra en seis oportunidades, o sea, seis periodos al año. Tomar un compromiso de realizar cierres de compra cada dos meses, y así aprovechar la tendencia de precios de cada periodo. Para ello, nos basaremos en OMIP, es decir, valores a futuro.

Si al comienzo de cada periodo los valores están descendiendo, esperaremos a ejecutar la compra cuando se produzca un pico y haya una tendencia alcista. Si la tendencia al inicio del periodo es alcista, esperaremos a la bajada y si ésta no ocurre, tendremos que realizar la compra antes de que finalice el periodo.

Con este procedimiento nos aseguramos tener una media de seis valores de mercado en diferentes momentos del año, lo que nos asegura tener un precio medio de mercado.

Por último y como última propuesta, se debe contemplar la posibilidad de ser un usuario interrumpible, donde los ahorros de facturación sería mucho mayores.

## **6. Conclusiones del estudio.**

Resultado del análisis global realizado sobre la planta de CERALM de Almazora, resultan las siguientes conclusiones:

- La estrategia de ahorro energético debe seguir el siguiente orden: reducir-eliminar despilfarros, monitorizar-supervisar, optimizar la regulación y control de las instalaciones, mejorar el rendimiento de equipos auxiliares de proceso (compresores, ventiladores, enfriadoras, etc..), mejorar el rendimiento de los procesos mediante renovación tecnológica o aplicación de tecnologías de recuperación de calor.
- En relación a las oportunidades de mejora que presentan las diferentes fábricas se consideran de **máxima prioridad** las siguientes acciones:
  - Reducción progresiva de cargas fuera de horario productivo en fábrica de Colores Terminados.
  - Inventariado de equipos que deben ser desconectados en periodos nocturnos y de fines de semana (desconexión manual o mediante instalación de relojes horarios).
  - Enclavamiento eléctrico de ventiladores y limpieza de filtros de mangas con equipos asociados.
  - Optimización de regulación y control en instalaciones de aire comprimido (propuestas de reducida o nula inversión).
  - Reducción de fugas de aire comprimido e instalación de válvulas de corte manual o automático mediante enclavamiento eléctrico con la maquinaria de proceso.
- Se consideran de **prioridad alta** las siguientes acciones:
  - Implementación de sistema de supervisión energética de planta.
  - Optimización de regulación y control en instalación de aire comprimido de Colores Base.
  - Mantenimiento de la baterías de condensadores para mejora del factor de potencia.
  - Optimización de instalación de refrigeración de fritas.
- Se consideran de **prioridad media** las siguientes acciones:
  - Implementación de variación de velocidad en molinos.
  - Estudio para reducción de consumo de mantenimiento y aislamiento en líneas de extrusión.
  - Mejora en el control de combustión de hornos.
- Se consideran de **prioridad baja** las siguientes acciones:
  - Optimización de iluminación de planta y oficinas.
  - Recuperación de calor de secaderos.
  - Implementación de un Plan de Mantenimiento Proactivo de Motores.
- Las mejoras deben centrarse en las instalaciones cuyos consumos no añaden valor al producto de forma directa. La prioridad en la mejora de los procesos debe estar supeditada al aprovechamiento de la capacidad productiva de los mismos ya que, mejorar el rendimiento de un proceso sin aprovechar la capacidad de producción del mismo no es eficiente en términos de rentabilidad o ahorro energético. Así mismo, el criterio para invertir en áreas de proceso siempre va a primar el aumento de la producción por lo que la mejora de los procesos debe perseguir un objetivo de mejora de los ratios de intensidad energética a partir del aprovechamiento de la capacidad de producción y en última instancia de la mejora de rendimiento de los mismos.
- En cuanto a la planta de oxígeno, una vez analizadas las características de la demanda de oxígeno y el modo de operación de la planta, no se advierte potencial de mejora ya que esta planta suministra oxígeno en la banda baja de presión, por lo que la bomba de oxígeno está diseñada para aportar un suministro de oxígeno constante, por tanto no presenta oportunidades de mejora en cuanto a su

regulación y control.

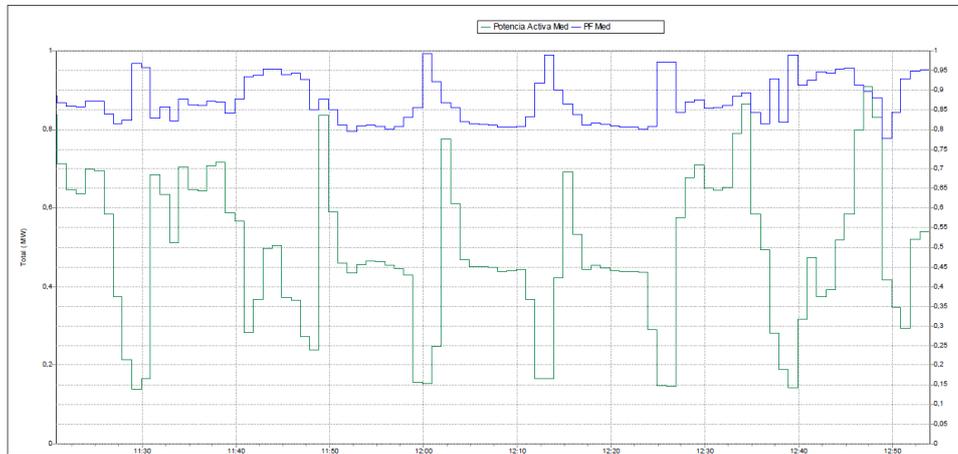
- Indicar la importancia de implementar un sistema de gestión de energía según la norma UNE 216.301 radica en la necesidad de establecer objetivos de ahorro energético e implementar sistemas de monitorización y supervisión de energía para poder controlar y reducir los consumos de energía sobretodo ligados a instalaciones auxiliares de proceso. Un adecuado plan de acción energético puede permitir invertir en proyectos de mejora a partir de los ahorros obtenidos de proyectos de mejora ya realizados.
- Aunque no ha sido objeto de este estudio, se ven oportunidades de mejora en el consumo de energía térmica. Un ejemplo claro sería la recuperación de calor en los secaderos de la planta de Glazes. La propuesta consistiría en la implementación de un sistema de recuperación de calor en el conducto de salida de humos (intercambiador aire/aire) que permita la aspiración de aire del quemador del secadero a mayor temperatura.
- En cuanto al calor de proceso de los hornos de fritas, éstos han experimentado numerosas mejoras en cuanto al diseño y distribución de los quemadores e implementación de combustión por oxígeno. Así mismo, se están realizando proyectos de mejora térmica en colaboración con la Agencia Valenciana de la Energía por lo que al margen de mejora en los hornos se encuentra bastante limitado. A pesar de ello, existen tecnologías eficientes que se fundamentan en la mejora de la monitorización de los parámetros de la combustión y la mejora de los equipos de regulación, mediante la mejora en la tecnología del control de la combustión se pueden lograr mejoras de entre un 1 y un 2% en el rendimiento de los hornos.

## BIBLIOGRAFÍA

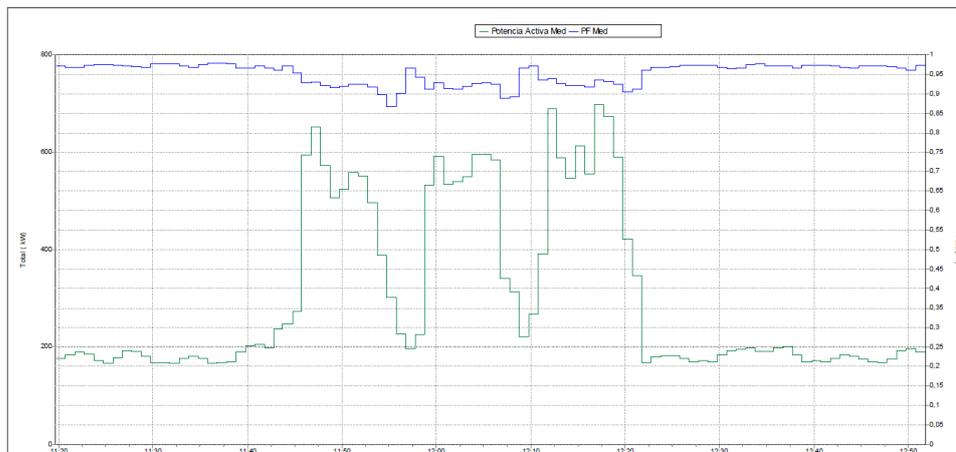
- [1] <http://energy.gov/>
- [2] <http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/>
- [3] Norma UNE 216.301.
- [4] <http://www.schneiderelectric.com.ar/documents/solutions/catalogo.>
- [5] <http://iet.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/eurodeem>
- [6] <http://www.motorsmatter.org/index.asp>
- [7] <http://www.epa.gov/espanol>
- [8] <http://www.aenor.es/aenor/normas>
- [9] <http://re.jrc.ec.europa.eu/energyefficiency/eurodeem/imssa.htm>
- [10] <http://www.ingersollrandproducts.com/>
- [11] <http://www.amf.uji.es>
- [12] <http://www.extractores.com.mx/centrifugos.htm>
- [13] <http://www.unet.edu.ve/~maqflu/doc/LAB-1-128.htm>.

# ANEXOS

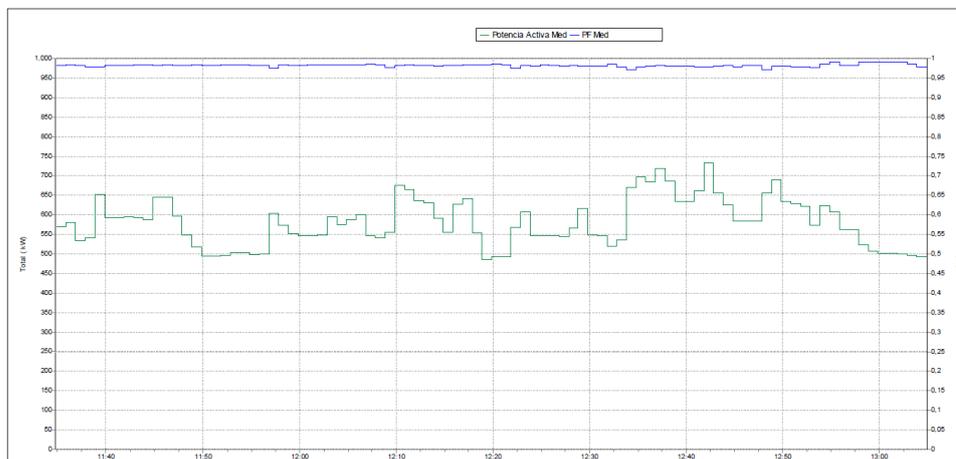
## TRAFO 1 COLORES BASE



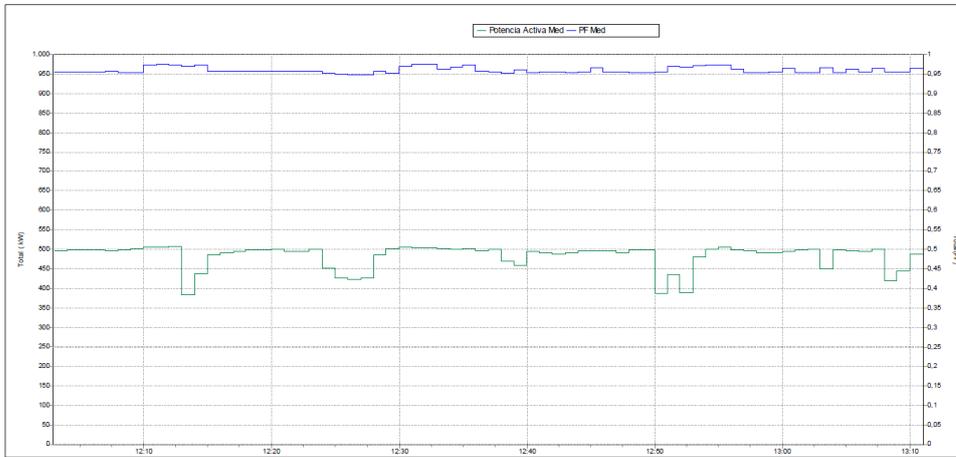
## TRAFO 2 COLORES BASE



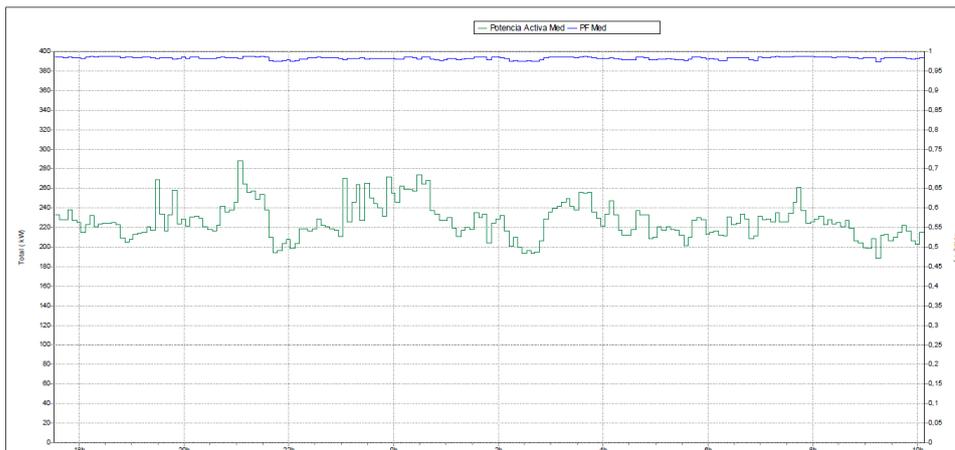
## TRAFO 3 COLORES BASE



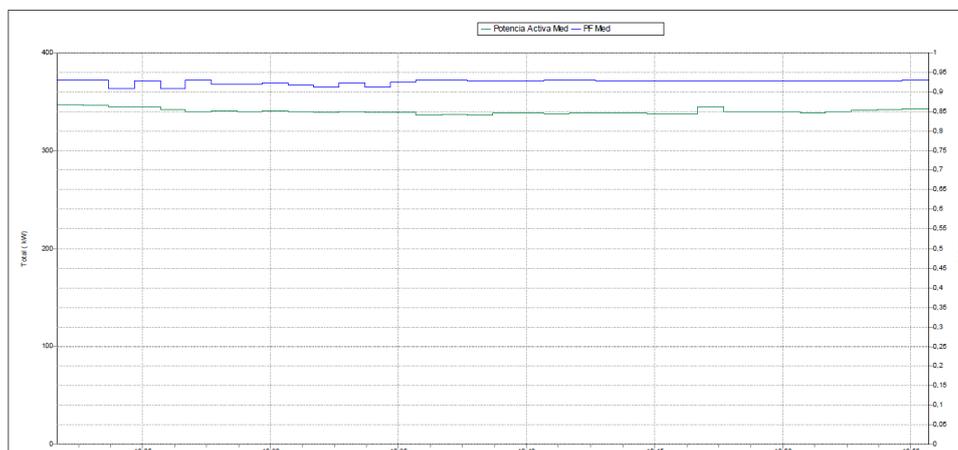
TRAFO 4 COLORES BASE



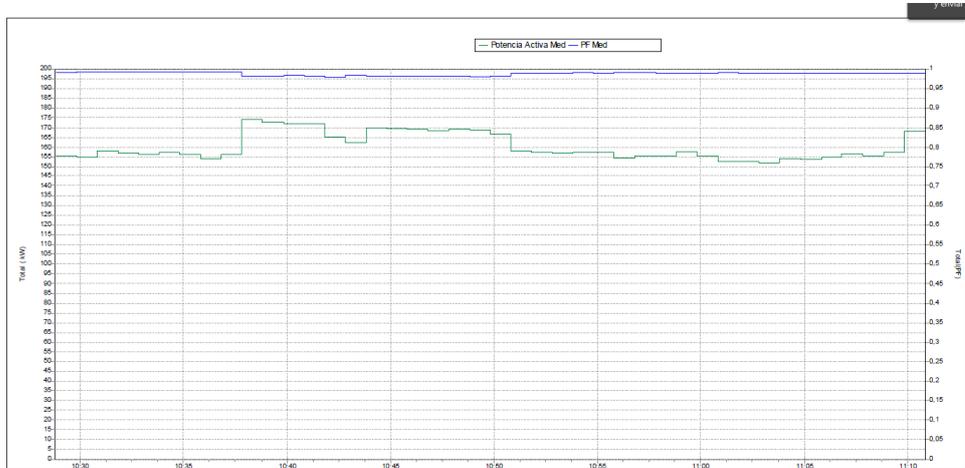
TRAFO INCOMPUESTOS



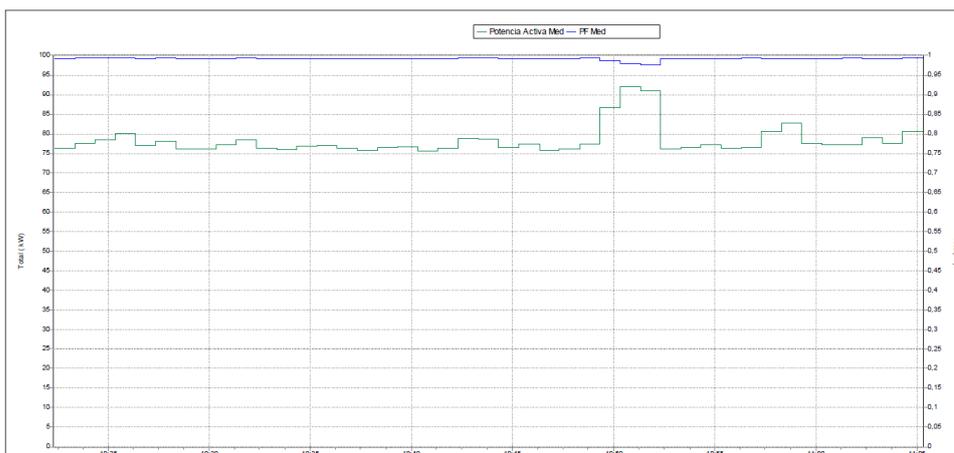
TRAFO 1 GLACES



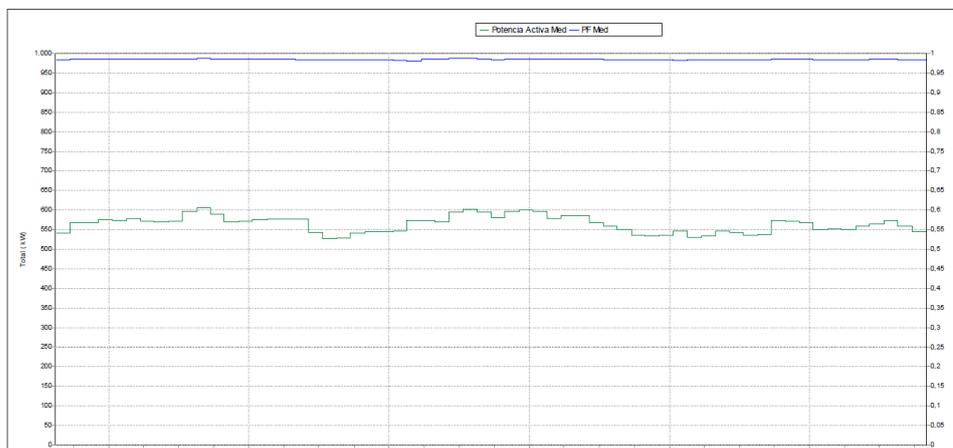
TRAFO 2 GLACES



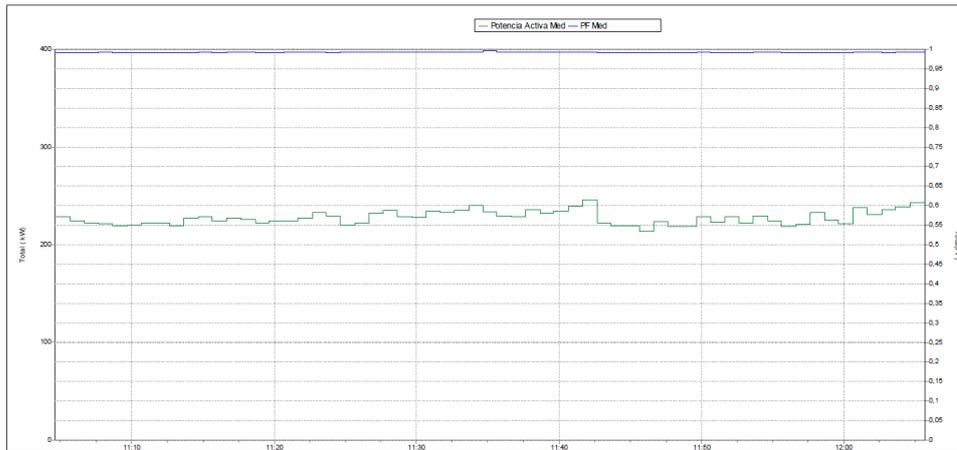
TRAFO 3 GLACES



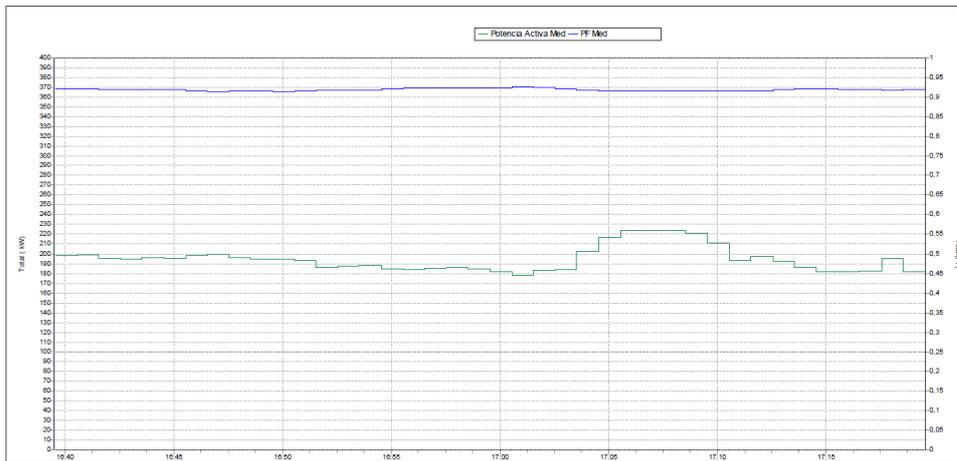
TRAFO TERMOPLÁSTICOS



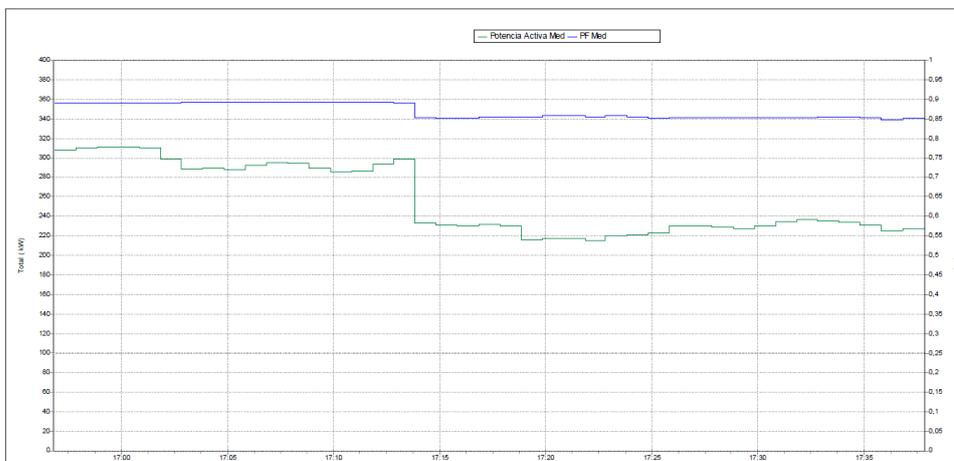
TRAFO TERMOSETS



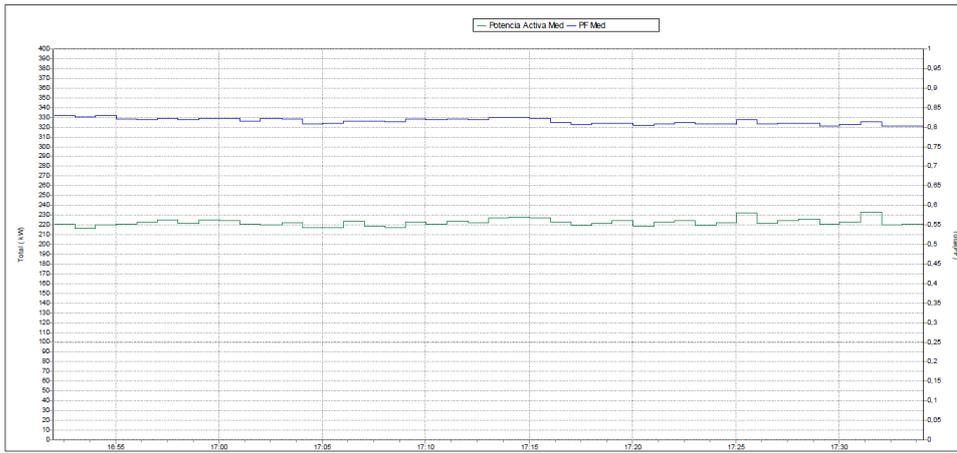
TRAFO 1 FRITAS



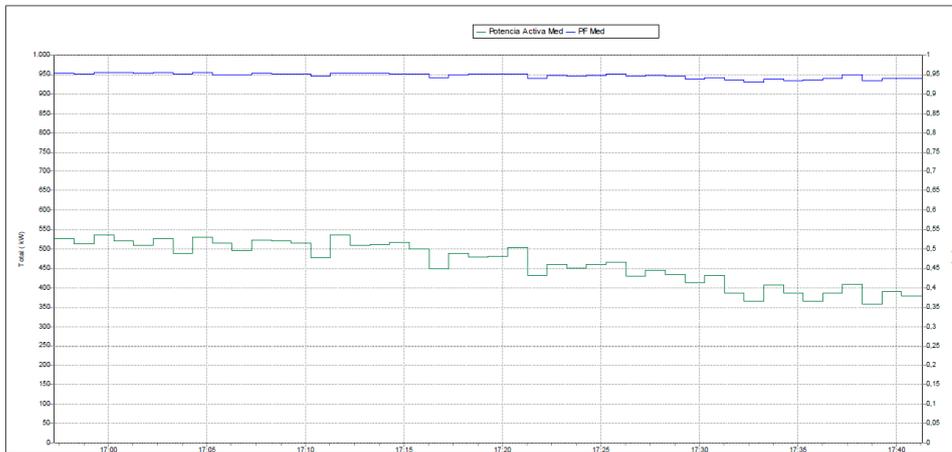
TRAFO 2 FRITAS



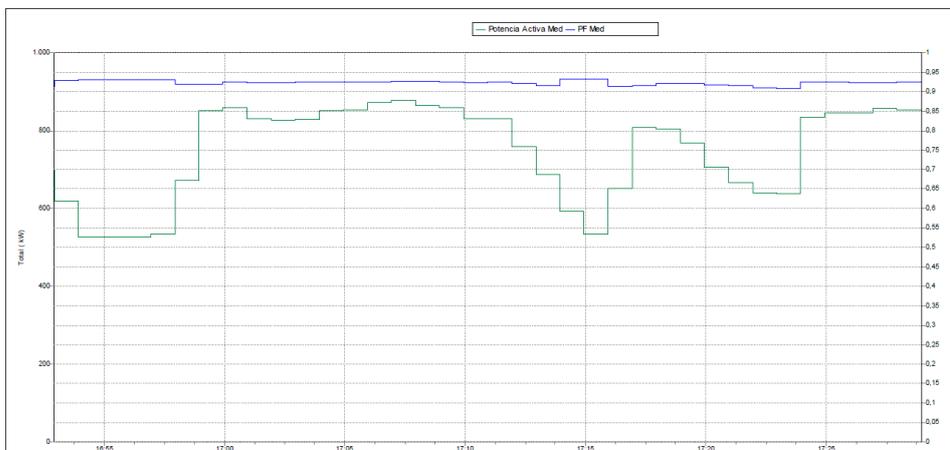
TRAFO 3 FRITAS



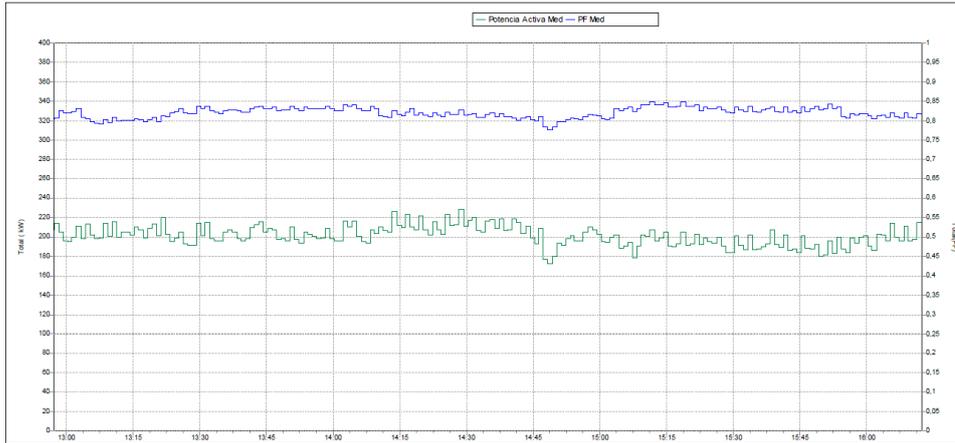
TRAFO 4 FRITAS



TRAFO 5 FRITAS



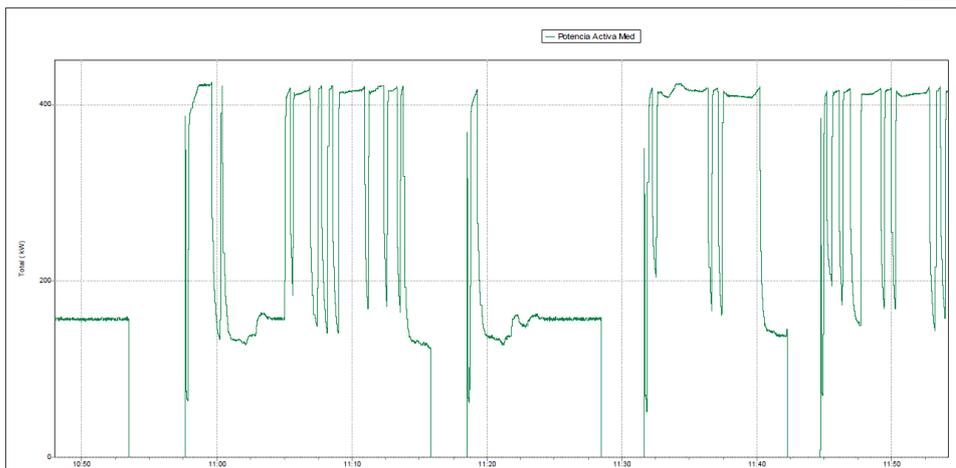
TRAFO FRITAS NUEVA



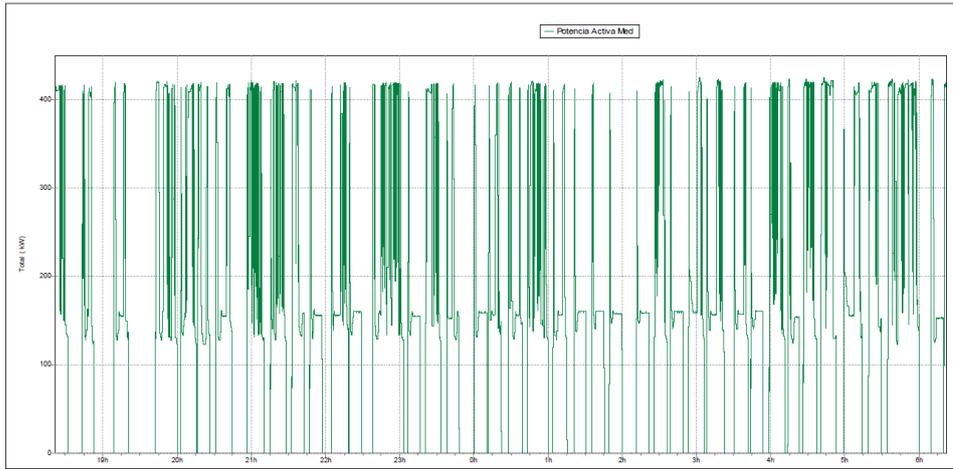
TRAF0 COLORES ACABADOS



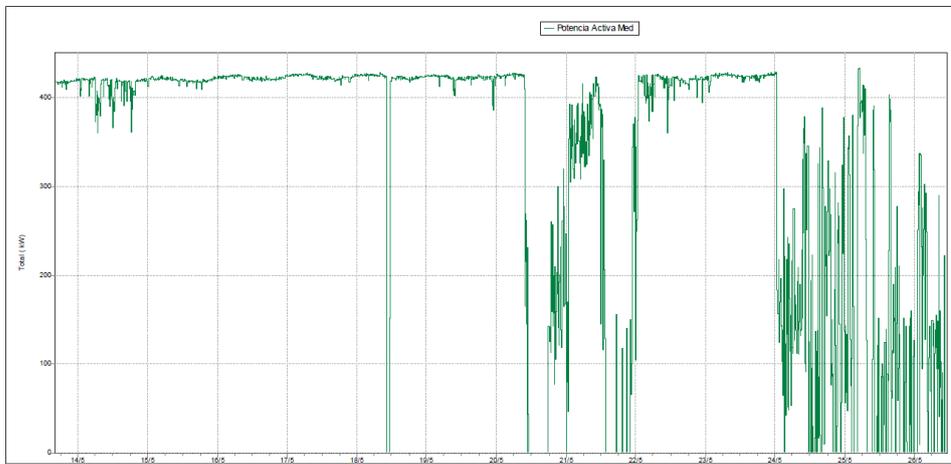
COMP4 COLORES BASE



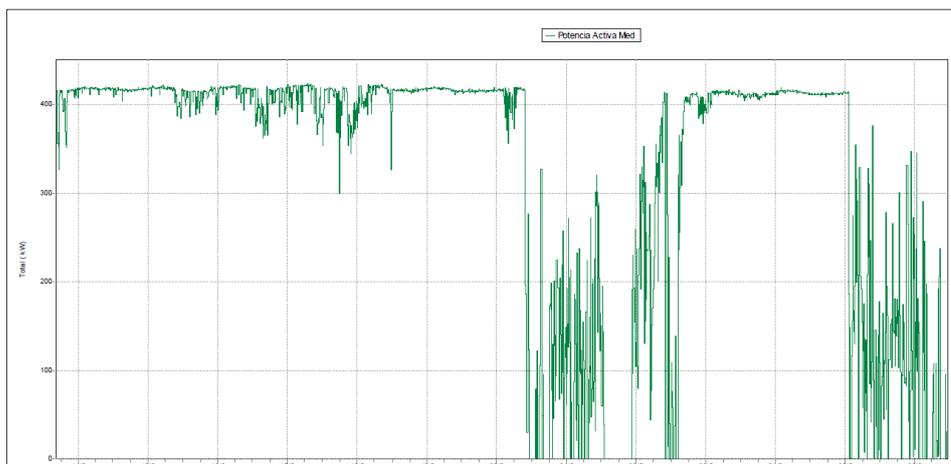
COMP4 COLORES BASE



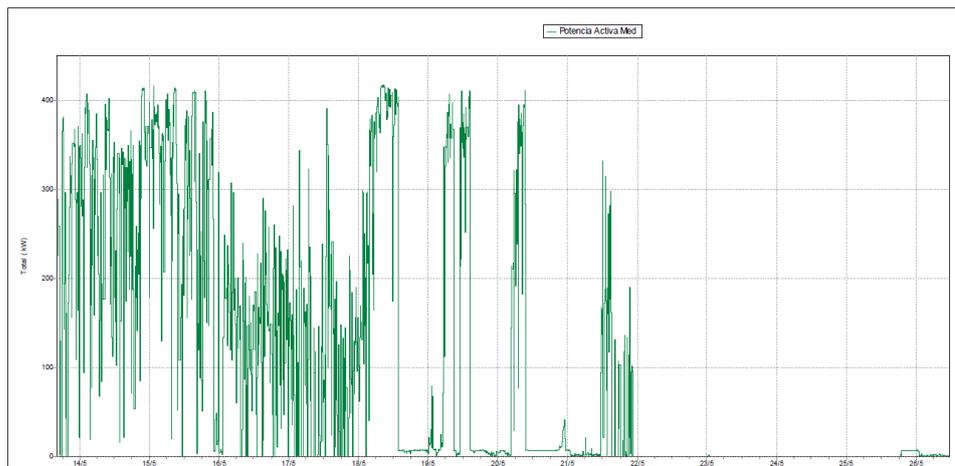
Comp01 COLORES BASE



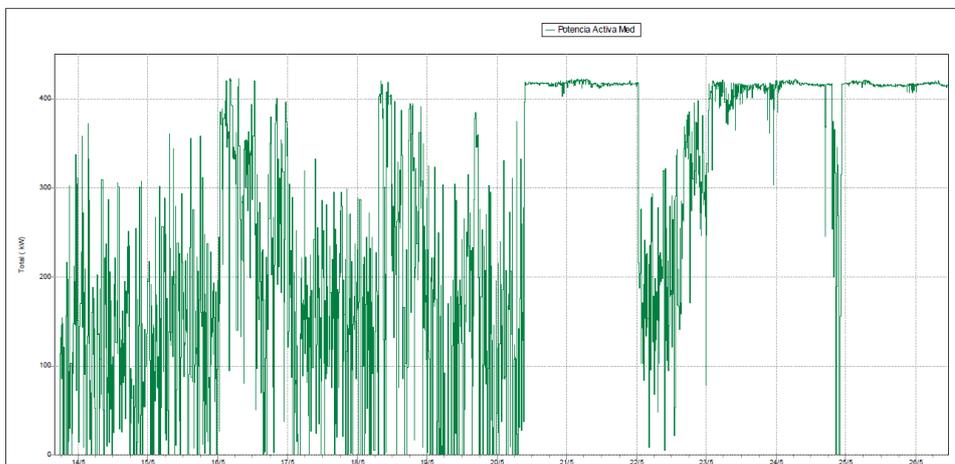
Comp02 COLORES BASE.



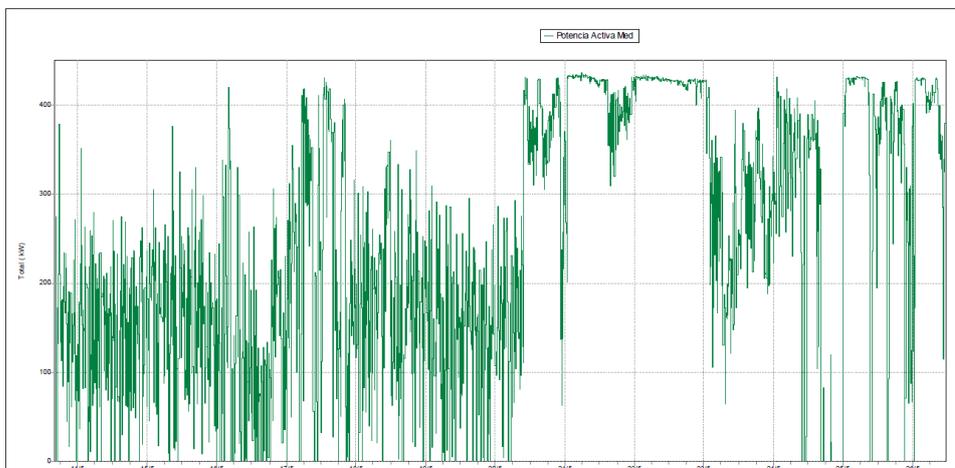
## Comp03 COLORES BASE.



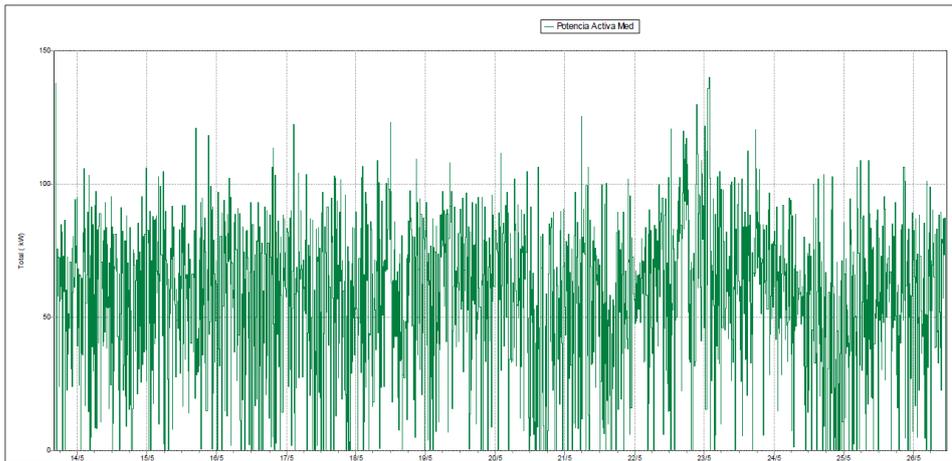
## Comp04 COLORES BASE.



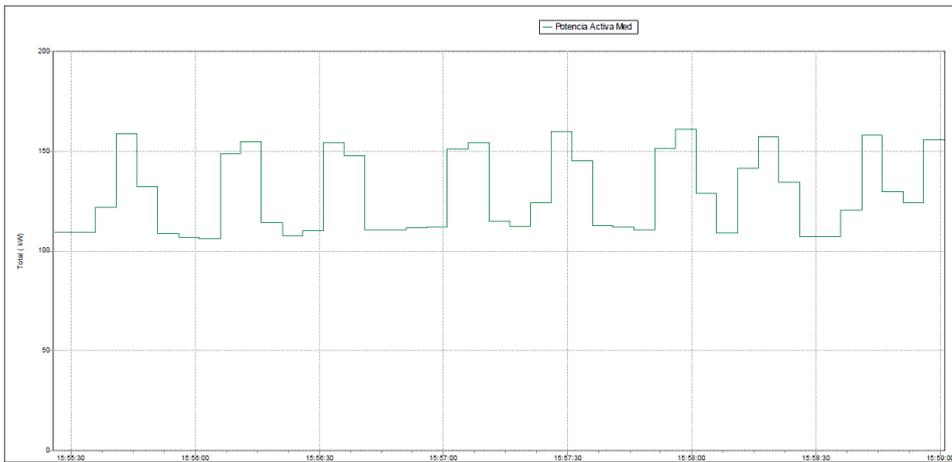
## Comp05 COLORES BASE.



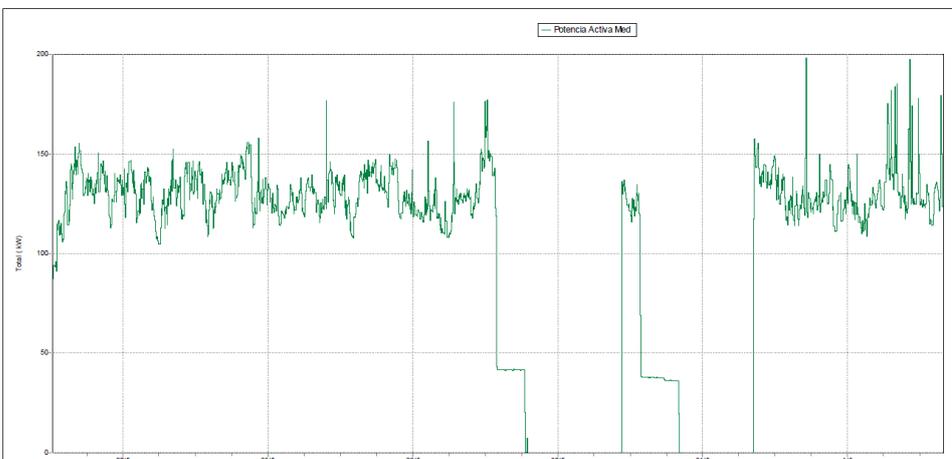
Comp06 COLORES BASE.



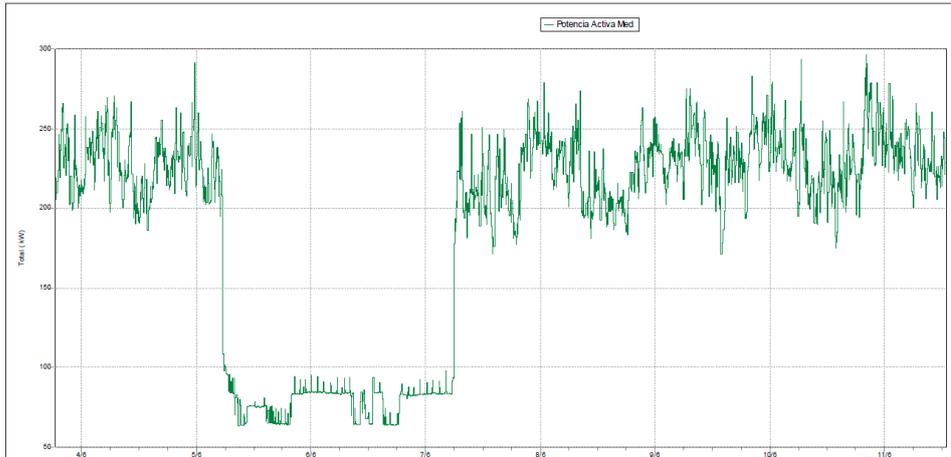
Gral compresores INCOMPUESTOS.



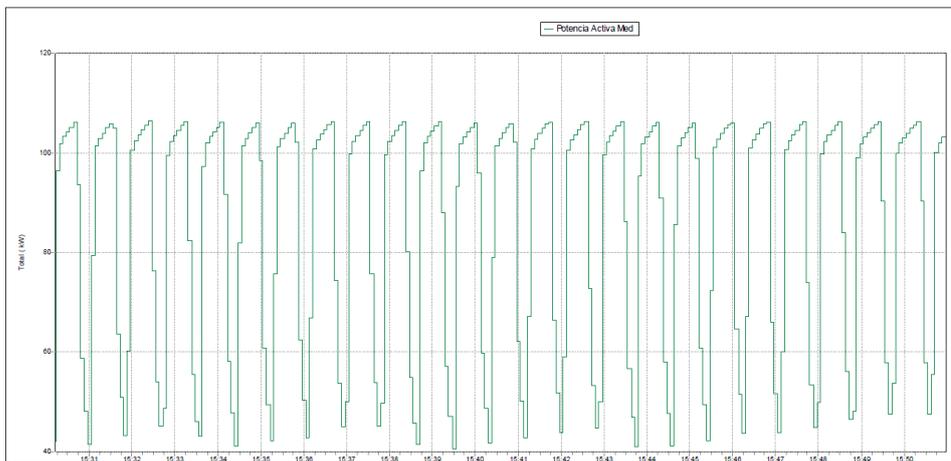
Gral compresores INCOMPUESTOS.



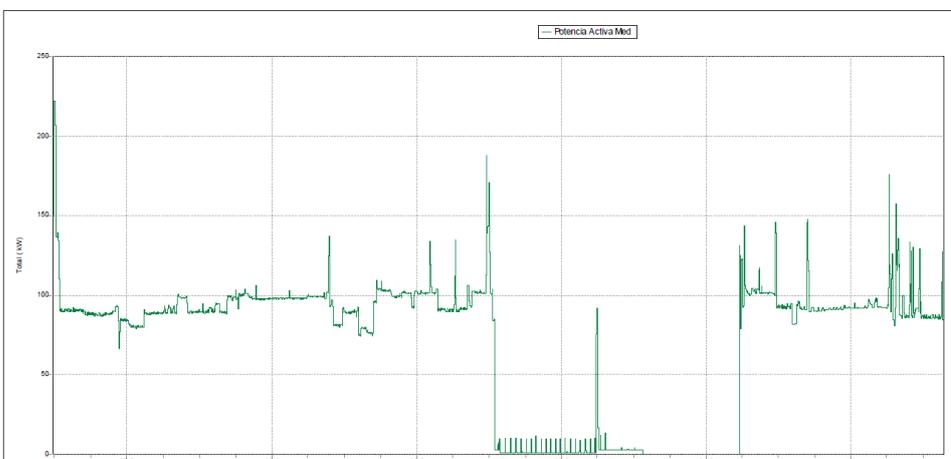
Trafo INCOMPUESTOS.



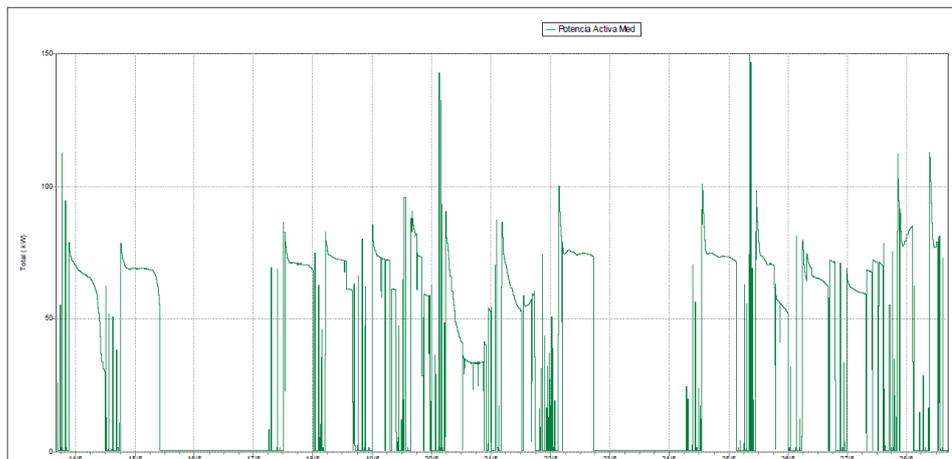
Gral compresores GLAZES.



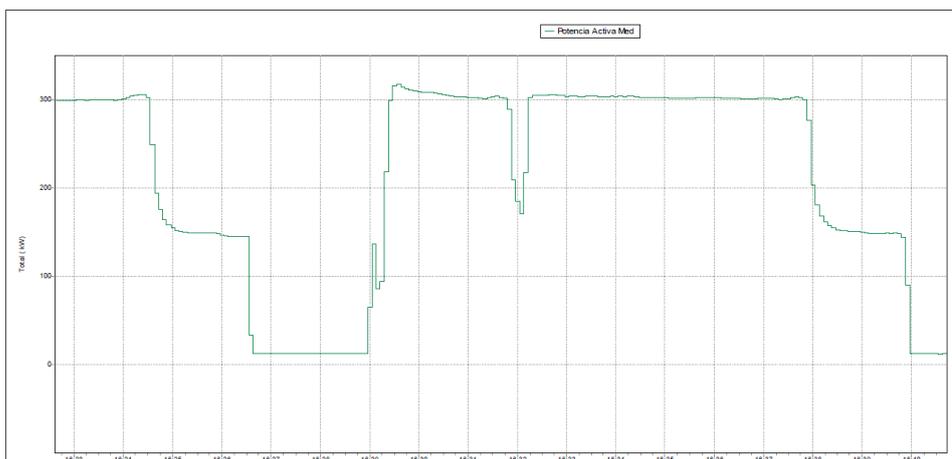
Gral compresores GLAZES.



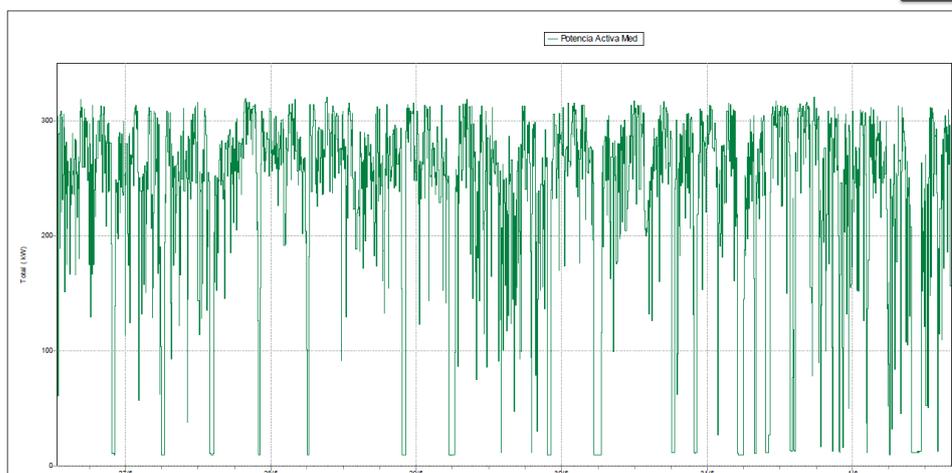
Molino n2 GLAZES.



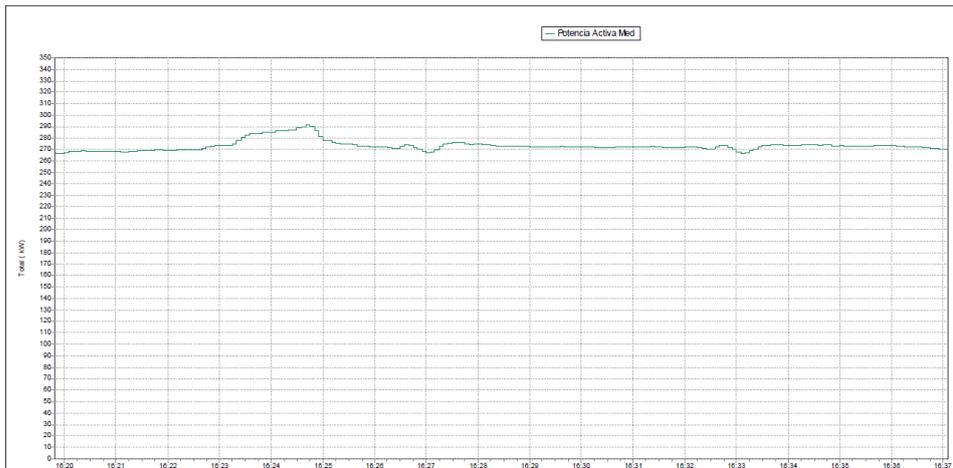
Transporte neumático COMP1 FRITAS.



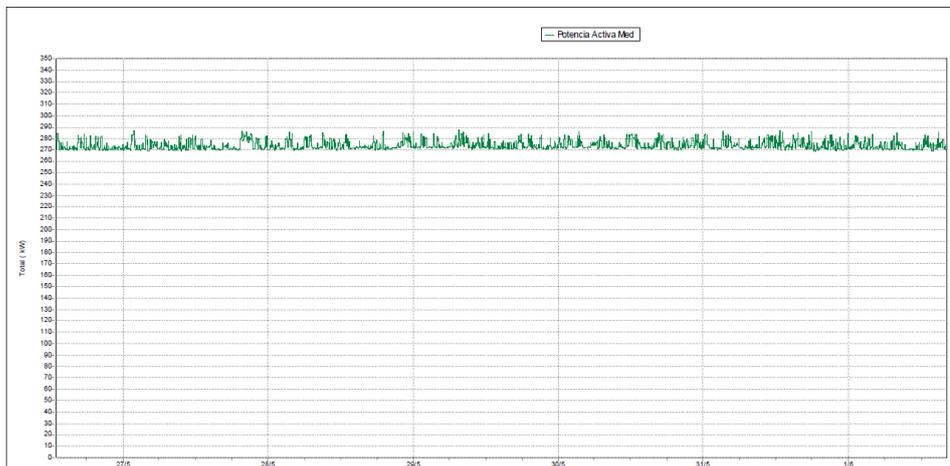
Transporte neumático COMP1 FRITAS.



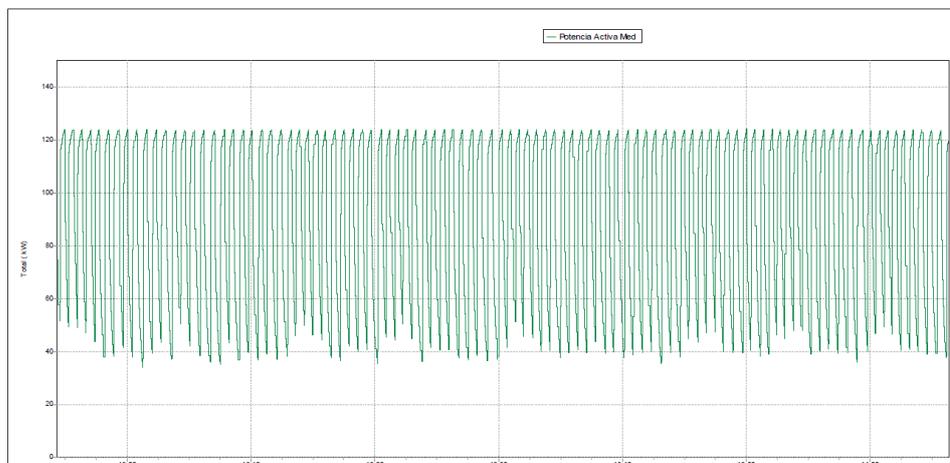
Transporte neumático COMP2 FRITAS.



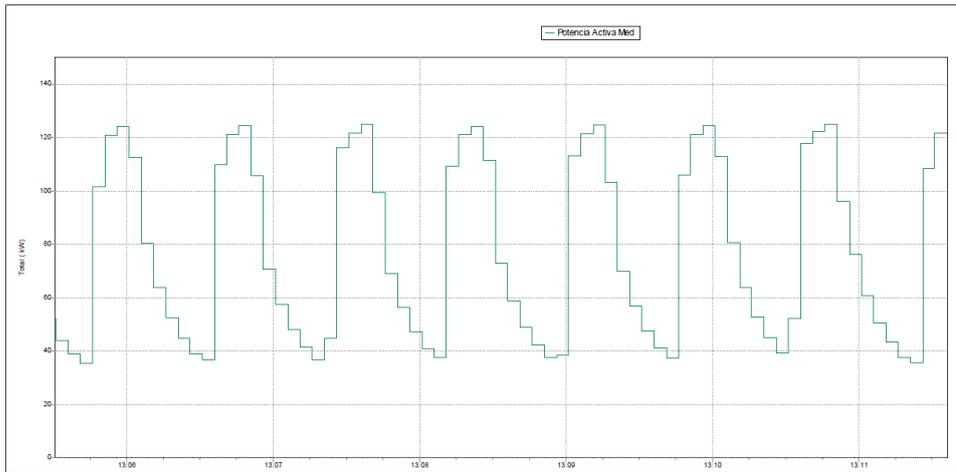
Transporte neumático COMP2 FRITAS.



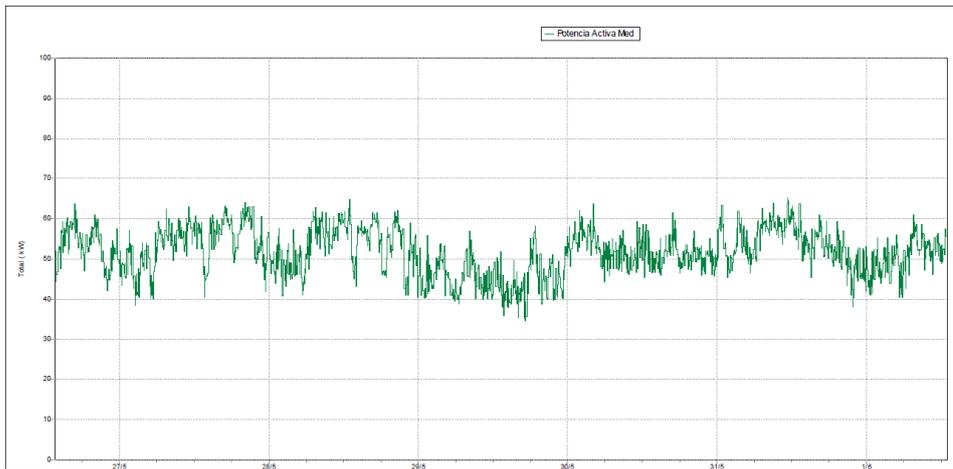
COMPGA110 FRITAS.



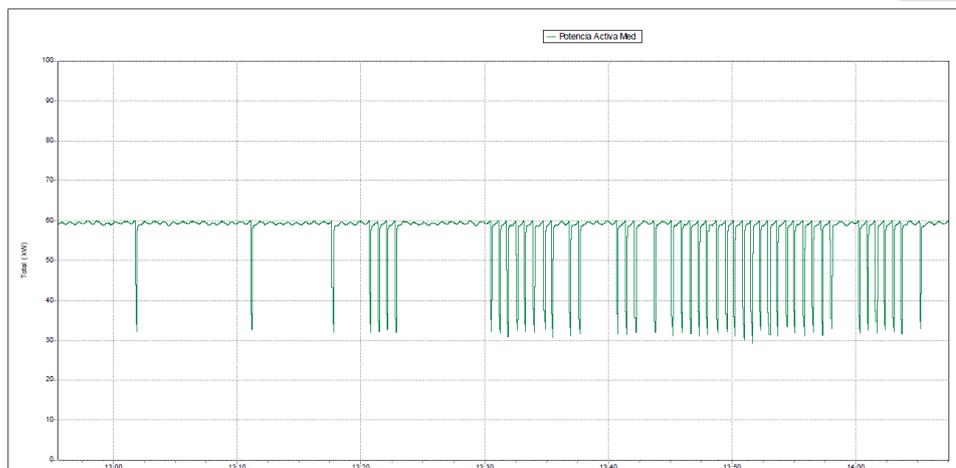
COMPGA110 FRITAS.



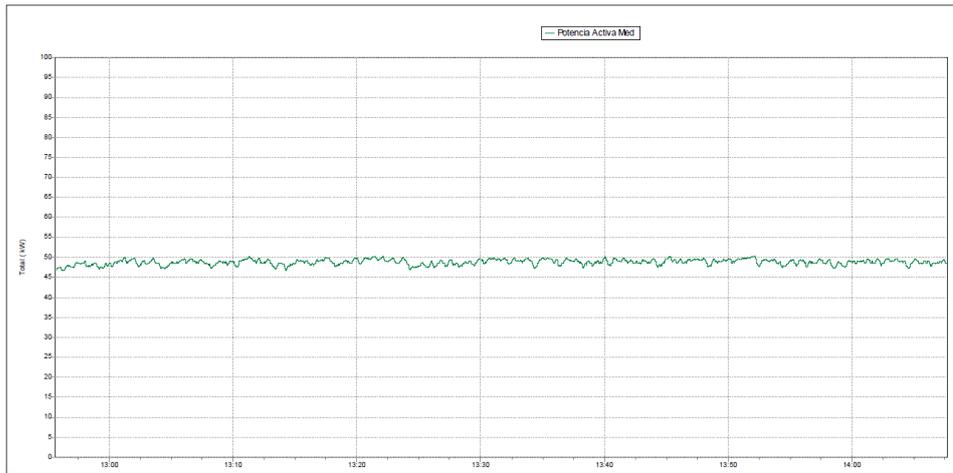
COMPGA110 FRITAS.



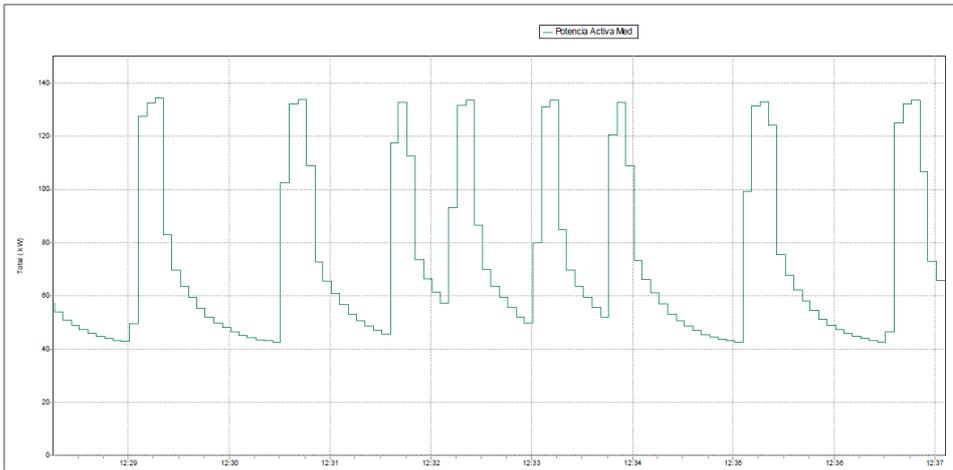
COMPGA55 FRITAS.



COMPGA45 FRITAS.



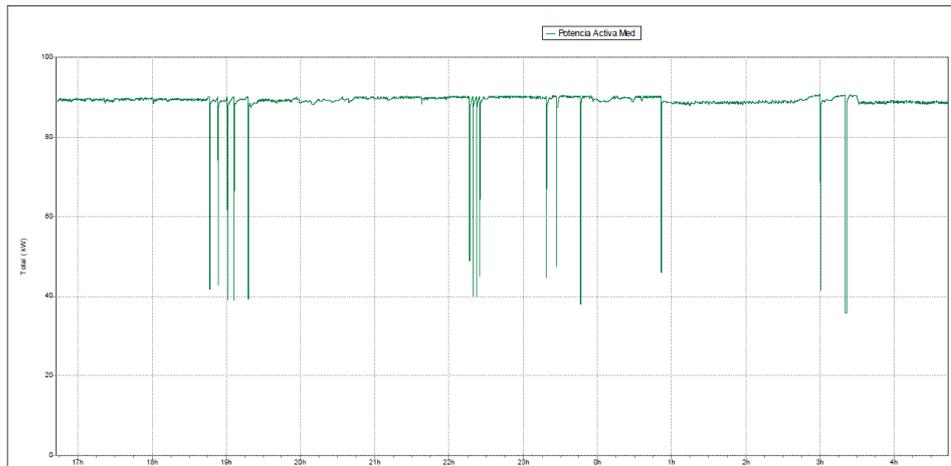
COMP Kaeser FRITAS NUEVA.



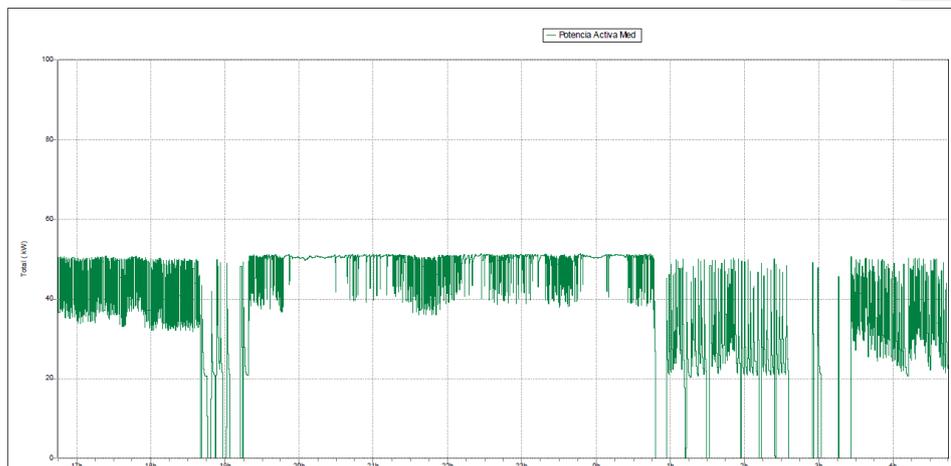
COMP Kaeser FRITAS NUEVA.



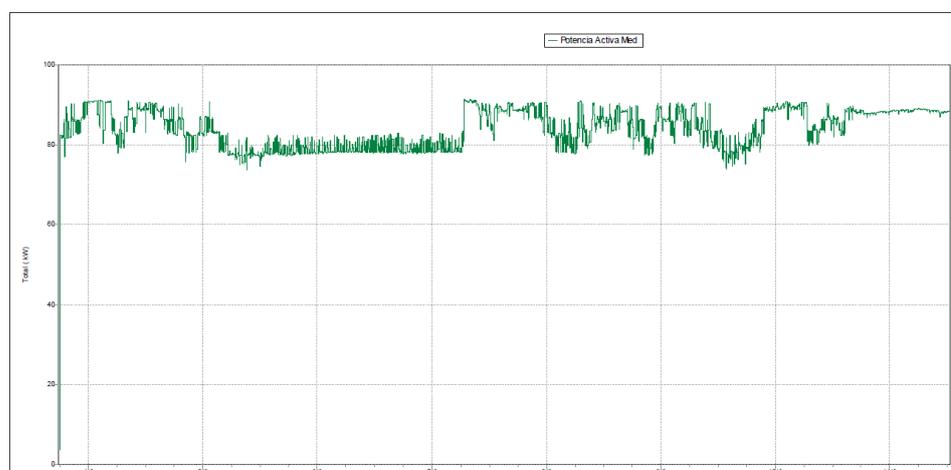
## COMP3 GA75 COLORES TERMINADOS.



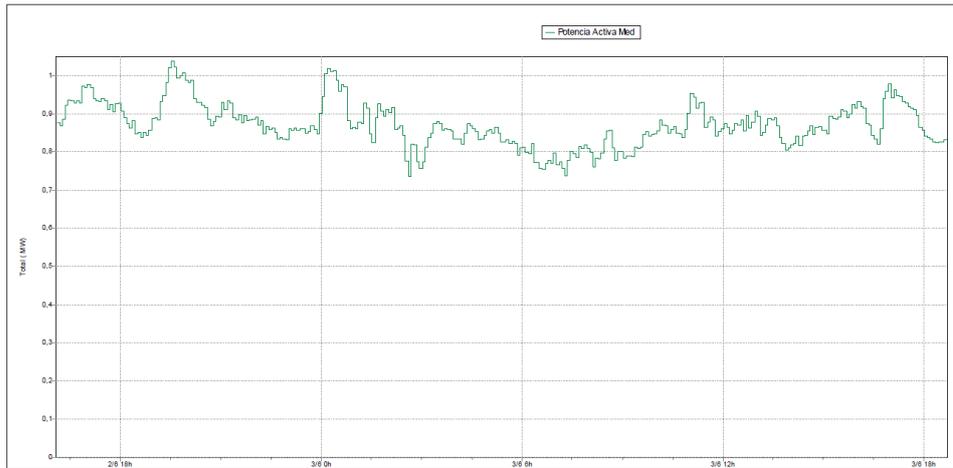
## COMP2 GA45 COLORES TERMINADOS.



## Comp Colores Terminado\_3.



TRAFO COLORES TERMINADOS.



TRAFO COLORES TERMINADOS.

