



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA

Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Trabajo final de Máster en Ingeniería Ambiental

Valencia, abril de 2015

Presentado por: Emanuela Seppi

Dirigido por: Prof. Vicente Martínez Soria



Escuela Técnica Superior de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos

ÍNDICE

1. Introducción	5
2. Datos generales del establecimiento.....	6
2.1 Datos identificativos.....	6
2.2 Datos de producción.....	7
3. Proceso de producción	9
3.1 Descripción de las instalaciones	9
3.2 Descripción del proceso de producción	11
3.2.8 Diagramas de proceso	16
3.3 Inventario de los equipos consumidores de energía	18
3.3.1 Equipos consumidores de energía eléctrica	18
3.3.2 Equipos consumidores de energía térmica.....	21
4. Datos y mediciones.....	22
4.1 Mediciones eléctricas	23
4.2 Recopilación de datos.....	26
4.2.1 Uso de equipos	26
4.2.2 Producción	28
4.2.3 Energía térmica.....	29
4.2.4 Intervalos de facturación	30
4.2.5 Energía eléctrica	31
5. Análisis energético.....	32
5.1 Suministros energéticos, tarifas y costes	32
5.1.1 Energía eléctrica	33
5.1.1.1 Potencia.....	36
5.1.1.2 Energía activa	39
5.1.1.3 Energía reactiva.....	45
5.1.2 Energía térmica.....	48
5.2 Distribución de los consumos eléctricos	51
5.2.1 Simulación de los consumos durante Mayo-Junio 2014.....	52
5.2.2 Distribución consumos eléctricos por equipo	58
6. Costes energéticos y consumos	60
6.1 Costes y consumos específicos.....	60
6.3 Actuaciones para el aumento de la eficiencia	64
6.3.1 Equipos de frío	65
6.3.2 Iluminación	66
6.3.3 Equipos de proceso.....	66
6.3.4 Instalaciones generales.....	67
6.4 Comparación con valores medios de Comunidad Valenciana y resto de España.....	69

6.4.1 Comunidad Valenciana	69
6.4.2 Castilla y León	72
6.4.3 Andalucía	73
6.4.4 Comunidad de Cataluña	73
7. Mejoras planteadas.....	77
7.1 Optimización factura eléctrica	77
7.1.1 Calculo potencia contratada.....	78
7.1.2 Cambio tarifa y comercializadora	81
7.2 Compensación energía reactiva	84
7.3 Renovación equipos	87
7.3.1 Arcones congeladores.....	87
7.3.2 Expositores	89
7.3.3 Iluminación	90
7.4 Instalación gas natural.....	96
7.5 Turnos de producción	98
7.6 Mantenimiento	98
7.7 Hábitos de uso y buenas prácticas.....	99
8. Análisis económico	101
8.1 Ahorro en la factura eléctrica.....	102
8.2 Ahorro en la renovación de los equipos	104
8.3 Ahorro en la renovación de la iluminación	107
8.4 Ahorro en el suministro de la energía térmica	109
8.5 Rentabilidad de las medidas	109
8.7 Ahorro en emisiones	110
9. Conclusiones.....	111
Anexo. Fichas equipos	113
BIBLIOGRAFÍA	135

1. Introducción

La situación económica de los últimos años ha contribuido a convertir el coste de la energía en una de las partidas más consistentes del gasto total que debe asumir la pequeña y mediana empresa.

La implementación de un estudio de ahorro y eficiencia energética por parte de las PYMEs se está revelando fundamental para redimensionar los costes totales optimizando la utilización de los recursos energéticos.

Esta herramienta no sólo permite lidiar con los problemas relacionados con el aspecto económico y de competitividad entre empresas sino que contribuye a alcanzar los objetivos de minimización del impacto ambiental provocado por estas actividades.

Optimizar el consumo final de energía, fomentar el ahorro y aplicar medidas de eficiencia energética permiten contribuir a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero y demás contaminantes a la atmósfera limitando sus efectos sobre el medio ambiente. Al mismo tiempo ayudan a reducir la demanda energética global y la explotación de los recursos necesarios para satisfacerlas.

Considerando que los pequeños comercios representan una parte importante de la economía valenciana, constituyendo el 30.5% de las empresas operantes en la Comunidad[1], la implementación generalizada de las mejoras energéticas en este sector puede marcar una tendencia apreciable hacia la eficiencia en el uso de la energía de la Comunidad.

Este trabajo se propone realizar el estudio energético de un establecimiento de conducción familiar de producción y venta de productos refrigerados. El análisis está enfocado en la individualización de los aspectos de la actividad que suponen una pérdida o un uso incorrecto de la energía y el planteamiento de soluciones alternativas de ahorro sin coste adicional o de inversiones recuperables a corto o medio plazo que permitan un aprovechamiento más eficiente de la energía utilizada.

2. Datos generales del establecimiento

2.1 Datos identificativos



Entrada establecimiento (Fuente: Google maps)

El establecimiento auditado se encuentra en la ciudad de Valencia, ubicado en el cruce entre una de las avenidas que forman parte del anillo de cierre del primer Ensanche y una calle conocida por los comercios y las tiendas, que lleva a la Plaza de los Pinazo.

Los locales del establecimiento ocupan una sección de la planta baja de una finca edificada en el año 1908.

Este local abrió en el año 1999, tras el traspaso de un comercio que ejercía una actividad similar. Sin embargo muchos de los equipos del establecimiento tienen una antigüedad de 30 años aproximadamente ya que se siguen manteniendo aquellos utilizados por el anterior propietario.

En la **Tabla 1** se resumen los datos identificativos principales del establecimiento.

DATOS GENERALES	
Nombre empresa	Helados Gran Vía
Descripción	Establecimiento de producción y venta de helados artesanales
Domicilio	Av.da Marqués del Turia 55 bajo (Valencia)
Inicio actividad	1999
CNAE	n.d
Persona de contacto	n.d

Tabla 1. Datos identificativos

2.2 Datos de producción

Los productos principales elaborados y vendidos en el establecimiento son el helado, los sorbetes y los granizados artesanales.

El helado y el sorbete son alimentos compuestos por materias primas simples (como azúcar, leche, huevos, frutas, etc.) que adquieren una determinada consistencia y pastosidad gracias a específicos procesos de enfriado y de mezclado.

Lo que determina la textura correcta de estos productos es la coexistencia de tres diferentes estados físicos en las proporciones adecuadas:

- Estado sólido formado por sustancias insolubles, cristales de hielo y grasas.
- Estado líquido del agua no congelada, sales minerales y proteínas.
- Estado gaseoso formado por pequeñas partículas de aire que se incorporan al producto gracias al mezclado. La cantidad óptima de aire se establece entre el 35-40% para el helado a base de leche y entre el 25-30% para el sorbete[2].

A diferencia del helado industrial, la preparación del helado artesanal puede prescindir de colorantes, estabilizadores, emulsionantes y conservantes artificiales gracias al correcto proceso de producción llevado a cabo, a los ingredientes frescos de elevada calidad utilizados y al breve periodo de tiempo que transcurre entre la producción y el consumo por parte del cliente.

Asimismo, las grasas y las partículas de aire están presentes en cantidad inferior en el helado artesanal (6%-10% y máximo 40%) respecto al helado industrial (8%-16% y mínimo 70%)[3].

Cada ingrediente se puede clasificar en base a la función que desempeña en la consecución del producto final. El agua es la materia prima presente en mayor cantidad que permite la disolución de los azúcares, la hidratación, la distribución de proteínas y aromas y la congelación, es decir el cambio de estado de la mezcla cuando se lleva a una temperatura inferior a los cero grados centígrados.

Los azúcares constituyen otro componente principal de las fórmulas y desempeñan una función que se contrapone a la del agua ya que consiguen retardar el proceso de congelación. En las proporciones correctas, agua y azúcares juntos permiten al producto alcanzar la consistencia final adecuada.

Grasas, huevos y aromas se consideran secundarios ya que no son imprescindibles para conseguir la estructura adecuada del producto final, como en el caso de los sorbetes.

Las materias primas principales utilizadas para la preparación de helados y sorbetes son: agua, lácteos (leche, nata, etc.), azúcares, huevos, frutas (frescas y secas).

El régimen de producción de este tipo de alimento no es continuo a lo largo del año sino que tiene carácter estacional ya que su consumo se relaciona con los días cálidos, que en la ciudad de Valencia se pueden identificar típicamente entre mediados de marzo y finales de octubre.

Este laboratorio artesanal trabaja principalmente de forma familiar: la dueña y uno de sus hijos son las personas que se ocupan de la producción y siguen todas las fases del proceso desde la recepción de las materias primas hasta la confección de los productos para la venta. El

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

establecimiento cuenta con otros dos empleados que se dedican a la venta y al mantenimiento y a la limpieza de las instalaciones.

El horario de funcionamiento de la actividad es de 12 horas diarias durante todos los días de la semana, desde las 9.30 horas hasta las 21.30 horas. La producción de los helados se suele llevar a cabo en la primera parte del turno de trabajo, durante las horas de la mañana, cuando la afluencia de clientes es menor.

La producción media semanal de helados y sorbetes es de aproximadamente 175 litros, alcanzando los 225 litros en los periodos de máxima venta durante los meses de julio y agosto.

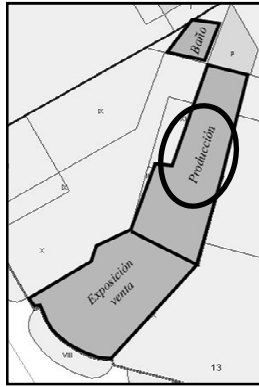
En la **Tabla 2** se recogen los datos principales del régimen de producción del laboratorio:

RÉGIMEN PRODUCCIÓN			
Materias primas principales	Agua, lácteos (leche, nata, etc.), azúcares, huevos, frutas (frescas y secas), chocolates, aromas		
Productos principales	Helados, Sorbetes, Granizados		
Régimen de funcionamiento	Horas/día	Días/semana	Días/año
	12	7	240
Capacidad productiva (litros)	Mensual		Anual
	750		5300
Número de empleados	4		

Tabla 2. Datos de producción

además del sistema de alumbrado. Asimismo existen un calentador y una cocina que trabajan con gas butano, adquirido por el establecimiento en bombonas.

Local de producción



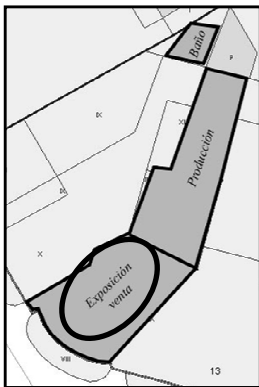
Local producción [4]

El cuarto destinado a la producción mide aproximadamente 40m^2 y comunica con el local de venta por una puerta de vaivén. También comunica por el otro extremo con un patio de luces de 4m^2 a través de una puerta de cristal. No hay ventanas.

En el local dedicado a la producción se encuentran una cocina, dos arcones congeladores, dos congeladores industriales tipo abatidor de temperatura, una máquina pasteurizadora, una máquina mantecadora y una serie de equipos para la preparación de mezclas: robot de cocina, exprimidor, trituradores, microondas, horno y cafetera. Por último, un equipo de aire acondicionado. Todos estos aparatos, excepto la cocina, consumen energía eléctrica.

La iluminación del local de producción se realiza mediante siete tubos fluorescentes.

Local de venta



Local venta [4]

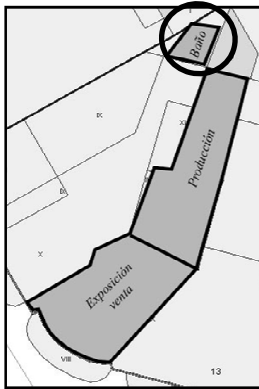
Se trata de una estancia de unos 30m^2 . El cuarto no está dotado de ventanas, pero las pequeñas dimensiones de esta estancia garantizan la ventilación y la luz natural. El acceso a la calle es un portal comercial abierto. En horario de cierre se baja una persiana metálica enrollable para evitar el acceso desde el exterior.

En el local están instaladas dos neveras de tipo expositor destinadas a la venta de los helados, dos arcones congeladores para la conservación de los granizados y de los helados que no están expuestos, una nevera tipo armario para botellas y refrescos y una horchatera.

La estancia cuenta también con una caja registradora, una máquina para la producción de nata montada y un ventilador sencillo.

La instalación de luces del local de venta está compuesta por diez bombillas halógenas y la iluminación exterior de la entrada por tres lámparas de tipo led.

Servicios



Servicios [4]

El cuarto de los servicios mide alrededor de 4m². Contiene aseo y lavabo, además de un calentador de agua que funciona con bombonas de gas butano, y está iluminado por dos bombillas incandescentes. Los servicios comunican por una puerta con el patio de luces del edificio.

3.2 Descripción del proceso de producción

La producción del helado se compone de siete fases principales que se distinguen entre procesos y operaciones:

1. Dosificación.
2. Pasteurización y homogeneización.
3. Enfriamiento y maduración.
4. Incorporación ingredientes adicionales.
5. Mantecación.
6. Congelación.
7. Decoración.

Los "procesos" agrupan aquellas fases que se desarrollan mediante la utilización de un equipo que necesita un aporte de energía para funcionar, como la pasteurización, la mantecación o la congelación. En cambio, las "operaciones" están constituidas por aquellas fases manuales para la preparación del producto. La realización de las operaciones (tareas como la dosificación y la decoración) no conlleva necesidades energéticas.

Por otra parte la preparación de los sorbetes sólo necesita de cuatro fases, ya que los mismos no se someten al proceso de pasteurización:

1. Dosificación.
2. Mantecación.
3. Congelación.
4. Decoración.

Previamente a la preparación de los helados artesanales se procede a la recepción de las materias primas y a su conservación en condiciones de humedad y temperatura adecuadas hasta el comienzo del proceso de producción.

Dosificación



Ingredientes [5]

En la primera fase se dosifican y preparan los ingredientes de acuerdo a la fórmula elegida para el producto final deseado.

Este paso conlleva, entre otras, tareas de pesaje de las materias primas, trituración de la fruta para la preparación de purés y zumos, o el tostado y trituración de frutos secos.

El correcto equilibrio entre las materias primas permite garantizar la consistencia y la textura adecuadas y mantener la calidad del producto

final en el tiempo.

Para la preparación de los helados los primeros ingredientes que se amalgaman convenientemente a través de operaciones de mezclado son los líquidos a los cuales se unen en frío o en caliente los sólidos anteriormente tamizados, como azúcares y grasas, hasta obtener una crema de textura lisa y homogénea.

Paralelamente a la preparación de esta mezcla base, se dosifican y acondicionan los ingredientes que, por su naturaleza, verían afectadas sus características organolépticas si se sometieran al calentamiento del proceso de pasteurización. Estos ingredientes adicionales se incorporan a la mezcla una vez la misma finaliza el proceso de maduración.

Los equipos necesarios para la preparación de los ingredientes son unos electrodomésticos de cocina profesional que trabajan con energía eléctrica y una cocina que trabaja con energía térmica suministrada por gas butano.

Pasteurización y homogeneización



Pasteurizadora [6]

La pasteurización es un proceso de calentamiento que garantiza las condiciones higiénicas y sanitarias de los alimentos. Su fin es abatir la carga bacteriana presente en las materias primas amalgamadas en la primera fase y, al mismo tiempo, disolver y mezclar de manera uniforme todos los componentes.

En todo alimento se encuentra naturalmente una determinada cantidad de bacterias que se multiplica rápidamente cuando la temperatura se encuentra entre 15-20°C y 55-60°C. A otras temperaturas la actividad

bacteriana se encuentra notablemente reducida.

Este tratamiento de pasteurización calienta la mezcla a una temperatura de 80°C durante unos segundos, lo que asegura a los alimentos poco ácidos, como en este caso la leche y sus

derivados, la protección de la degradación bacteriana y el conferimiento de estabilidad óptimo, asegurando a la vez que las propiedades organolépticas de los ingredientes no se vean afectadas.

Por las razones expuestas los sorbetes, que sólo contienen agua y azúcares, no necesitan someterse al proceso de pasteurización.

Las máquinas pasteurizadoras pueden funcionar con diferentes tecnologías de calentamiento, en este caso se emplea el método denominado "baño maría", donde el producto alcanza lentamente la temperatura deseada gracias al contacto directo del recipiente que lo contiene con un flujo de agua caliente.

Mientras se desarrolla el proceso de calentamiento el producto se somete a un mezclado continuo que asegura la reducción del tamaño de las partículas no solubles, especialmente las de las grasas, y su dispersión en el líquido, con lo cual se consigue una mezcla homogénea y uniforme.

Esta fase es particularmente importante en cuanto reduce los sólidos a partículas muy pequeñas y evita que el helado adquiera una desagradable textura granulosa.

Enfriamiento y maduración

Transcurrido el tiempo necesario para la pasteurización la máquina procede a enfriar rápidamente la mezcla hasta los 4-5°C y a mantenerla a esta temperatura constante durante un periodo de mínimo de tres horas.

Durante esta fase, denominada maduración, la máquina sigue removiendo suavemente y de manera continua la mezcla con el objetivo de hacerle adquirir mayor densidad y permitir a las partículas de grasa endurecer y cristalizar, facilitando así la incorporación de aire durante la fase sucesiva de mantecación.

Al mismo tiempo los sólidos, en particular las proteínas, se hidratan absorbiendo el agua presente, impidiendo así la formación de cristales gruesos de hielo, con el resultado de proporcionar al producto su característica textura fina y más manejable.

Las fases consecutivas de pasteurización y maduración se llevan a cabo en cuatro horas aproximadamente.

Incorporación ingredientes adicionales

Terminada la maduración, se incorporan al producto base todos los ingredientes adicionales, como aromas, purés o yogures que, por ser sensibles al calor, no toleran el proceso de pasteurización. Son estos ingredientes los que enriquecen el helado con su sabor final.

Mantecación



Mantecadora [7]

En este punto del proceso la mezcla se introduce en la máquina mantecadora donde adquiere la consistencia y textura final típica del helado.

La transición de estado líquido a estado sólido se realiza bajando repentinamente la temperatura hasta los -18°C . El enfriamiento rápido evita que se formen cristales excesivamente gruesos y que el helado adquiriera una desagradable textura "escamosa".

Al mismo tiempo la mezcla se somete a agitación continua con introducción forzada de aire que permite al helado aumentar su volumen, ayudando la incorporación de las partículas de gas y obteniendo la consistencia sólido-pastosa final.

Esta fase de formación de la estructura del helado es muy rápida y la mezcla permanece en la mantecadora sólo unos diez minutos.

Antes de pasar a la siguiente fase la mezcla se reparte en cubetas de cinco litros de capacidad cada una.

Congelación

La fase final de la producción del helado es la congelación ya que la temperatura de salida del producto de la mantecadora (-10°C aproximadamente) no es suficiente para que el mismo mantenga en el tiempo la estructura adquirida durante el proceso de mantecación.

Bajando ulteriormente la temperatura, de manera que se alcanzan los -30°C en el núcleo interno del helado, se consigue que el 80% del agua líquida residual contenida se solidifique, por lo contrario se asistiría a la pérdida parcial del volumen del producto por derretimiento.

Las cubetas anteriormente dispuestas se introducen en una nevera especial llamada "abatidor de temperatura" que permite al helado alcanzar el punto de congelación final.

Decoración



Decoración helados [8]

Las cubetas de helado se conservan en el abatidor de temperatura hasta el momento de la venta, cuando se colocan en las neveras-expositores. Pese a que la temperatura de los expositores sea mayor (-15°C) que la temperatura de conservación, las características del producto no se ven afectadas ya que el tiempo que transcurre entre la exposición del helado y su venta es muy reducido.

En los expositores el contenido de las cubetas está a la vista de los clientes, por esta razón se mejora la presentación de los distintos helados decorando su superficie con distintos toppings como chocolate en polvo, sirope o frutas, según el sabor correspondiente.

3.2.8 Diagramas de proceso

El diagrama de flujo del proceso de producción del helado, con el detalle de los aportes de energía eléctrica y térmica, se representa a continuación.

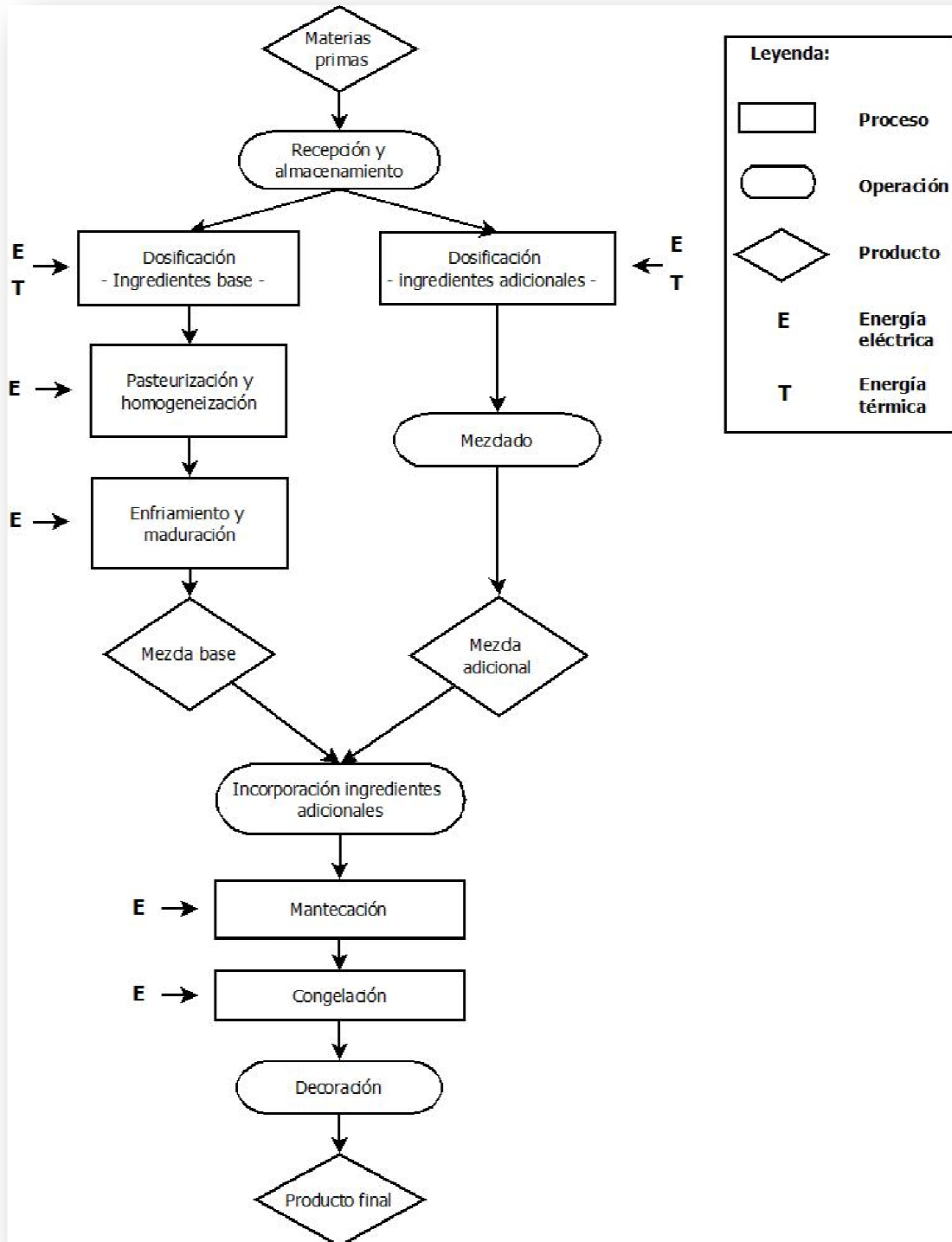


Diagrama proceso producción helado

El siguiente es el diagrama de flujo del proceso de producción del sorbete que, respecto al anterior, se desarrolla de forma más sencilla debido al menor número de procesos necesarios para su fabricación.

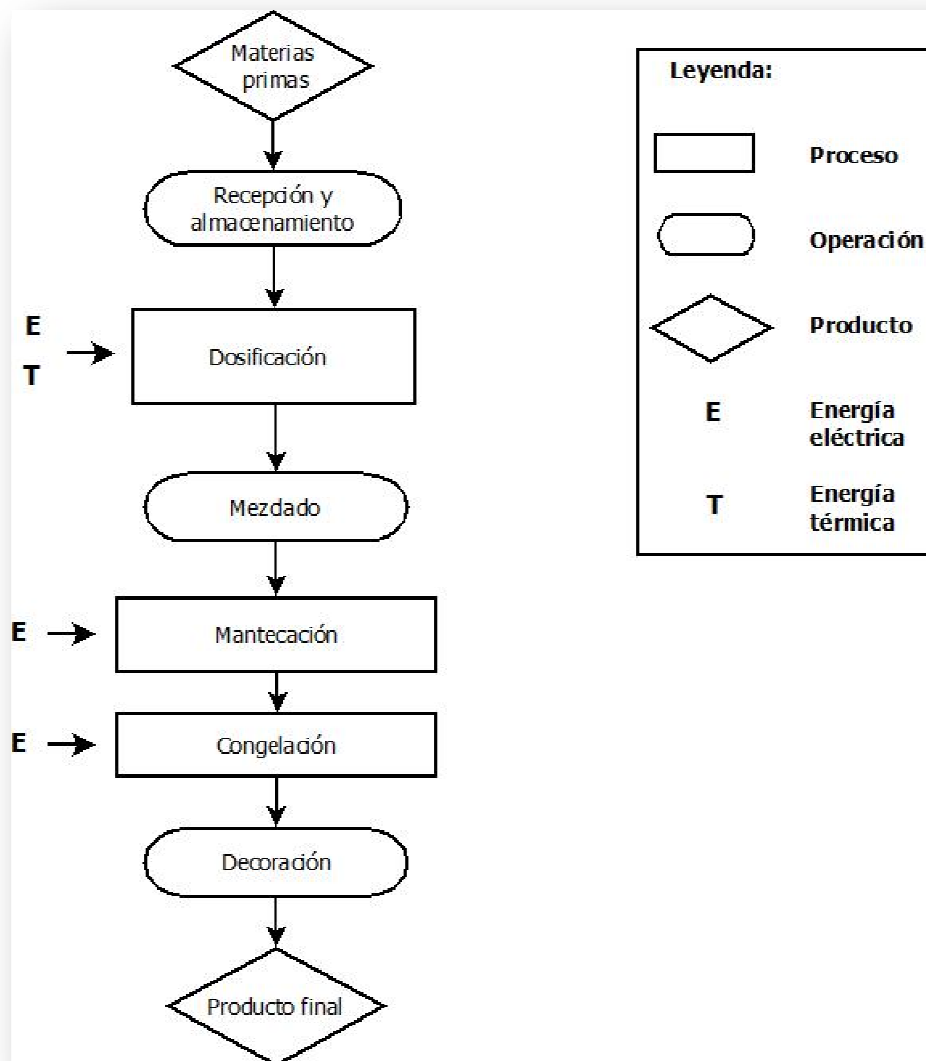


Diagrama proceso producción sorbete

El proceso de producción de los granizados es muy simple ya que consta de sólo dos fases: trituración del hielo y dosificación de los ingredientes.

- Trituración del hielo. Esta operación se lleva a cabo con los aparatos de trituración.
- Dosificación de los ingredientes. Se dosifican y acondicionan los ingredientes que, añadidos al hielo picado, dan el sabor al granizado. Entre las operaciones que se realizan está el exprimido de los cítricos, la preparación del café, etc.

3.3 Inventario de los equipos consumidores de energía

Con la exhaustiva compilación del inventario se logra una visión global de la utilización de la energía en el establecimiento, identificando el origen, la magnitud y la naturaleza de los consumos en cuanto a necesidades de producción se refiere.

Asimismo se consiguen evidenciar los equipos que marcan los consumos más relevantes de energía y, sobre éstos, se focaliza el sucesivo análisis destinado a conseguir mayor eficiencia y ahorro.

Para ello las maquinarias y los equipos utilizados se clasifican y reagrupan en base a sus características técnicas y de funcionalidad.

Cabe destacar que casi todos los equipos presentes en el establecimiento son consumidores de energía eléctrica, mientras los equipos consumidores de energía térmica se reducen a dos.

3.3.1 Equipos consumidores de energía eléctrica

Equipos de proceso

A este grupo pertenecen los equipos para la pasteurización y para la mantecación que constituyen la maquinaria esencial para la fabricación de los productos principales, helados y sorbetes.

Ambos equipos están dotados de motores eléctricos y trabajan con un sistema trifásico 3x220/380V.

- Pasteurizadora MARK MIX.MATIC 55. Es el equipo que lleva a cabo sucesivamente las fases de calentamiento de la mezcla para su pasteurización y su enfriamiento rápido. La fase de calentamiento dura pocos minutos mientras el mantenimiento de la mezcla a -4°C tarda algunas horas.
Entre todos los equipos la pasteurizadora es el de mayor potencia (6750W instalados y 5000W medios de trabajo) y tiene una capacidad de producción de 55 litros. El sistema de cocción es de tipo "baño maría" y el sistema de enfriamiento es por agua.
- Mantecadora CARPIGANI LABO 20/30. Es una mantecadora de eje horizontal y proporciona a helados y sorbetes su consistencia final a través de una serie de operaciones simultáneas: enfriamiento, mezcla y suministro de aire.
Su máxima potencia instalada es sensiblemente menor de la del equipo pasteurizador (2000W). También es menor su tiempo de uso, normalmente unos diez minutos por carga. Su capacidad es de máximo 40 litros.

Equipos de frío

En esta categoría se incluyen todos los equipos que contribuyen a la fabricación y la correcta conservación de los productos a través del suministro de frío, como neveras, congeladores, expositores y abatidores de temperatura. En el siguiente listado podemos encontrar los equipos que pertenecen a esta categoría, ordenados de mayor a menor potencia instalada.

- Abatidor de temperatura. Este equipo cumple dos papeles fundamentales en la conservación de los comestibles: reduce la probabilidad de que se multipliquen las bacterias en los alimentos cocinados y evita la formación de micro cristales. Ambos resultados se consiguen gracias a la rapidez con la que el abatidor reduce la temperatura de los alimentos, pasando de 70°C a 3°C en sólo 90 minutos en compartimento de menor temperatura mientras, en el ciclo de congelación, que es el de interés para los helados, alcanza los -18°C en sólo cuatro horas.

Utilizar neveras/congeladores convencionales, que no poseen esta especial rapidez de enfriamiento hasta el núcleo de los alimentos, provocaría la disminución de la calidad del producto por la formación de partículas gruesas de hielo que resultan desagradables al paladar y, además, por la pérdida de sales minerales y sustancias nutritivas.

El laboratorio cuenta con dos equipos abatidores de temperatura de tamaño industrial, que consumen alrededor de 320 W. A causa de la extinción de la empresa fabricante ha sido posible obtener los datos técnicos de sólo uno de los dos equipos. Los valores de consumos y prestaciones se determinan a través de las mediciones efectuadas.

- Expositor. Se trata de dos neveras situadas en la sección del establecimiento dedicada a la venta, con una capacidad de 12 cubetas de 5 litros de producto cada una. Trabajan a una temperatura entre -15°C y -18°C, ideal para la correcta conservación de los helados antes del consumo. La antigüedad de estos equipos es de 25 años aproximadamente y la potencia utilizada en régimen habitual es de 360W.
- Horchatera. Este equipo está constituido por un cilindro de acero inoxidable de altura 95 cm y 50 cm de diámetro y capacidad de hasta 60 litros de producto. Se utiliza para mantener la horchata a una temperatura de alrededor de cero grados. Su antigüedad es de 30 años y la potencia media de funcionamiento medida es de 175W.
- Arcón congelador. Se trata de un equipo congelador convencional de tipo horizontal de carga superior con puertas ciegas deslizantes. El establecimiento trabaja con cuatro de estos equipos cuyo desgaste, debido a la antigüedad superior a los veinte años, no permite identificar la ficha técnica o el fabricante.
Como ocurrido para los abatidores de temperatura, en estas circunstancias las informaciones relativas a los consumos y a las prestaciones se determinan a través de las mediciones efectuadas. La potencia media requerida por estos equipos oscila entre 130W y 150W.
- Nevera tipo armario. Este equipo es una nevera-armario, con una puerta batiente de cristal, que se ubica sobre mostrador para la exposición de botellas de agua y latas de refresco. La potencia máxima declarada es de 230W.

Equipos de preparación

Se clasifican como equipos de preparación todas las herramientas eléctricas y electrodomésticos necesarios para llevar a cabo las operaciones de preparación y acondicionamiento de las materias primas y la realización de las mezclas intermedias de los productos. Entre las operaciones que se realizan con estos equipos están la tostadura de los frutos secos, la preparación de café, la preparación de zumos, la trituración de hielo para granizados y la cocción de salsas.

- Cafetera. Este electrodoméstico es una máquina de café instantáneo con filtro, se repone manualmente y no necesita de una toma de agua. Tiene una capacidad de producción de 18 litros/hora de café. La potencia máxima instalada es de 2130W.
- Hornos. Los hornos utilizados en el establecimiento son un microondas y un horno eléctrico tipo "Sfornatutto", con una potencia máxima instalada de 800W y 1400W respectivamente. Se utilizan principalmente para la tostadura de los frutos secos y para calentar líquidos.
- Thermomix. Este robot de cocina se utiliza para la preparación de las mezclas que se incorporan al helado base al finalizar la maduración. Las operaciones que lleva a cabo son pesar, mezclar, picar, moler, triturar, amasar, cocer a vapor, cocinar, batir, calentar, remover y emulsionar. Su antigüedad es de 30 años y la potencia máxima instalada es de 1450W.
- Trituradores. El establecimiento cuenta con dos equipos trituradores profesionales de alimentos: un brazo triturador de potencia máxima 330W y una cortadora/picadora/mezcladora de 500W.
- Máquina de nata montada. Este equipo de tipo profesional se utiliza para la producción de nata montada, su potencia máxima instalada es de 330W.
- Exprimidor. Este equipo se utiliza con el fin de obtener zumos de cítricos para la preparación de helados, sorbetes y granizados. La potencia instalada es de 220W y la capacidad de producción es de un máximo de 5 unidades de fruta al minuto.

Equipos de acondicionamiento de aire

- Ventilador. En los días más calurosos del verano se utiliza un pequeño ventilador situado en la pared y direccionado a favor de los clientes que entran en el local de venta. La potencia de este aparato es de máximo 60W.
- Aire acondicionado. El aparato de aire acondicionado está situado en el local de producción y tiene instalada una potencia máxima de 2500W.

Equipos secundarios

- Caja registradora. Este aparato se ubica en el local de venta y se utiliza para registración y emisión de recibos y facturas . Su potencia máxima requerida es de 10W.

Iluminación

- Tubos fluorescentes. En el local de producción se encuentran instalados siete tubos fluorescentes de 36W cada uno, de los cuales se utilizan sólo 5.
- Bombillas a incandescencia. Los servicios están iluminados por 2 bombillas a incandescencia de 40W.
- Bombillas halógenas. La instalación de luz del local de venta cuenta con 4 bombillas halógenas de 120W y seis de 150W.
- Focos led. Para la iluminación de la entrada se utilizan tres focos led, dos son de 12W y el tercero es de 40W.

3.3.2 Equipos consumidores de energía térmica

La categoría de equipos utilizadores de energía térmica se reduce a dos aparatos que utilizan conjuntamente el gas butano procedente de la misma bombona.

- Cocina. La cocina está equipada con dos fogones y su antigüedad es de 30 años aproximadamente.
- Calentador de agua. El calentador de agua proporciona agua caliente a los servicios y al local de producción.

4. Datos y mediciones

En los capítulos anteriores se ha hecho referencia a algunos datos relacionados con los equipos utilizados en el establecimiento y con las dinámicas de las operaciones efectuadas, como por ejemplo la potencia máxima de los equipos y los tiempos de realización de algunas fases del proceso productivo.

La recopilación de las informaciones se ha realizado durante las primeras etapas del estudio energético, conjuntamente a la realización del inventario de los equipos consumidores de energía presentes en las instalaciones.

La necesidad de conocer las características técnicas y operativas de todos los aparatos y equipos presentes se hace evidente a la hora de comprender cómo es empleada la energía y cómo se distribuyen los consumos entre los equipos.

El comercio objeto de este estudio abrió sus puertas en los años ochenta y, como a veces ocurre, no ha sufrido muchos cambios o renovaciones a lo largo de los años. En locales de este tipo es frecuente encontrarse con aparatos y máquinas que a pesar de la antigüedad todavía funcionan y se siguen utilizando.

La existencia de equipos antiguos conlleva algunos problemas a la hora de recopilar información ya que probablemente la documentación no esté disponible, la placa que figura en cada equipo con marca, modelo y demás informaciones técnicas puede que no sea legible y, a veces, la empresa que fabrica estos aparatos ha dejado de existir.

Esta problemática encuentra solución en el momento en que se elige un adecuado aparato de medida y se realiza una campaña de mediciones de consumos energéticos de los equipos.

Se someten a medidas de consumos todos los equipos, incluidos los de que se conocen los datos técnicos. La razón reside en que la potencia que se encuentra marcada en la placa es la máxima instalada y no la potencia real requerida, ya que según el uso que se hace del equipo el mismo puede limitarse a utilizar potencias inferiores durante su funcionamiento.

En cuanto a los equipos consumidores de energía térmica no se ha hecho necesario plantear ningún tipo de medición ya que son sólo dos los aparatos que pertenecen a esta tipología de equipos y ambos funcionan con el gas procedente de la misma bombona.

Es habitual utilizar en los estudios energéticos los datos relativos a los últimos doce meses de actividad, para asegurar una panorámica completa de consumos y costes durante un intervalo representativo de tiempo. En este caso el establecimiento se encuentra activo sólo siete meses al año, por lo que se ha creído más conveniente extender el periodo de estudio hasta los últimos dos años aproximadamente.

4.1 Mediciones eléctricas

El primer paso a la hora de planear la campaña de mediciones de consumo de los aparatos eléctricos es elegir el aparato de medidas que se va a utilizar.

Los principales parámetros que han condicionado la elección del medidor son dos: el grado de efectividad del aparato para este estudio y el coste económico.

La gran mayoría de equipos eléctricos presentes en el establecimiento es monofásico y se conecta a la instalación eléctrica a través de una conexión estándar de tipo F. La tensión máxima que soportan es de 220 Voltios y 16 Amperios de intensidad.

Asimismo, las máquinas que funcionan con el sistema trifásico son sólo dos y utilizan un enchufe de 380 Voltios.

Cabe destacar que los medidores monofásicos son más asequibles respecto a los medidores de redes trifásicos y son disponibles en comercio en varios modelos y marcas.

Considerando el limitado presupuesto disponible y la posibilidad de cubrir las necesidades de medición de consumos de la casi totalidad de los equipos del establecimiento, se decide adquirir un equipo de medición monofásico.

A la hora de escoger marca y modelo del medidor se consultan los principales comercios locales que tratan artículos eléctricos y, finalmente, se decide adquirir el medidor Energy Meter 230V / 16A de la marca belga Velleman.



Medidor

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

El aparato Energy Meter se instala entre la toma de corriente y el enchufe del equipo que se desea monitorear. Los valores medidos son:

- Potencia (kW).
- Intensidad corriente eléctrica (A).
- Frecuencia (Hz).
- Tensión eléctrica (V).
- Tiempo de funcionamiento (hh:mm).
- Energía consumida (kWh).
- Factor de potencia.

La elección de este aparato supone la imposibilidad de realizar mediciones de consumo de las dos máquinas de proceso, pasteurizadora y mantecadora. Para determinar los consumos en este caso se toma como punto de partida el dato de potencia instalada que se encuentra en la placa aplicada a los equipos ya que la documentación técnica no está disponible.

Asimismo, no se han podido realizar las mediciones de consumos del aparato de aire acondicionado por carecer de toma de corriente y enchufe ya que su cableado conecta directamente a la instalación eléctrica. Los datos obtenidos se recogen en la **Tabla 3**.

El intervalo de tiempo utilizado para medir el consumo varía según el equipo. Neveras y congeladores funcionan las 24 horas del día pero sus motores se activan sólo cuando necesitan mantener la temperatura de trabajo marcada por el termostato. En estos casos, para conocer los tiempos medios diarios de funcionamiento de los motores, se aplica el medidor durante algunos días. Para los demás equipos los tiempos de medición han sido inferiores.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

EQUIPO			MEDICIONES						
Nombre	Ud.	Marca/Modelo	Potencia (kW)	Consumo (kWh)	Tiempo funcionamiento (h)	Frecuencia (Hz)	Tensión (V)	Intensidad (A)	Factor de potencia
Thermomix		TM 3300	1,450	0,73	0,5	50	218	7,39	0,9
Exprimidor		Lomi 5A	0,220	0,06	0,25	50	220	1,9	0,5
Triturador		Dito Sama K35	0,500	0,08	0,17	50	220	3,79	0,6
Triturador 2		Danamac S.A. Vonomix TR330	0,330	0,03	0,08	50	220	2,14	0,7
Montadora de nata		Carpigiani Jetwit Push	0,150	0,08	0,5	50	220	1,25	0,5
Horchatera		n.d.	0,172	0,86	5,01	50	219	1,29	0,6
Ventilador		Taurus Boreal 16M	0,050	0,28	5,72	50	228	0,21	1,0
Horno		Sfornatutto Delonghi	0,984	1,23	1,25	50	225	6,25	0,7
Cafetera		Bravilor Bonamat novo 2	0,276	1,33	4,82	50	221	2,08	0,6
Arcón entrada		n.d.	0,164	7,06	43,15	50	227	1,44	0,5
Arcón granizado		n.d.	0,156	7,06	45,3	50	227	1,37	0,5
Arcón (in sx)		Vedereca	0,148	3,67	24,78	50	226	0,95	0,7
Arcón (in dx)		n.d.	0,129	6,18	47,78	50	227	1,07	0,5
Nevera refrescos		Eurofred Estante BFS9	0,050	6,79	143,98	50	230	0,22	0,6
Abatidor gris		Vedereca	0,514	24,58	47,8	50	221	3,95	0,7
Abatidor blanco		IARP AB700N	0,376	62,77	167,08	50	224	3,56	0,6
Caja registradora		Omron RS28MF	0,009	0,24	25,67	50	230	0,08	0,5
Expositor helados	2	n.d.	0,360	8,67	24,07	50	229	2,25	0,7

Tabla 3. Mediciones consumo eléctrico

Como se ha comentado anteriormente, la única información disponible para mantecedora y pasteurizadora es la marcada en la placa y recogida en la **Tabla 4**. En la misma Tabla se detallan también las características del alumbrado del establecimiento: tipo de foco, número de unidades y potencias.

EQUIPO			FICHA TÉCNICA			
Nombre	Ud.	Marca/Modelo	Potencia (kW)	Frecuencia (Hz)	Intensidad (A)	Tensión (V)
Pasteurizadora		MARK MIX.MATIC 55	6,75	50	n.d.	380
Mantecedora		CARPIGIANI LABO 20/30	2	50	10,7	380
Tubos fluorescentes	5		0,036			
Bombillas incandescentes	2		0,040			
Halógenos - 120	4		0,120			
Halógenos - 150	6		0,150			
Focos led	2		0,012			
Focos led	1		0,040			

Tabla 4. Datos declarados de consumo

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

A partir del valor máximo de potencia declarado de los equipos de producción, se estima la potencia real que los mismos solicitan teniendo en cuenta los valores cuarto horarios detectados por el máxímetro y las informaciones facilitadas.

Para determinar la potencia real se hace referencia a los datos de facturación del mes de Junio del 2014 y se siguen los siguientes pasos:

- El máxímetro proporciona la información de potencia máxima utilizada en un determinado momento, en este caso se considera el periodo de facturación P2 en el cual se realizan las fases de producción y se utilizan las máquinas trifásicas. Este valor corresponde a 10kW.
- Se consideran las potencias declaradas de mantecadora (2kW) y pasteurizadora (6.75kW) ya que no se han podido someter a medición.
- Gracias a la información facilitada por los trabajadores, se conoce que durante el proceso de producción no se utilizan los equipos de preparación. El pico de potencia se registra entonces durante las fases de producción, cuando las máquinas trifásicas están activas junto con refrigeradores, iluminación y caja registradora. En este escenario la suma de las potencias resulta ser 13kW. Este resultado se obtiene sumando las potencias medidas y, en su defecto, las declaradas.
- El valor calculado supera de 3kW la potencia detectada por el máxímetro. Se deduce que esta cantidad es la que se atribuye en exceso a los equipos de producción. Así que a la potencia declarada de pasteurizadora y mantecadora se restan estos 3kW para extrapolar la potencia "real" que requieren durante su funcionamiento.
- Se reparten los 3kW a sustraer: 0.2kW para la mantecadora y 2.75kW para la pasteurizadora, obteniendo unas potencias de 1.8kW y 4kW respectivamente.

Las potencias calculadas para los equipos de producción son valores aproximados, sin embargo, para el alcance de este estudio, se consideran suficientemente representativos de la realidad.

4.2 Recopilación de datos

4.2.1 Uso de equipos

Conjuntamente a la campaña de mediciones de consumo se ha recabado información de los trabajadores sobre los equipos y el uso que se hace de ellos a lo largo de un periodo determinado de tiempo.

Las preguntas se han centrado en las actividades del mes de junio del 2014 y han permitido determinar con cierta precisión los tiempos medios reales de uso de los equipos utilizados para

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

las tareas de preparación y producción, conjuntamente a los tiempos de arranque y parada de alumbrado, expositores, etc., que se realizan diariamente.

Los datos obtenidos se miden en horas / día y se diferencian según el periodo de facturación (P1, P2 y P3) en que el equipo ha sido utilizado. En la eventualidad de que un equipo no se utilice todos los días de la semana, su tiempo de funcionamiento se desglosa en horas / día y días / semana.

Se observa como neveras y congeladores permanecen encendidos de forma continua, mientras otros equipos como los trituradores sólo se utilizan durante pocos minutos a la semana.

Cabe destacar que durante el mes considerado (junio 2014) no se han necesitado los equipos de aire acondicionado, el horno microondas y los focos para la iluminación exterior.

Los datos recopilados se recogen en la **Tabla 5**.

Equipo	TIEMPO ACTIVIDAD (Junio 2014)					
	P1 (h/día)	P2 (h/día)	P3 (h/día)	Total (h/día)	Total (días/semana)	Total (h/semana)
Abatidor gris	4	12	8	24	7	168
Abatidor blanco	4	12	8	24	7	168
Arcón entrada	4	12	8	24	7	168
Arcón granizados	4	12	8	24	7	168
Arcón (in sx)	4	12	8	24	7	168
Arcón (in dx)	4	12	8	24	7	168
Horchatera	4	12	8	24	7	168
Nevera refrescos	4	12	8	24	7	168
Expositor helados	4	8	0	12	7	84
Ventilador (*)	0	0	0	0	0	0
Aire acondicionado (*)	0	0	0	0	0	0
Halógenos - 150W	4	8	0	12	7	84
Halógenos - 120W	4	8	0	12	7	84
Tubos fluorescentes	4	5	0	9	7	63
Bombillas incandescentes	0,17	0,17	0	0,34	7	2,38
Focos led 12W (**)	0	0	0	0	0	0
Focos led 40W (**)	0	0	0	0	0	0
Caja registradora	4	7,5	0	11,5	7	80,5
Microondas (*)	0	0	0	0	0	0
Pasteurizadora	0	6	0	3	2	6
Mantecadora	0	8	0	2	4	8
Thermomix	0	0,24	0	0,12	2	0,24
Cafetera	0	1,2	0	0,6	2	1,2
Montadora de nata	0	0,8	0	0,8	1	0,8
Exprimidor	0	0,48	0	0,12	4	0,48
Horno	0	0,1	0	0,1	1	0,1
Triturador Dito	0	0,17	0	0,17	1	0,17
Triturador Danamac	0	0,17	0	0,17	1	0,17
(*) No se han utilizado a lo largo del mes de junio 2014						
(**) No ha sido necesaria iluminación exterior						

Tabla 5. Tiempos de funcionamiento equipos

4.2.2 Producción

Respecto a las informaciones relativas a la producción, la dirección del establecimiento ha podido facilitar sólo unos valores medios ya que no mantiene un registro regular de este dato.

En la **Tabla 6** se recogen las unidades de helado producido semanalmente a lo largo del periodo de estudio. Las unidades están formadas por cubetas de 5 litros de producto, sin diferenciar entre helado y sorbete.

Los datos de producción se reagrupan en intervalos de tiempo de aproximadamente un mes de duración que, por consistencia, se hacen coincidir con los meses de facturación de la energía eléctrica.

Asimismo, los meses en que se realiza la producción corresponden a los meses de facturación que transcurren entre abril y octubre de los años 2013 y 2014.

DATOS DE PRODUCCIÓN			
Mes	Producción (ud/semana)	Producción (ud/mes)	Producción (litros/mes)
abr-13	27	131	656
may-13	30	120	600
jun-13	36	165	823
jul-13	39	162	808
ago-13	40	200	1000
sep-13	37	153	766
oct-13	33	137	684
abr-14	30	111	557
may-14	33	160	801
jun-14	35	140	700
jul-14	39	162	808
ago-14	40	206	1029
sep-14	36	144	720
oct-14	33	141	707
<i>Medias</i>	35	152	761

Tabla 6. Datos de producción

4.2.3 Energía térmica

La energía térmica aprovechada en el establecimiento procede da la combustión de gas butano adquirido en bombonas. Como ocurre con las informaciones sobre la producción, también en este caso la dirección no recopila datos exactos de la compra de bombonas pero facilita unos valores medios.

Estos valores son de 1.8-2 ud/semana en temporadas de máxima producción (agosto) y de 1.2-1.4 ud/semana en temporada de producción mínima (abril). Las unidades están constituidas por bombonas de 12.5kg netos de gas.

Para los demás periodos se distribuyen uniformemente valores intermedios crecientes de abril a agosto y decrecientes de agosto a octubre según los meses de facturación de la energía eléctrica. Los datos se recogen en la **Tabla 7**.

Mes	CONSUMO GAS BUTANO EN BOMBONAS		
	ud./semana	ud./mes	kWh/mes
abr-13	1,2	5,8	924,41
may-13	1,3	5,2	824,72
jun-13	1,5	6,9	1087,54
jul-13	1,7	7,0	1117,00
ago-13	1,8	9,0	1427,40
sep-13	1,6	6,6	1051,29
oct-13	1,5	6,2	985,59
abr-14	1,2	4,5	706,90
may-14	1,4	6,8	1078,48
jun-14	1,5	6,0	951,60
jul-14	1,8	7,5	1182,70
ago-14	1,8	9,3	1468,18
sep-14	1,5	6,0	951,60
oct-14	1,4	6,0	951,60
Medias	1,5	6,6	1050,6

Tabla 7. Consumo gas butano

Siendo el Poder Calorífico Inferior del gas butano comercializado de 10938 kcal/kg [9] (12,688 kWh/kg), una bombona de 12.5kg de gas butano proporciona 158.6 kWh de energía térmica.

Este dato se utiliza en **Tabla 7** para calcular el consumo de gas butano en kWh/mes, con el fin de equiparar los datos de consumo de energía térmica con los de energía eléctrica.

4.2.4 Intervalos de facturación

Los datos de producción y consumo detallados anteriormente, tanto de energía eléctrica como térmica, se desglosan en intervalos de facturación de duración media de 30 días (mínimo 26 y máximo 36).

Se ha decidido hacer coincidir estos intervalos con los periodos de facturación de la energía eléctrica para obtener datos consistentes y facilitar el manejo y la comparación posterior de los mismos.

En la **Tabla 8** se detallan los días de inicio y fin de cada mes de facturación considerado.

INTERVALOS DE FACTURACIÓN			
Mes	Fecha inicial	Fecha final	Días
ene-13	18/12/2012	17/01/2013	30
feb-13	17/01/2013	15/02/2013	29
mar-13	15/02/2013	15/03/2013	28
abr-13	15/03/2013	18/04/2013	34
may-13	18/04/2013	16/05/2013	28
jun-13	16/05/2013	17/06/2013	32
jul-13	17/06/2013	16/07/2013	29
ago-13	16/07/2013	20/08/2013	35
sep-13	20/08/2013	18/09/2013	29
oct-13	18/09/2013	17/10/2013	29
nov-13	17/10/2013	18/11/2013	32
dic-13	18/11/2013	16/12/2013	28
ene-14	16/12/2013	21/01/2014	36
feb-14	21/01/2014	17/02/2014	27
mar-14	17/02/2014	20/03/2014	31
abr-14	20/03/2014	15/04/2014	26
may-14	15/04/2014	19/05/2014	34
jun-14	19/05/2014	16/06/2014	28
jul-14	16/06/2014	15/07/2014	29
ago-14	15/07/2014	20/08/2014	36
sep-14	20/08/2014	17/09/2014	28
oct-14	17/09/2014	17/10/2014	30
<i>Media</i>			30

Tabla 8. Intervalos facturación

4.2.5 Energía eléctrica

Algunos datos extrapolados de las facturas del suministro eléctrico se resumen en la **Tabla 9**, mientras los intervalos de facturación están detallados en la **Tabla 8**.

Los importes y consumos resumidos en la **Tabla 9** son los relativos a la utilización de la energía eléctrica efectuada durante los 22 meses considerados para el estudio.

Se recoge el importe total pagado en cada factura y se especifican los importes correspondientes al exceso de consumo de energía reactiva y a la potencia contratada (16.05kW en los tres periodos). El coste correspondiente a la energía activa es el indicado en factura sin la aplicación del descuento.

Cada término de la factura se analiza con más detalle en el capítulo 5.

Cabe destacar que en ninguna de las facturas consideradas se produce un coste por exceso de potencia utilizada (maxímetro).

Mes	Consumo energía activa (kWh)	Importe energía activa (euros)	Exceso consumo reactiva (kVArh)	Importe exceso reactiva (euros)	Importe potencia (euros)	Importe total (euros)
ene-13	12	2	0	0	42,22	85,01
feb-13	65	9	28	1,71	40,86	93,27
mar-13	477	72	199	11,51	39,45	172,12
abr-13	1643	257	647	36,79	47,90	417,45
may-13	1478	229	544	31,1	39,45	366,63
jun-13	1960	303	700	40,03	45,08	466,55
jul-13	1965	303	717	41,03	40,86	460,7
ago-13	2456	336	917	52,44	87,20	572,9
sep-13	1908	230	708	40,5	101,90	459,34
oct-13	1672	201	634	39,5	101,90	426,73
nov-13	632	76	243	15,15	112,44	275,49
dic-13	0	0	0	0	98,38	148
ene-14	6	1	0	0	126,49	198,89
feb-14	2	0	0	0	96,43	151,26
mar-14	751	90	345	21,49	111,76	297,53
abr-14	1405	171	580	36,17	93,74	377,82
may-14	1980	241	799	49,78	122,58	511,98
jun-14	1704	210	639	36,51	100,95	430,29
jul-14	1952	241	735	42,05	104,55	476,59
ago-14	2480	305	982	61,2	129,79	605,61
sep-14	1756	216	691	43,06	100,95	446,14
oct-14	1690	208	668	41,66	108,16	445,17

Tabla 9. Desglose factura eléctrica

5. Análisis energético

El suministro eléctrico abastece a la mayoría de los equipos de producción e instalaciones auxiliares presentes en el establecimiento. Asimismo, la energía térmica tiene un uso limitado ya que se reduce a contribuir al funcionamiento de sólo dos equipos, utilizados uno en las fases del proceso productivo (cocina) y otro para el mantenimiento global de las instalaciones (calentador de agua).

Realizar el diagnóstico de los consumos energéticos significa no solamente la identificación de la naturaleza de las energías utilizadas, sino su cuantificación y la definición detallada de como el uso de las mismas se distribuye entre los distintos equipos e instalaciones.

Con cuanto mayor detalle se consiguen desglosar los consumos, repartiéndolos adecuadamente entre las distintas fases del proceso, tanto mejor se consigue evidenciar la presencia de posibles fugas, malos aprovechamientos o consumos energéticos evitables.

Por lo tanto, conocer las anomalías energéticas existentes a lo largo del proceso de producción significa identificar previamente los puntos críticos. Sobre éstos se centrará el estudio de mejora de la eficiencia en el uso de la energía y la definición de un plan de actuación para conseguir el máximo ahorro viable.

5.1 Suministros energéticos, tarifas y costes

Como se ha anticipado en el apartado anterior, los recursos energéticos utilizados en el establecimiento, tanto los empleados para la producción como la exposición y venta de los productos, se limitan a la energía eléctrica y térmica.

5.1.1 Energía eléctrica

La instalación que provee el suministro eléctrico del establecimiento es trifásica, de tensión 3x220/380V.

La necesidad de un sistema de tipo trifásico se debe a las exigencias de funcionamiento de dos de las máquinas principales utilizadas en el proceso de producción, pasteurizadora y mantecadora, que trabajan con motores de este tipo.

En cuanto al suministro de energía eléctrica, actualmente el establecimiento tiene contratado el servicio con la compañía comercializadora de mercado libre Endesa Energía, S.A. La tarifa concordada es denominada "Tarifa ahorro + 10kW 3.0A", con una potencia contratada de 16,05kW, igual en los tres periodos tarifarios punta, llano y valle (P1, P2 y P3).

Siendo la tarifa de tipo 3.0A, la normativa requiere que la potencia eléctrica demandada para cubrir las necesidades del establecimiento se registre a través de un aparato de medición denominado maxímetro. Este instrumento permite conocer la potencia cuarto horaria máxima demandada en los distintos periodos P1, P2 y P3, para cada mes de facturación [10].

Para llevar a cabo el análisis del consumo real de energía eléctrica se hace referencia a los datos de los recibos eléctricos más recientes, correspondientes a los últimos 22 meses de facturación. Concretamente, los datos de Endesa facilitados cubren un periodo de facturación que va desde el día 18 de Diciembre del 2012 hasta el día 17 de Octubre de 2014.

Los horarios que marcan el comienzo y el fin de cada periodo tarifario varían a lo largo del año conforme al cambio de hora oficial en España. En la **Tabla 10** se definen los periodos validos para la Península Ibérica [11] y, en la **Tabla 11**, se detallan las fechas de los cambios de hora que se han sucedido durante el periodo de estudio.

PERIODOS TARIFA 3.0A		
Periodo	Verano (h)	Invierno (h)
P1	11-15	18-22
P2	8-11/15-24	8-18/22-24
P3	0-8	0-8

Tabla 10. Periodos tarifarios

HORARIO OFICIAL		
Año	Inicio verano	Inicio invierno
2013	31/03/2013	27/10/2013
2014	30/03/2014	26/10/2014

Tabla 11. Cambio horario oficial

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

En el computo total del coste de la factura de la energía eléctrica se engloban varios conceptos:

- *Potencia.* Según el Real Decreto 1164/2001, la empresa suministradora debe cobrar la potencia registrada por el maxímetro cuando la misma se encuentra dentro del 85 al 105 por 100 respecto a la contratada.
En el caso sea superior al 105 por 100 de la potencia contratada, factura el valor registrado más el doble de la diferencia entre el valor registrado y el valor correspondiente al 105 por 100 de la potencia contratada.
Por último, si la potencia máxima demandada en el período es inferior al 85 por 100 de la potencia contratada, la potencia a facturar es igual al 85 por 100 de la citada potencia contratada.
- *Consumo P1, Consumo P2 y Consumo P3.* Estos términos representan el coste de la energía activa consumida en los tres periodos.
La energía activa alimenta todos los equipos que transforman la energía eléctrica en trabajo mecánico o en calor, como por ejemplo lámparas incandescentes o aparatos de calefacción.
- *Complemento por energía reactiva.* Este concepto representa el coste de un eventual exceso de consumo de energía reactiva realizada en los periodos P1 y P2.
Los equipos de tipo inductivo, que están dotados de motores o transformadores, requieren un suministro de energía eléctrica adicional para funcionar. Esta energía, definida como reactiva, se utiliza para la formación de campos magnéticos durante el funcionamiento de los equipos y no es aprovechable activamente como trabajo [12].
Por esta razón la energía reactiva no es deseable ya que provoca un incremento injustificado del consumo y una sobrecarga de la línea.
- *OKLuz Negocios, Impuestos electricidad, Alquiler de equipos y descuento sobre consumo de energía activa.* El importe de estos conceptos, a exclusión del descuento, no depende de los consumos eléctricos efectuados.
En concreto, OKLuz Negocios es un servicio de mantenimiento y solución de averías contratado voluntariamente por el establecimiento con la empresa suministradora. Los impuestos están marcados por la autoridad competente y el alquiler de equipos se abona a la empresa en el caso los aparatos de medición de los consumos no sean de propiedad. Este concepto incluye también el descuento del 15% que la empresa suministradora aplica sobre el importe total del consumo de energía activa.

El **Gráfico 1** muestra como el coste del consumo de energía activa es el concepto predominante en el importe final de la factura eléctrica, alcanzando una media en el periodo considerado del 47% sobre el total. El segundo concepto que más pesa sobre el total es la potencia con un 24%, seguida por servicios, impuestos, etc. (21%) y finalmente el recargo por reactiva (8%).

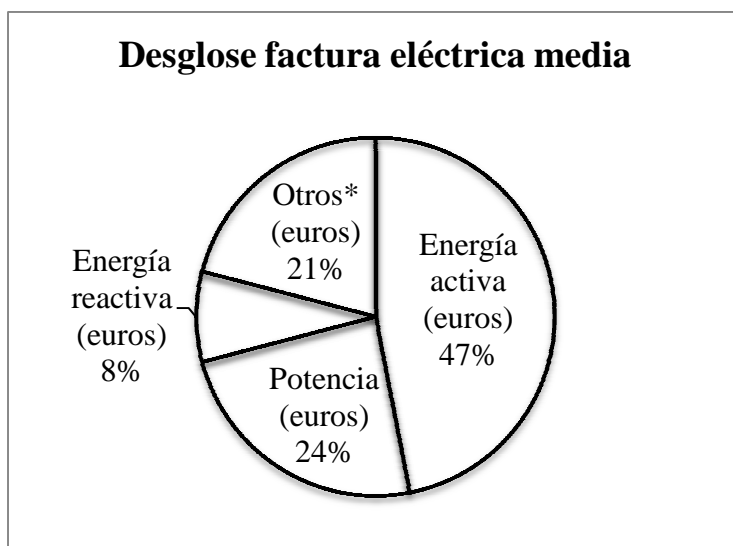


Gráfico 1. Factura eléctrica media

DESGLOSE FACTURA ELÉCTRICA				
Mes	Energía activa (euros)	Potencia (euros)	Energía reactiva (euros)	Otros* (euros)
ene-13	1,62	42,22	0,00	41,17
feb-13	9,14	40,86	1,71	41,56
mar-13	72,49	39,45	11,51	48,68
abr-13	256,87	47,90	36,79	75,89
may-13	229,35	39,45	31,10	66,73
jun-13	302,73	45,08	40,03	78,71
jul-13	302,55	40,86	41,03	76,26
ago-13	335,53	87,20	52,44	97,73
sep-13	230,10	101,90	40,50	86,84
oct-13	201,12	101,90	39,52	84,19
nov-13	76,04	112,44	15,15	71,86
dic-13	0,00	98,38	0,00	49,62
ene-14	0,72	126,49	0,00	71,68
feb-14	0,15	96,43	0,00	54,68
mar-14	90,24	111,76	21,49	74,04
abr-14	170,79	93,74	36,17	77,13
may-14	241,16	122,58	49,78	98,46
jun-14	209,53	100,95	36,51	83,30
jul-14	241,13	104,55	42,05	88,86
ago-14	304,89	129,79	61,20	109,73
sep-14	216,47	100,95	43,06	85,66
oct-14	207,80	108,16	41,66	87,55
Media (euros)	168,20	86,05	29,17	75,02

(*) Alquiler equipos, Impuestos, Servicio OKLuz negocios, descuento

Tabla 12. Desglose factura eléctrica

Potencia facturada, energía consumida y exceso de energía reactiva se relacionan directamente con el consumo de energía eléctrica realizado en el establecimiento. Estos conceptos se detallan a continuación.

5.1.1.1 Potencia

En la **Tabla 13** se recogen las potencias máximas registradas por maxímetro durante los meses considerados en el estudio.

POTENCIA REGISTRADA POR MAXÍMETRO (kW)			
Mes	Periodo P1	Periodo P2	Periodo P3
ene-13	0	0	0
feb-13	0	0	0
mar-13	1	7	0
abr-13	9	9	1
may-13	4	10	1
jun-13	10	11	2
jul-13	8	11	2
ago-13	6	7	2
sep-13	6	7	2
oct-13	6	7	2
nov-13	5	6	2
dic-13	0	1	0
ene-14	0	0	0
feb-14	0	2	0
mar-14	1	2	0
abr-14	6	9	2
may-14	9	12	2
jun-14	5	10	2
jul-14	9	12	2
ago-14	9	11	2
sep-14	10	10	2
oct-14	11	11	2

Tabla 13. Potencia registrada

Las potencias cuarto horarias máximas registradas se concentran durante los periodos P2, y en menor medida P1, de los meses incluidos entre mayo-julio del año 2013 y entre mayo-octubre del año 2014. Estos momentos de máxima exigencia en cuanto a potencia coinciden con los picos de producción del establecimiento.

En realidad la empresa suministradora no cumple con las directrices del Real Decreto 1164/2001 detalladas anteriormente. Durante todos los meses el maxímetro del establecimiento registra para cada periodo potencias máxima iguales o inferiores a 12kW, valores que no alcanzan el 85 por ciento de la potencia contratada (13.64kW).

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

No obstante esto, la comercializadora cobra cada mes en factura una potencia que siempre corresponde a la máxima contratada (16,05kW). De este modo el hecho de sobrestimar la potencia necesitada por el establecimiento se podría ver convertido en una penalización en factura.

En la **Tabla 14** se recoge la variación de los precios para el término de potencia, que se ha ido incrementando a lo largo de los 22 meses de estudio, registrando una considerable subida en el mes de agosto del 2013 (149.4%), donde los 0.087779 euros/kW se convirtieron en 0,218923 euros/kW.

PRECIO POTENCIA P1 = P2 = P3 (euros/kW)			
<i>n.d.</i>	01/01/2013	03/08/2013	01/02/2014
0,087539	0,087779	0,218923	0,224626

Tabla 14. Variación precio término de potencia

En el **Gráfico 2** se evidencian los valores medios del importe del concepto de potencia cobrado en factura en el periodo anterior y posterior al mes de agosto del 2013. Los valores obtenidos muestran el considerable incremento del coste medio de la potencia, que pasa de 42.26 euros a 107.86 euros.

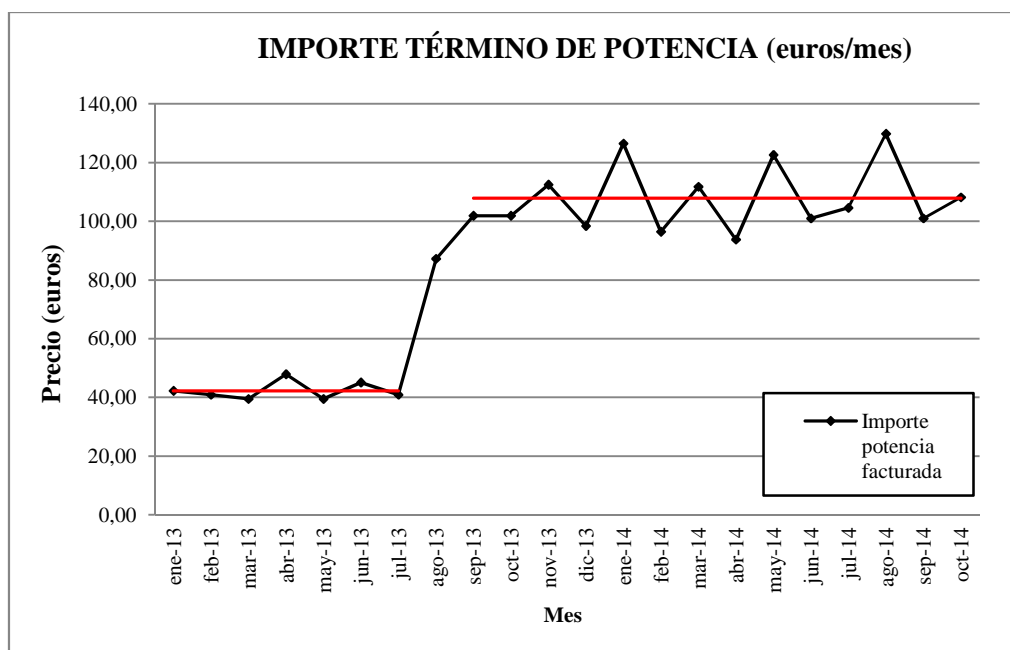


Gráfico 2. Variación importe término de potencia

Como queda evidenciado en la **Tabla 15**, este incremento ha contribuido a que el coste medio de la potencia doble su valor porcentual sobre el importe total pagado para la energía eléctrica (de 14.4% a 28.8% sobre el total) y se convierta en un concepto importante de la factura, sobre todo en los meses de cierre del establecimiento.

TÉRMINO DE POTENCIA vs TOTAL		
Mes	Importe medio factura (euros/mes)	Importe medio término de potencia (euros/mes)
ene-13	294,53	42,26 (14,4% del total)
feb-13		
mar-13		
abr-13		
may-13		
jun-13		
jul-13		
ago-13		
sep-13	375,06	107,86 (28,8% del total)
oct-13		
nov-13		
dic-13		
ene-14		
feb-14		
mar-14		
abr-14		
may-14		
jun-14		
jul-14		
ago-14		
sep-14		
oct-14		

Tabla 15. Término potencia en total factura

5.1.1.2 Energía activa

En la **Tabla 16** se recogen los datos de consumo de energía activa a lo largo de los 22 meses de estudio, diferenciándolos según el periodo.

CONSUMO ENERGÍA ACTIVA POR PERIODO (kWh/mes)				
Mes	Periodo P1	Periodo P2	Periodo P3	Consumo total
ene-13	2	5	5	12
feb-13	10	34	21	65
mar-13	100	286	91	477
abr-13	411	977	255	1643
may-13	341	904	233	1478
jun-13	436	1206	318	1960
jul-13	435	1198	332	1965
ago-13	547	1487	422	2456
sep-13	437	1145	326	1908
oct-13	365	1024	283	1672
nov-13	136	391	105	632
dic-13	0	0	0	0
ene-14	0	6	0	6
feb-14	0	0	2	2
mar-14	163	453	135	751
abr-14	333	842	230	1405
may-14	468	1200	312	1980
jun-14	388	1053	263	1704
jul-14	441	1193	318	1952
ago-14	552	1497	431	2480
sep-14	395	1066	295	1756
oct-14	367	1038	285	1690
<i>Consumo medio</i>	288	773	212	1272

Tabla 16. Energía activa

El **Gráfico 3** evidencia el patrón cíclico de carácter estacional que siguen los datos de la Tabla anterior.

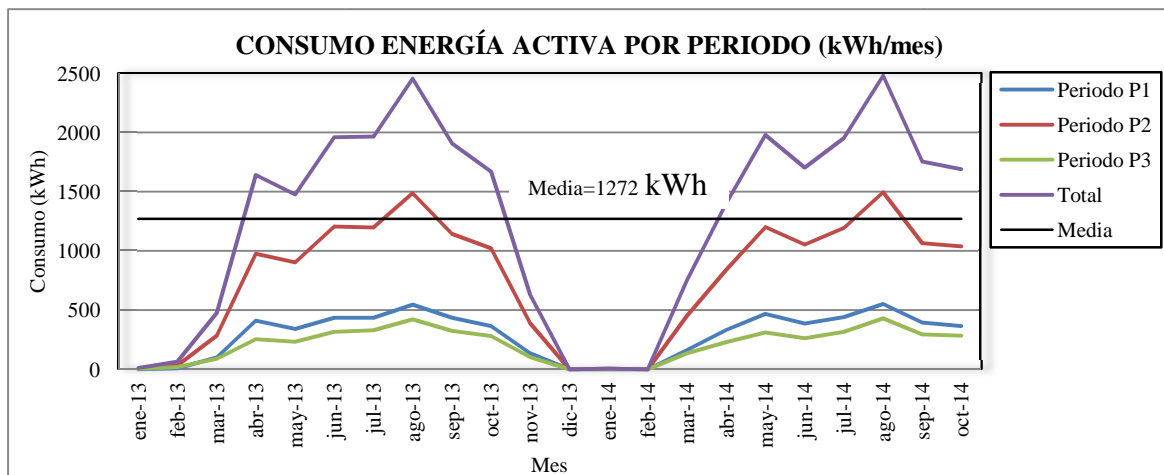


Gráfico 3. Energía activa

Las posibles interpretaciones de este comportamiento incluyen las siguientes:

- El **Gráfico 3** muestra un consumo nulo durante los meses invernales (diciembre, enero y febrero), cuando el establecimiento está cerrado y no hay ni venta ni producción. Aun así, en estos meses es posible detectar ocasionalmente un consumo mínimo debido a la realización de labores de limpieza y mantenimiento de las instalaciones.
- El consumo eléctrico encuentra su máximo en agosto, típicamente uno de los meses más calurosos del año y, por esta razón, el que registra el mayor incremento en el consumo de un alimento de este tipo, por sus características. Asimismo, las ventas de los productos en este mes suelen también incrementarse ya que a los clientes habituales se suman los clientes ocasionales, especialmente los turistas de visita en la ciudad.
- En los meses intermedios de primavera y al final del verano el consumo va variando de forma aproximativamente regular. Cabe destacar un dato anómalo que se repite en ambos años (2013 y 2014) durante el periodo primaveral (Abril o Mayo). Este valor representa un pico en el consumo eléctrico que se puede relacionar con las festividades de Semana Santa, periodo de mayor afluencia turística, igual que el verano.

Observando las diferencias entre la distribución de los consumos a lo largo de los tres diferentes periodos horarios es posible reconocer como se repiten determinadas tendencias. Éstas son de fácil explicación, una vez correlacionadas con las pautas de utilización de los equipos marcadas por los ritmos de producción:

- Se puede considerar consumo base el que corresponde al periodo P3 (de 0h a 8h). En este intervalo de tiempo el establecimiento se encuentra cerrado y la energía eléctrica es utilizada exclusivamente para mantener en funcionamiento una parte de los equipos constituida por neveras y congeladores. Éstos no se pueden apagar en ningún momento ya que trabajan para no romper la cadena de frío y preservar así a la temperatura correcta materias primas y productos.
- La **Tabla 17. Energía activa P1 vs P3** muestra cómo, a lo largo de los meses de actividad del establecimiento, el consumo en el periodo P1 (11-15h en verano y 18-22h en invierno) mantiene fundamentalmente la misma tendencia del consumo del periodo P3, incrementándolo por un valor medio estimado en un 35%.

COMPARACIÓN CONSUMOS (P1/P3)			
Mes	Periodo P3 (kWh)	Periodo P1 (kWh)	% incremento P1 respecto P3
mar-13	91	100	10
abr-13	255	411	61
may-13	233	341	46
jun-13	318	436	37
jul-13	332	435	31
ago-13	422	547	30
sep-13	326	437	34
oct-13	283	365	29
nov-13	105	136	30
mar-14	135	163	21
abr-14	230	333	45
may-14	312	468	50
jun-14	263	388	48
jul-14	318	441	39
ago-14	431	552	28
sep-14	295	395	34
oct-14	285	367	29
<i>Incremento medio (%)</i>			35

Tabla 17. Energía activa P1 vs P3

La energía eléctrica utilizada en el periodo P1 corresponde al consumo base, identificado precedentemente como el consumo en el periodo P3, al cual se suman los consumos de los equipos necesarios para el funcionamiento básico del establecimiento en horario comercial, como luces, expositores, caja registradora, etc.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- El proceso de producción comienza a primera hora, y se desarrolla a lo largo de la mañana hasta alrededor de las 11 horas. En los meses de verano, si las necesidades de producción lo requieren, se realiza también un segundo turno por la tarde a partir de las 18 horas. Ambos turnos coinciden con el periodo horario P2.

Las necesidades energéticas del proceso de producción se ven claramente descritas en el Gráfico 3 donde la curva relativa al periodo P2 se establece por encima de las curvas P1 y P3.

En la **Tabla 18** se calcula el incremento del consumo en el periodo P2 respecto al periodo de menor consumo P3. Los incrementos se establecen alrededor de una media del 265%, con valores que puntualmente llegan a triplicar los del periodo P3, como en el mes de junio de 2014.

COMPARACIÓN CONSUMOS (P2/P3)			
MES	Periodo P3 (kWh)	Periodo P2 (kWh)	% incremento P2 respecto P3
mar-13	91	286	214
abr-13	255	977	283
may-13	233	904	288
jun-13	318	1206	279
jul-13	332	1198	261
ago-13	422	1487	252
sep-13	326	1145	251
oct-13	283	1024	262
nov-13	105	391	272
mar-14	135	453	236
abr-14	230	842	266
may-14	312	1200	285
jun-14	263	1053	300
jul-14	318	1193	275
ago-14	431	1497	247
sep-14	295	1066	261
oct-14	285	1038	264
<i>Incremento medio (%)</i>			265

Tabla 18. Energía activa P2 vs P3

El coste por kWh de la energía activa, distinto para cada periodo P1, P2 y P3, no es constante en el tiempo sino que está sujeto a revisiones periódicas por parte de la empresa suministradora.

Las revisiones de los precios normalmente están relacionadas con la variabilidad de los siguientes componentes que forman el mismo:

- Importe del peaje de acceso a la red de distribución, que se paga a la compañía distribuidora a través de la comercializadora con la que se ha suscrito el contrato de suministro. Este concepto está regulado por el Real Decreto 1164/2001 y su importe está aprobado por el Ministerio de Industria Comercio y Turismo. Los peajes están sujetos a revisión periódica y sus valores se publican oficialmente en el Boletín Oficial del Estado. Los valores actuales son los fijados en la Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014 (BOE núm. 28, de 1 de febrero de 2014).
- Precio de mercado de la energía que se consume, que incluye los impuestos y las pérdidas en transporte y transformación, entre otros costes adicionales.
- Beneficio de la comercializadora.

En la **Tabla 19** y en el **Gráfico 4** se muestra la tendencia marcada por el precio del kWh que, a lo largo de los meses considerados para el estudio, se ha ido progresivamente incrementando, a exclusión de una disminución que se ha verificado en el mes de agosto del 2013.

		PRECIO ENERGÍA ACTIVA (euros/kWh)					
Aplicación (día)		-	01/03/2013	03/08/2013	01/02/2014	01/06/2014	Precio medio
Periodo	P1	0,205212	0,205218	0,155282	0,155804	0,159358	0,1761748
	P2	0,15326	0,153266	0,119796	0,12016	0,122094	0,1337152
	P3	0,089358	0,089363	0,076931	0,077091	0,079228	0,0823942

Tabla 19. Variación precio energía activa

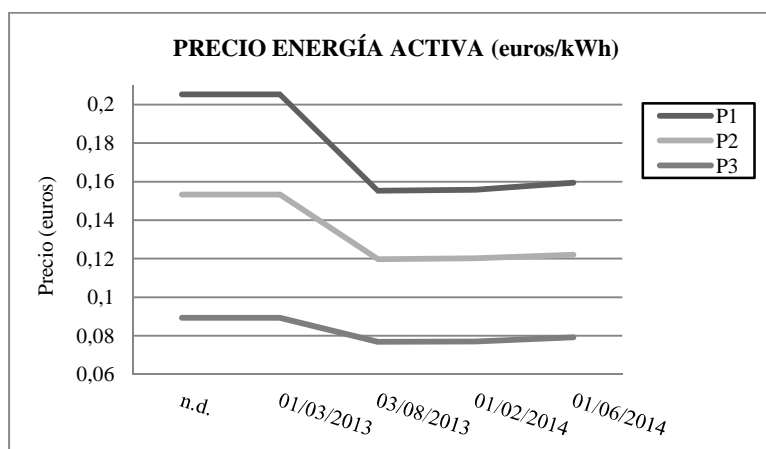


Gráfico 4. Variación precio energía activa

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Observando en la **Tabla 20** el detalle del importe de la energía activa durante el periodo de estudio, se nota como el mismo es ligeramente inferior en el 2014 respecto al 2013. Esto es debido en medida mayor a la fluctuación de precios que al consumo, ya que este último no ha variado sensiblemente de un año a otro.

Cabe destacar que la empresa comercializadora aplica un descuento del 15 por ciento sobre el importe final del consumo de energía activa. Los datos de la gráfica siguiente representan los importes de la energía activa consumida por periodo, a los cuales se le ha aplicado el descuento.

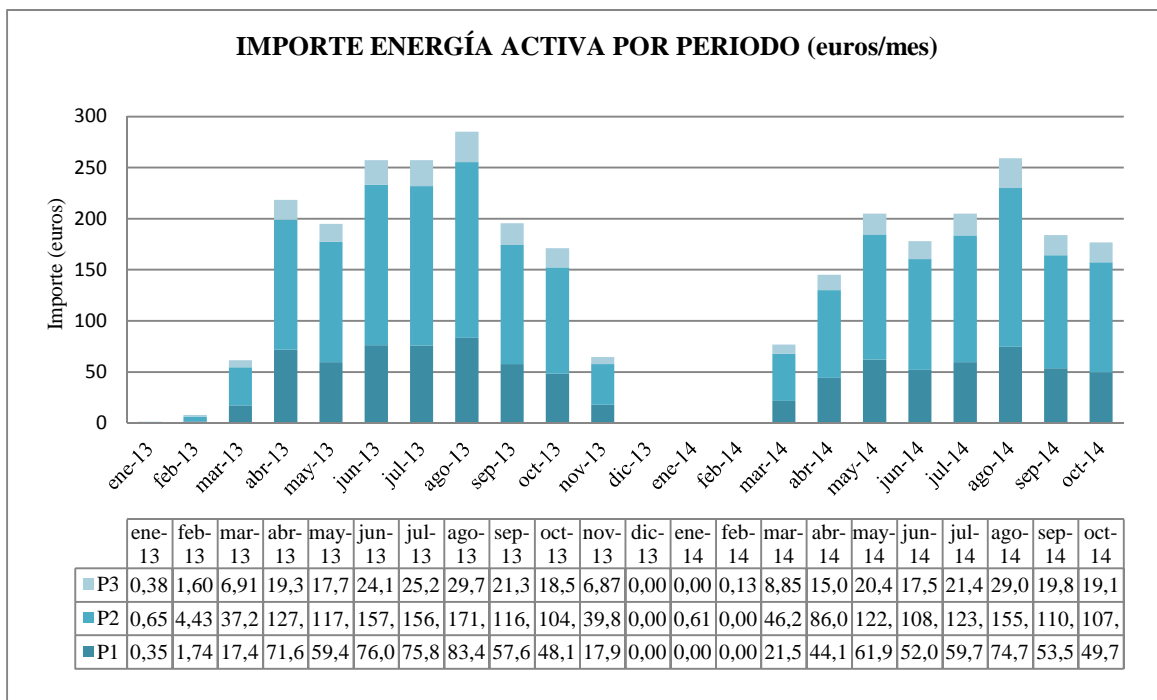


Tabla 20. Importe energía activa

5.1.1.3 Energía reactiva

El establecimiento cuenta con equipos inductivos que generan la necesidad de energía reactiva, entre ellos la máquina mantecedora y pasteurizadora que funcionan a través del trabajo de motores.

En la factura eléctrica se cobran los excesos de reactiva, es decir aquel consumo de reactiva que exceda del 33% el consumo de energía activa, y se aplica sólo para esos excesos realizados en los periodos P1 y P2 [13].

En la **Tabla 21** y en el **Gráfico 5** se muestran los consumos de energía reactiva realizados en el establecimiento, diferenciándolos según el periodo. Se detallan también los valores del consumo de reactiva realmente cobrados en factura.

CONSUMO ENERGÍA REACTIVA POR PERIODO (kVarh/mes)					
Mes	Periodo P1	Periodo P2	Periodo P3	Consumo total	Consumo total facturado
ene-13	0	0	0	0	0
feb-13	11	31	22	64	28
mar-13	75	251	105	431	199
abr-13	306	799	315	1420	647
may-13	248	707	300	1255	544
jun-13	318	924	408	1650	700
jul-13	320	936	401	1657	717
ago-13	410	1179	500	2089	917
sep-13	319	911	388	1618	708
oct-13	284	808	342	1434	634
nov-13	107	310	127	544	243
dic-13	0	0	0	0	0
ene-14	0	1	0	1	0
feb-14	0	0	0	0	0
mar-14	163	453	135	751	345
abr-14	263	705	318	1286	580
may-14	365	984	410	1759	799
jun-14	286	828	333	1447	639
jul-14	329	946	394	1669	735
ago-14	431	1227	529	2187	982
sep-14	316	857	366	1539	691
oct-14	310	822	352	1484	668

Tabla 21. Consumo energía reactiva

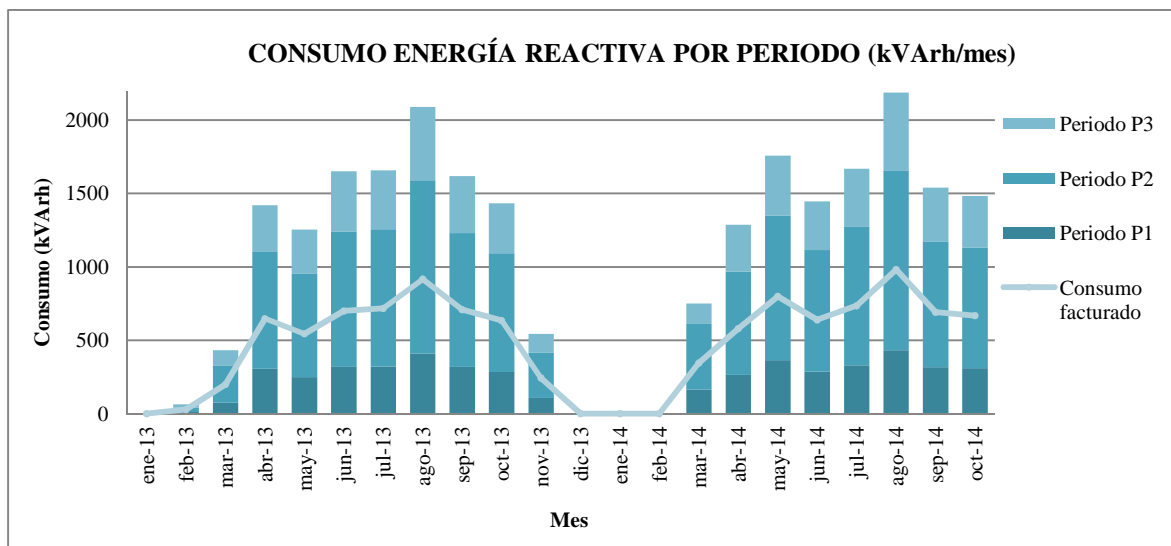


Gráfico 5. Consumo energía reactiva

En la **Tabla 22** se recogen los precios cobrados por kVArh, que varían según el factor de potencia ($\cos \phi$) medido durante los periodos P1 y P2.

El factor de potencia activa ($\cos \phi$) es indicador de la cantidad de energía eléctrica utilizada que se ha efectivamente transformado en trabajo. Si su valor es igual a uno significa que toda la intensidad que circula en la instalación eléctrica ha sido aprovechada para el trabajo de los equipos y no hay formación de energía reactiva. Si su valor es inferior a uno hay más energía circulando de la necesaria y esto provoca pérdidas, caídas de tensión y disminución de la potencia transportada.

Si el $\cos \phi < 0.95$, es decir si el consumo de energía reactiva supera del 33% el consumo de energía activa, aparece un concepto de complemento por energía reactiva que, durante los meses de estudio, se ha facturado conforme a los importes presentados en el **Gráfico 6**.

COMPLEMENTO POR ENERGÍA REACTIVA					
Mes	Periodo	cos ϕ	Facturado (kVArh)	Precio (euros/kVArh)	Importe (euros/mes)
ene-13	P1	-	-	-	-
	P2	-	-		
feb-13	P1	0,67	7	0,062332	1,71
	P2	0,74	20		
mar-13	P1	0,8	42	0,057839	11,51
	P2	0,75	157		
abr-13	P1	0,8	170	0,05686	36,79
	P2	0,77	477		
may-13	P1	0,81	135	0,057159	31,10
	P2	0,79	409		
jun-13	P1	0,81	174	0,057189	40,03
	P2	0,79	526		
jul-13	P1	0,81	176	0,057219	41,03
	P2	0,79	541		
ago-13	P1	0,8	229	0,057124	52,44
	P2	0,78	689		
sep-13	P1	0,81	175	0,057202	40,50
	P2	0,78	533		
oct-13	P1	0,79	164	0,062332	39,52
	P2	0,79	470		
nov-13	P1	0,79	62	0,062332	15,15
	P2	0,78	181		
dic-13	P1	-	-	-	-
	P2	-	-		
ene-14	P1	-	-	-	-
	P2	-	-		
feb-14	P1	-	-	-	-
	P2	-	-		
mar-14	P1	0,77	81	0,062332	21,49
	P2	0,74	264		
abr-14	P1	0,78	153	0,062332	36,17
	P2	0,77	427		
may-14	P1	0,79	211	0,062332	49,78
	P2	0,77	588		
jun-14	P1	0,8	158	0,057226	36,51
	P2	0,79	480		
jul-14	P1	0,8	184	0,057151	42,05
	P2	0,78	552		
ago-14	P1	0,79	249	0,062332	61,20
	P2	0,77	733		
sep-14	P1	0,78	186	0,062332	43,06
	P2	0,78	505		
oct-14	P1	0,76	189	0,062332	41,66
	P2	0,78	479		

Tabla 22. Energía reactiva

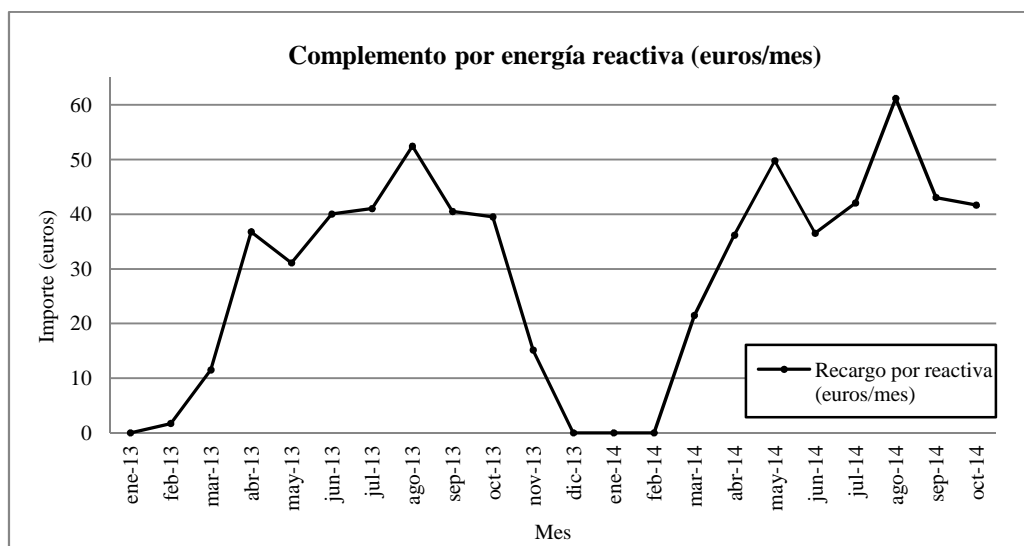


Gráfico 6. Importe energía reactiva

5.1.2 Energía térmica

La energía térmica disponible en el establecimiento se utiliza para llevar a cabo un número reducido de operaciones. Cocina y calentador de agua son los únicos equipos que trabajan con una mezcla de gas butano y propano adquirido en bombonas.

Según los datos recopilados en el capítulo 4, el consumo medio semanal a lo largo del año es de una bombona y media, mientras el consumo mensual medio se asienta en 6.6 bombonas, que corresponden a 1050.6 kWh.

De enero a mayo del 2013 el precio de la bombona de 12.5kg se ha ido incrementando hasta estabilizarse en 17,5 euros [14].

En la **Tabla 23** se muestra la evolución del precio del gas butano, así como la distribución de los consumos medios de gas durante el periodo de estudio considerado y el gasto sostenido por el establecimiento. Los datos se desglosan por mes, considerando como mes el de facturación de la energía eléctrica. Asimismo, se recopila también el gasto mensual debido a la factura eléctrica.

COSTES ENERGÉTICOS				
Mes	Precio bombona (euros)	Coste butano (euros/mes)	Coste electricidad (euros/mes)	Coste total (euros/mes)
ene-13	16,33	-	85,01	85,01
feb-13	16,33	-	93,27	93,27
mar-13	17,13	-	172,12	172,12
abr-13	17,13	99,8	417,45	517,29
may-13	17,50	91,0	366,63	457,63
jun-13	17,50	120,0	466,55	586,55
jul-13	17,50	123,3	460,70	583,95
ago-13	17,50	157,5	572,90	730,40
sep-13	17,50	116,0	459,34	575,34
oct-13	17,50	108,8	426,73	535,48
nov-13	17,50	-	275,49	275,49
dic-13	17,50	-	148,00	148,00
ene-14	17,50	-	198,89	198,89
feb-14	17,50	-	151,26	151,26
mar-14	17,50	-	297,53	297,53
abr-14	17,50	78,0	377,82	455,82
may-14	17,50	119,0	511,98	630,98
jun-14	17,50	105,0	430,29	535,29
jul-14	17,50	130,5	476,59	607,09
ago-14	17,50	162,0	605,61	767,61
sep-14	17,50	105,0	446,14	551,14
oct-14	17,50	105,0	445,17	550,17
Medias*		115,8	358,4	432,1

(* La media del coste del butano se calcula sobre los 14 meses de uso

Tabla 23. Costes energéticos

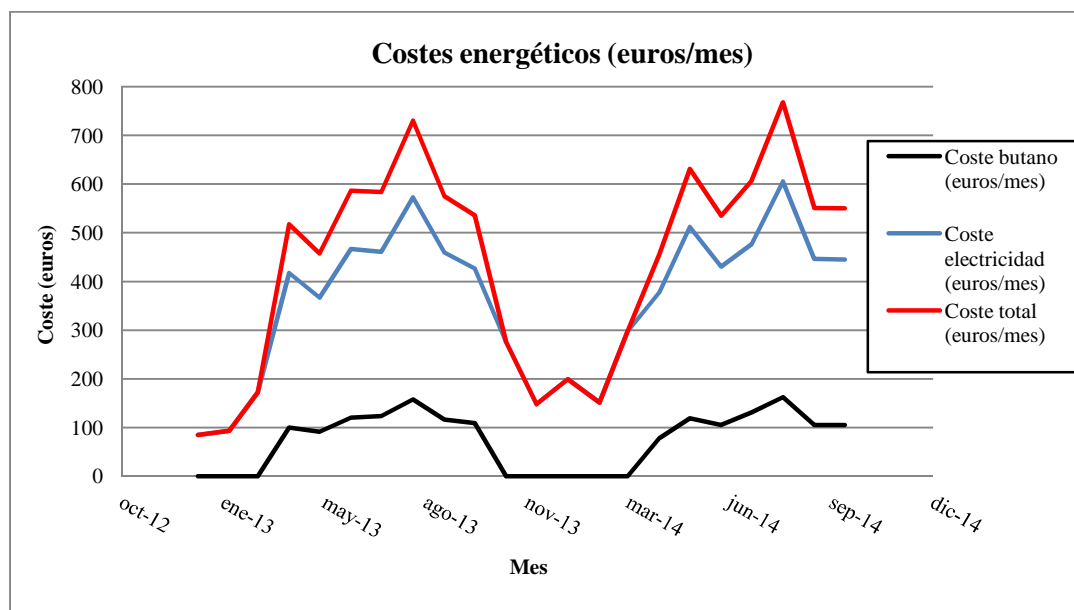


Gráfico 7. Costes energéticos

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

En el **Gráfico 7** se puede observar como el gasto debido al aprovechamiento de la energía térmica (gas butano) es sensiblemente menor del gasto relacionado al consumo de energía eléctrica durante todo el año.

Cabe destacar que, cómo evidenciado en la **Tabla 23** y en el **Gráfico 7**, en los meses de cierre del comercio no se produce consumo de gas butano ni compra de bombonas. En estos meses la totalidad de los costes energéticos está determinada por el mantenimiento del las instalaciones de suministro de energía eléctrica.

En los meses de actividad el importe medio pagado por el consumo total de energía se compone de un 20% de energía térmica y un 80% de energía eléctrica.

Para determinar el consumo energético total del establecimiento se suma el consumo de energía eléctrica y de energía térmica. En la **Tabla 24** se muestra la distribución mensual de los consumos, siempre considerando como "mes" el periodo de facturación de la energía eléctrica.

Se calculan además dos valores medios mensuales. El primero, considerando la totalidad de los meses del periodo estudiado y el segundo sólo los meses completos de actividad efectiva del comercio, que van de abril a octubre.

CONSUMOS ENERGÉTICOS			
Mes	Consumo gas (kWh/mes)	Consumo electricidad (kWh/mes)	Consumo total (kWh/mes)
ene-13	0	12	12
feb-13	0	65	65
mar-13	0	477	477
abr-13	924,41	1643	2567
may-13	824,72	1478	2303
jun-13	1087,54	1960	3048
jul-13	1117,00	1965	3082
ago-13	1427,40	2456	3883
sep-13	1051,29	1908	2959
oct-13	985,59	1672	2658
nov-13	0	632	632
dic-13	0	0	0
ene-14	0	6	6
feb-14	0	2	2
mar-14	0	751	751
abr-14	706,90	1405	2112
may-14	1078,48	1980	3058
jun-14	951,60	1704	2656
jul-14	1182,70	1952	3135
ago-14	1468,18	2480	3948
sep-14	951,60	1756	2708
oct-14	951,60	1690	2642
<i>Media (22 meses)</i>	668,59	1272,45	1941,05
<i>Media (14 meses)</i>	1050,64	1860,64	2911,29

Tabla 24. Consumos energéticos

5.2 Distribución de los consumos eléctricos

Los equipos y las instalaciones del establecimiento se han precedentemente agrupado en diferentes categorías según las funciones realizadas. Los consumidores de energía eléctrica se clasifican como:

- Equipos de proceso.
- Equipos de frío.
- Equipos de preparación.
- Equipos de acondicionamiento de aire.
- Equipos secundarios.
- Iluminación.

Mientras los equipos consumidores de energía térmica, cocina y calentador, se unifican en una sola categoría.

En este apartado se profundiza el análisis de los consumos, evaluando la contribución de cada equipo, como unidad individual y como parte de su categoría, según el uso realizado del mismo en cada periodo de facturación.

Como evidenciado anteriormente, la evolución de los consumo no es regular sino que sigue una tendencia cíclica de carácter estacional. Esto significa que para relacionar correctamente los gastos energéticos con las pautas de trabajo no es factible considerar valores medios de uso de equipos sino que, en todo momento, se hace necesario adaptar los datos a las condiciones reales de trabajo.

Cada mes los tiempos de utilización de los equipos y los ritmos de producción son diferentes y se adaptan a las exigencias de venta de los productos. En un periodo de máxima producción, por ejemplo, los tiempos de utilización de los equipos de proceso pueden incrementarse respecto a la media y puede ser necesario realizar turnos de producción en horarios no habituales. Asimismo, en los meses más calurosos de verano se introduce un consumo relacionado con el acondicionamiento de aire que no se realiza en primavera o otoño, cuando la temperatura es más suave. Al mismo tiempo, la iluminación exterior se utiliza sólo en horario de invierno ya que durante el verano hay abundante luz natural hasta la hora de cierre del establecimiento.

Para conocer como la utilización de cada equipo contribuye al gasto eléctrico final pagado en factura se realiza una simulación de consumo basando los cálculos en las informaciones disponibles. La bondad del resultado se evalúa según su grado de aproximación a los valores registrados por los aparatos de medida y cobrados en factura por la compañía suministradora.

5.2.1 Simulación de los consumos durante Mayo-Junio 2014

Para poder analizar los consumos del establecimiento en un régimen medio de trabajo se considera el mes de facturación mayo-junio 2014, que incluye los días entre el 19 de mayo y el 16 de junio del 2014. Se elige este periodo ya que no se ve afectado por picos de producción debidos a festividades importantes, como Semana Santa, o al verano.

El horario oficial de los periodos de facturación se define en la **Tabla 25**.

Periodo	Horario Verano	Cantidad horas
P1	11-15h	4
P2	8-11/15-24h	12
P3	0-8h	8

Tabla 25. Horario periodos

Los datos de la factura eléctrica de este mes son los siguientes:

- Días facturados: 28.
- Consumo en el periodo P1: 388 kWh.
- Consumo en el periodo P2: 1.053kWh.
- Consumo en el periodo P3: 263 kWh.
- Lectura máxímetro en periodo P1: 5kW.
- Lectura máxímetro en periodo P2: 10kW.
- Lectura máxímetro en periodo P3: 2kW.

Se recuerda que el horario de apertura del establecimiento es de 9.30h a 21.30h, siete días a la semana. Las operaciones de producción comienzan a las 8h y se desarrollan hasta las 11h, manteniéndose en el periodo P2.

Para cada periodo P1 P2 y P3 se consideran los equipos utilizados y se estiman sus consumos haciendo referencia a las mediciones realizadas o, en su defecto, a los datos de las fichas técnicas y a las informaciones sobre los tiempos de utilización facilitadas por los trabajadores. En línea general, si las informaciones proporcionadas y la realización del cálculo estimativo son rigurosas los resultados deben aproximarse satisfactoriamente al consumo registrado y facturado por la empresa suministradora de energía eléctrica.

Periodo de facturación P3

El periodo P3 incluye las ocho horas que van desde la medianoche a las 8 de la mañana. En este periodo el establecimiento se encuentra cerrado y los equipos en funcionamiento son neveras y congeladores que mantienen la cadena de frío de materias primas y productos.

La estimación de la distribución de los consumos entre los equipos activos en este periodo se realiza considerando los valores recopilados en las sesiones de medición de consumo efectuadas.

DISTRIBUCIÓN CONSUMOS PERIODO P3 - JUNIO 2014				
Equipo	Ud.	Valores medidos		Consumo (kWh)
		Potencia (kW)	Tiempo medio funcionamiento (h/día)	
Abatidor gris	1	0,514	20	96
Abatidor blanco	1	0,376	20	70
Arcón entrada	1	0,164	15	22
Arcón granizados	1	0,156	15	22
Arcón (in sx)	1	0,147	15	21
Arcón (in dx)	1	0,125	15	18
Horchatera	1	0,167	5	8
Nevera refrescos	1	0,100	9	8
Total potencia (kW)		2		
Total consumo (kWh)				264
Consumo facturado en P3 (kWh)				263
Diferencia (kWh)				1

Tabla 26. Distribución consumos periodo P3 (Junio 2014)

Los resultados que se recogen en la **Tabla 26** muestran un total de consumo eléctrico calculado de 264kWh, mientras el total cobrado en factura es de 263kWh. En cuanto a la potencia utilizada por los equipos, las mediciones suman 2kW, valor que iguala el máximo cuarto horario de 2kW detectado por el máxímetro.

La estimación efectuada para el periodo P3 se puede considerar satisfactoria ya que la diferencia entre los consumos calculados gracias a las mediciones y los consumos facturados es de sólo 1kWh.

Con las informaciones de consumo obtenidas se modela el **Gráfico 8**, que muestra como gran parte del gasto eléctrico nocturno se debe a los dos abatidores de temperatura que, juntos, suman el 63% del consumo total.

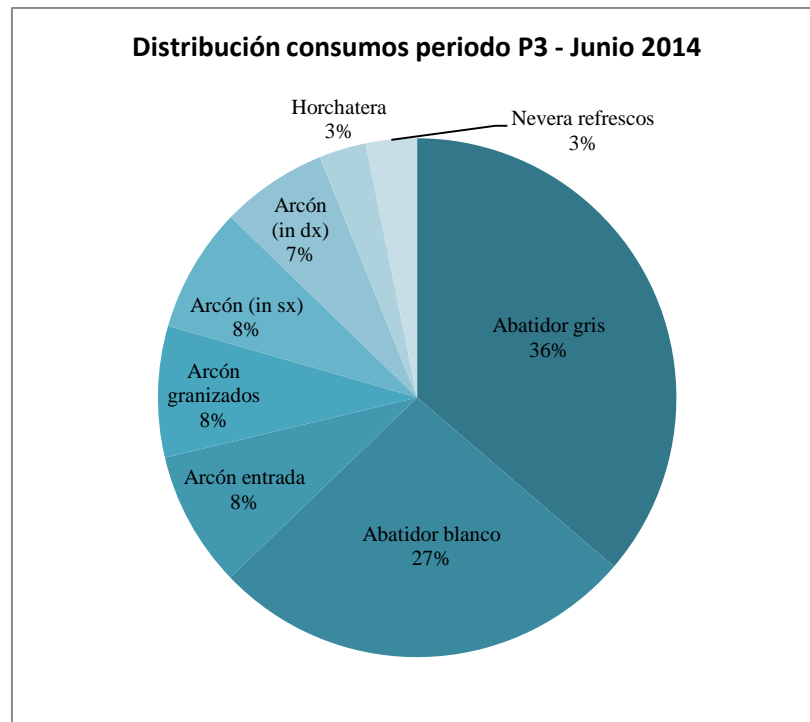


Gráfico 8. Distribución consumos periodo P3 (Junio 2014)

Periodo de facturación P1

El periodo P1 es de 4 horas y se extiende desde las 11 horas de la mañana hasta las 15 horas de la tarde. En este intervalo de tiempo el establecimiento se encuentra abierto a los clientes mientras las operaciones de producción ya han finalizado. Esto significa que a los equipos de frío normalmente activos las 24 horas del día se suman los necesarios para la realización de la venta de los productos, como los expositores y la iluminación del local.

Normalmente durante este mes la temperatura exterior no alcanza valores excesivos que obligan la utilización de aparatos de aire acondicionado, de modo que los dos equipos que proporcionan aire fresco a los locales se encuentran apagados.

Asimismo, siendo que el periodo P1 comprende las últimas horas de la mañana y las primeras horas de la tarde, no es necesario el uso de los focos que iluminan la fachada exterior.

Para el cálculo del consumo del alumbrado de los locales y de las dos neveras-expositores se consideran los valores de potencia declarados. Para los demás equipos se tienen en cuenta las mediciones de consumo realizadas.

DISTRIBUCIÓN CONSUMOS PERIODO P1 - JUNIO 2014						
Equipo	Ud.	Valores medidos		Potencia declarada (kW)	Utilización (horas/días)	Consumo (kWh)
		Potencia (kW)	Funcionamiento medio diario (h/día)			
<i>Abatidor gris</i>	1	0,514	20			48
<i>Abatidor blanco</i>	1	0,376	20	0,32		35
<i>Arcón entrada</i>	1	0,164	14,6			11
<i>Arcón granizado</i>	1	0,156	14,9			11
<i>Arcón (in sx)</i>	1	0,147	15			10
<i>Arcón (in dx)</i>	1	0,125	15			9
<i>Horchatera</i>	1	0,167	5			4
<i>Nevera refrescos</i>	1	0,100	9			4
<i>Halógenos - 150W</i>	6			0,150		101
<i>Expositor helados</i>	2	0,360	24			81
<i>Halógenos - 120W</i>	4			0,120		54
<i>Tubos fluorescentes</i>	5			0,036		20
<i>Caja registradora</i>	1	0,009	11,4			1
<i>Bombillas incandescentes</i>	2			0,040	0,17	0
Total potencia (kW)	4					
Total consumo (kWh)						389
Consumo facturado en P1 (kWh)						388
Diferencia (kWh)						1

Tabla 27. Distribución consumos periodo P1 (Junio 2014)

En la **Tabla 27** se listan todos los equipos consumidores de energía eléctrica del periodo P1.

El consumo total calculado es de 389kWh y supera de sólo un kWh el consumo facturado. Como ya se ha observado en las simulaciones del periodo P3, los datos utilizados para los cálculos de consumo se pueden considerar fiables.

La potencia que suman los equipos utilizados es de 4kW, cuando la máxima registrada por maxímetro es de 5kW. La magnitud de esta diferencia no es tal como para invalidar la simulación y se puede justificar con el uso puntual de un equipo fuera de su horario habitual.

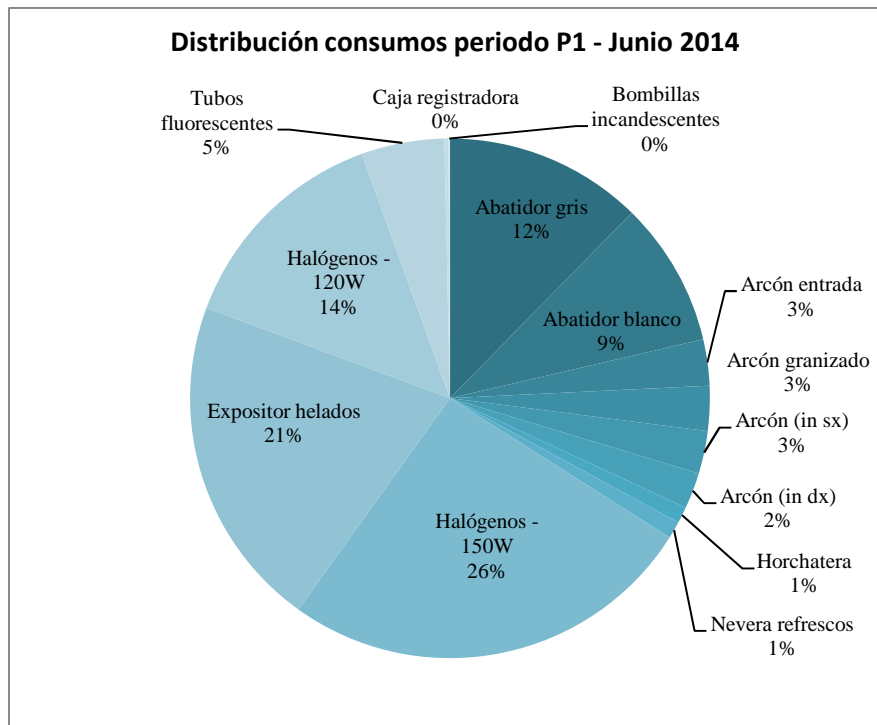


Gráfico 9. Distribución consumos periodo P1 (Junio 2014)

Observando el **Gráfico 9** destaca como las bombillas halógenas son las que influyen mayormente en el consumo eléctrico del periodo P1 (40%). Los expositores utilizan un 21% de energía, igual que los abatidores de temperatura. Por último se encuentran los tubos fluorescentes con el 5%, seguidos por los demás equipos que, como máximo, registran un 3% de consumo.

Periodo de facturación P2

El periodo P2 es el más largo de los tres (12 horas) y se desarrolla de 8 a 11 horas y de 15 a 24 horas.

Durante este mes la producción se realiza entre dos y cuatro días a la semana, de 8 a 11 horas de la mañana. De 9.30h a 21.30h el establecimiento está abierto al público y de 21.30h a 24h permanece cerrado.

Igual que para el periodo P1, en el periodo P2 no se utilizan equipos de aire acondicionado y la iluminación exterior no es necesaria ya que se aprovecha la luz natural hasta la hora de cierre.

El consumo medio de los equipos de frío se calcula para las 12 horas del periodo, mientras los equipos necesarios a la venta sólo funcionan durante alrededor de 8 de las 12 horas de P2 (9.30h-11h y 15h-21.30h).

El cálculo del consumo de los equipos de proceso y de preparación se lleva a cabo considerando los tiempo aproximados de utilización facilitados por los trabajadores.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

DISTRIBUCIÓN CONSUMOS PERIODO P2 - JUNIO 2014							
Equipo	Ud.	VALORES MEDIDOS		Potencia declarada (kW)	Utilización Declarada		Consumo (kWh)
		Potencia (kW)	Funcionamiento medio diario (h/día)		días/ semana	horas/ días	
Abatidor gris	1	0,514	20				144
Abatidor blanco	1	0,376	20	0,32			105
Arcón entrada	1	0,164	14,6				34
Arcón granizado	1	0,156	14,9				33
Arcón (in sx)	1	0,147	15				31
Arcón (in dx)	1	0,125	15				26
Horchatera	1	0,167	5				12
Nevera refrescos	1	0,100	9				13
Halógenos - 150W	6			0,150		8	202
Expositor helados	2	0,360	24			8	161
Halógenos - 120W	4			0,120		8	108
Tubos fluorescentes	5			0,036		5	25
Caja registradora	1	0,009	11,4			7,4	2
Bombillas incandescentes	2			0,040		0,17	0
Pasteurizadora	1			4	2	3	96
Mantecadora	1			1,8	4	2	58
Thermomix	1	1,45			2	0,12	1
Cafetera	1	0,276	0,6		2		1
Montadora de nata	1	0,15			1	0,8	0
Exprimidor	1	0,22			4	0,12	0
Horno	1	0,984	0,1		1		0
Triturador Dito	1	0,5			1	0,17	0
Triturador Danamac	1	0,33			1	0,17	0
Total potencia (kW)	14						
Total consumo (kWh)							1053
Consumo facturado en P2 (kWh)							1053
Diferencia (kWh)							0

Tabla 28. Distribución consumos periodo P2 (Junio 2014)

El consumo eléctrico total calculado en la **Tabla 28** es de 1053kWh, que corresponden a los kWh facturados.

La potencia máxima utilizada, suponiendo que todos los equipos presentes en el establecimiento estén funcionando, es de 14kW. En realidad durante este mes esta situación no suele presentarse ya que las necesidades de producción no son tan elevadas como para requerir la utilización simultánea de todos los equipos de preparación y de proceso.

De este modo durante las fases de preparación la potencia máxima utilizada es de 8kW (de los 14kW totales se resta la potencia de los equipos de proceso: 6kW), mientras durante las fases de pasteurización y mantecación se utilizan 10kW (del total se resta la potencia de los equipos de preparación). Este valor de 10kW corresponde efectivamente a la potencia cuarto horaria máxima registrada por el maxímetro.

En el **Gráfico 10** se muestra el valor porcentual de la contribución de cada equipo al consumo total de energía eléctrica en el periodo P2. Se omiten por claridad los equipos que suman un total inferior a 2kWh.

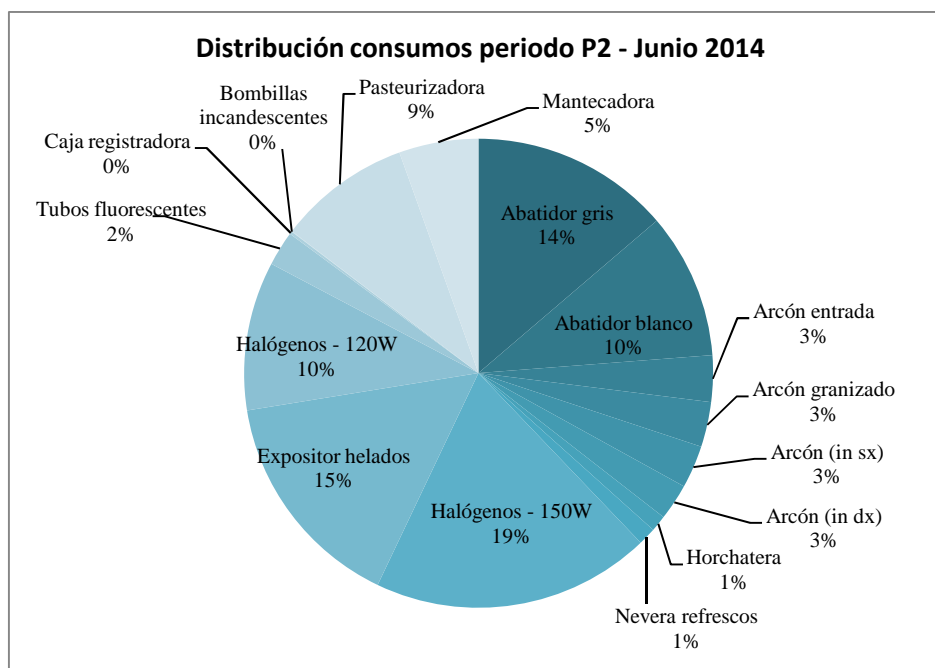


Gráfico 10. Distribución consumos periodo P2 (Junio 2014)

5.2.2 Distribución consumos eléctricos por equipo

En un mes de régimen de producción medio se observa que la iluminación es la que contribuye mayormente al consumo total en el periodo P3 sumando un 31%. El 24% del consumo se utiliza para el funcionamiento de los abatidores de temperatura y el 16% es destinado a los expositores. Por último las máquinas de proceso consumen el 15% del total, mientras los demás equipos están entre el 1% y el 3%.

Durante los periodos P1 y P2 la iluminación es la que afecta mayormente al consumo de energía eléctrica, mientras en el periodo P3 los mayores consumidores de energía eléctrica son los abatidores de temperatura.

Cabe destacar que durante este mes no han sido utilizados, el horno microondas, los aparatos de aire acondicionado y los focos para la iluminación exterior.

En la **Tabla 29** y en el **Gráfico 11** se muestran los datos globales de consumo y potencia analizados hasta el momento, diferenciándolos según la clasificación de equipos descrita anteriormente. Se observa como los equipos de frío son los que mayormente influyen en el consumo medio de mayo-junio 2014 (61%), seguidos por el alumbrado (31%) y los equipos de proceso (8%).

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

DISTRIBUCIÓN CONSUMOS por clase de equipo MAYO - JUNIO 2014							
Tipología equipo	Periodo P1		Periodo P2		Periodo P3		P1+P2+P3
	Potencia (kW)	Consumo (kWh)	Potencia (kW)	Consumo (kWh)	Potencia (kW)	Consumo (kWh)	Consumo (kWh)
Proceso	0	0	6	154	0	0	154
Frío	2	213	2	558	2	264	1035
Preparación	0	0	1	5	0	0	5
Secundario	0	1	0	2	0	0	3
Illuminación	2	175	2	335	0	0	510
Total	3	389	11	1053	2	264	1706

Tabla 29. Distribución consumos (Junio 2014)

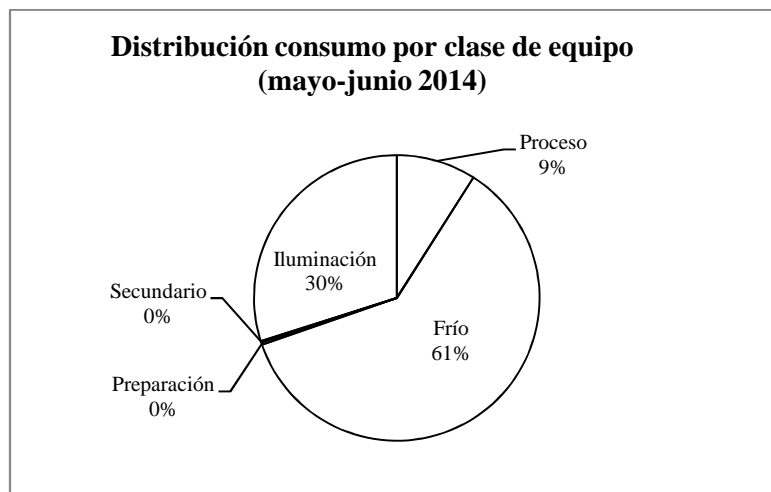


Gráfico 11. Distribución consumos (Junio 2014)

6. Costes energéticos y consumos

En el capítulo anterior se han detallado los consumos y costes globales de energía eléctrica y térmica realizados en el establecimiento, desglosándolos por mes y periodo de facturación.

En este apartado se pretende desarrollar los mismos, relacionándolos con unidades representativas de los procesos de producción que se llevan a cabo.

Asimismo, se proponen medidas y actuaciones destinadas al incremento de la eficiencia de los equipos utilizados y de los procesos.

Finalmente se comparan los valores de consumo y gastos energéticos del establecimiento estudiado con los valores medios típicos de comercios similares que operan en la Comunidad Valenciana y en España.

6.1 Costes y consumos específicos

Con el término "específicos" se hace referencia a consumos y costes sostenidos por el establecimiento respecto a una unidad representativa de la producción o la actividad realizada. Las unidades representativas elegidas en este estudio son el metro cuadrado de superficie ocupada por los locales y la unidad de producto producido.

Es importante conocer consumos y costes específicos en cuanto no sólo permiten evaluar la calidad en la utilización de la energía del establecimiento sino que, a la vez, proporcionan una herramienta útil de evaluación del local en un contexto general de análisis del sector de los comercios.

Para la evaluación de la calidad de uso de la energía y la identificación de la correlación existente entre el producto y los consumos/costes que suponen su fabricación, se ha elegido como unidad de referencia la cubeta de cinco litros de producto, sea éste helado o sorbete indiferentemente. La decisión de considerar las dos tipologías de helado fabricadas (base leche y base fruta) como un único producto es debida a la imposibilidad de cuantificar unívocamente y con precisión las dos producciones.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

La segunda unidad de referencia utilizada es la superficie de los locales. El sector de los comercios y servicios engloba actividades muy diferenciadas, así que determinar los consumos energéticos del establecimiento por metro cuadrado de superficie ocupada permite obtener una información comparable con los datos de las demás empresas del sector, independientemente de la actividad realizada.

Asimismo, para la realización de los cálculos de los valores específicos se considera sólo el periodo de tiempo en el cual las operaciones de producción y venta se realizan de forma regular y continua. Este periodo abarca los meses que van de principio de abril a finales de octubre y no considera el mes de marzo ya que el comercio inicia su actividad a mediados de ese mes.

En la **Tabla 30** se muestran los consumos específicos mensuales de energía eléctrica respecto a unidades de producción y superficie de los locales (74m²).

CONSUMO ELÉCTRICO ESPECÍFICO				
MES	Producción* (ud/mes)	Consumo (kWh/mes)	Consumo específico (kWh/mes/ud)	Consumo específico** (kWh/mes/m²)
abr-13	131	1643	13	22
may-13	120	1478	12	20
jun-13	165	1960	12	26
jul-13	162	1965	12	27
ago-13	200	2456	12	33
sep-13	153	1908	12	26
oct-13	137	1672	12	23
abr-14	111	1405	13	19
may-14	160	1980	12	27
jun-14	140	1704	12	23
jul-14	162	1952	12	26
ago-14	206	2480	12	34
sep-14	144	1756	12	24
oct-14	141	1690	12	23
<i>Medias</i>			<i>12</i>	<i>25</i>

(*) Número cubetas helado producidas al mes

(**) Superficie total del establecimiento: 74m²

Tabla 30. Consumos específicos energía eléctrica

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Mientras en la **Tabla 31** se recogen los importes específicos de los conceptos que componen la factura eléctrica respecto a las unidades de producción. Se calcula además el coste específico eléctrico total respecto a la superficie ocupada.

COSTES ELÉCTRICOS ESPECÍFICOS							
Mes	Producción* (ud/mes)	Energía activa (euros/mes/ud)	Energía reactiva (euros/mes/ud)	Potencia (euros/mes/ud)	Otros** (euros/mes/ud)	Coste total (euros/mes/ud)	Coste total*** (euros/mes/m ²)
abr-13	131	1,96	0,28	0,37	0,58	3,18	5,64
may-13	120	1,91	0,26	0,33	0,56	3,06	4,95
jun-13	165	1,84	0,24	0,27	0,48	2,83	6,30
jul-13	162	1,87	0,25	0,25	0,47	2,85	6,23
ago-13	200	1,68	0,26	0,44	0,49	2,86	7,74
sep-13	153	1,50	0,26	0,66	0,57	3,00	6,21
oct-13	137	1,47	0,29	0,75	0,62	3,12	5,77
abr-14	111	1,53	0,32	0,84	0,69	3,39	5,11
may-14	160	1,50	0,31	0,76	0,61	3,19	6,92
jun-14	140	1,50	0,26	0,72	0,60	3,07	5,81
jul-14	162	1,49	0,26	0,65	0,55	2,95	6,44
ago-14	206	1,48	0,30	0,63	0,53	2,94	8,18
sep-14	144	1,50	0,30	0,70	0,59	3,10	6,03
oct-14	141	1,47	0,29	0,76	0,62	3,15	6,02
Media		1,62	0,28	0,58	0,57	3,05	6,24

(*) Número cubetas de helado producidas al mes

(**) Alquiler equipos, Impuestos, Servicio OKLuz negocios, descuento

(***) Superficie total del establecimiento: 74m²

Tabla 31. Costes específicos energía eléctrica

La fabricación de una cubeta de cinco litros de helado supone un consumo medio de energía eléctrica de 12kWh, cuyo coste para la empresa asciende de media a 3.05 euros.

Asimismo, la realización de las actividades del establecimiento supone un consumo medio de 25 kWh y un gasto de 6.24 euros por metro cuadrado de superficie ocupada.

El coste total medio específico por unidad producida se desglosa en los siguientes conceptos:

- 1.62 euros de coste por kWh consumido.
- 0.58 euros por potencia contratada.
- 0.57 euros por costes fijos (alquileres, impuestos, etc.).
- 0.28 euros por recargo de energía reactiva.

De todos los conceptos que forman la factura eléctrica, sólo alquileres y servicios extra son costes fijos y no dependen del consumo realizado.

Estos valores tienen en cuenta la utilización global de la energía eléctrica, incluyendo la necesaria para realizar la correcta exposición de los productos para la venta y la conservación de las materias primas.

Análogamente, en la **Tabla 32** se calculan consumos y costes específicos de la energía térmica, proporcionada por la combustión de gas butano adquirido en bombonas de 12.5kg. Los valores específicos se determinan respecto a unidad producida y superficie ocupada.

CONSUMOS Y COSTES ESPECIFICOS ENERGÍA TÉRMICA						
Mes	Consumo (kWh/mes)	Consumo específico (kWh/mes/ud)	Consumo específico (kWh/mes/m ²)	Coste (euros/mes)	Coste específico (euros/mes/ud)	Coste específico (euros/mes/m ²)
abr-13	924,41	7,05	12,49	99,84	0,76	1,35
may-13	824,72	6,87	11,14	91,00	0,76	1,23
jun-13	1087,54	6,61	14,70	120,00	0,73	1,62
jul-13	1117,00	6,91	15,09	123,25	0,76	1,67
ago-13	1427,40	7,14	19,29	157,50	0,79	2,13
sep-13	1051,29	6,86	14,21	116,00	0,76	1,57
oct-13	985,59	7,21	13,32	108,75	0,80	1,47
abr-14	706,90	6,34	9,55	78,00	0,70	1,05
may-14	1078,48	6,73	14,57	119,00	0,74	1,61
jun-14	951,60	6,80	12,86	105,00	0,75	1,42
jul-14	1182,70	7,32	15,98	130,50	0,81	1,76
ago-14	1468,18	7,14	19,84	162,00	0,79	2,19
sep-14	951,60	6,61	12,86	105,00	0,73	1,42
oct-14	951,60	6,73	12,86	105,00	0,74	1,42
<i>Medias</i>		6,88	14,20		0,76	1,56

Tabla 32. Consumo y coste específico energía térmica

El aprovechamiento de la energía térmica para el desarrollo de las actividades es sensiblemente inferior a la energía eléctrica y supone la combustión de una media de 6.88 kWh de gas butano por cubeta de helado producida, al coste de 0,76 euros.

A la vez el consumo de energía térmica es de media de 14.2 kWh a un coste de 1.56 euros por metro cuadrado de superficie utilizada.

El cálculo de los consumos específicos totales del establecimiento se recoge en la **Tabla 33**. La producción de una cubeta de helado supone de media 19.11 kWh de gasto energético, debido a la utilización de energía eléctrica y térmica.

Este consumo se traduce en una media de 39.34 kWh utilizados por metro cuadrado de superficie ocupada por el establecimiento.

Mes	Consumo total (kWh/mes)	Consumo específico (kWh/mes/ud)	Consumo específico (kWh/mes/m ²)
abr-13	2567	20	35
may-13	2303	19	31
jun-13	3048	19	41
jul-13	3082	19	42
ago-13	3883	19	52
sep-13	2959	19	40
oct-13	2658	19	36
abr-14	2112	19	29
may-14	3058	19	41
jun-14	2656	19	36
jul-14	3135	19	42
ago-14	3948	19	53
sep-14	2708	19	37
oct-14	2642	19	36
<i>Media (14 meses)</i>	2911,29	19,11	39,34

Tabla 33. Consumos energéticos específicos totales

6.3 Actuaciones para el aumento de la eficiencia

Se define como Eficiencia Energética la relación existente entre productos producidos o servicios prestados y la energía utilizada para obtenerlos. El aumento de la eficiencia implica utilizar cantidades inferiores de energía para obtener los mismos productos o servicios, sin sufrir pérdidas de prestaciones o calidad.

Los beneficios aportados por las actuaciones enfocadas al aumento de la eficiencia son múltiples. En primer lugar suponen para el establecimiento la disminución de los costes específicos sostenidos, la disminución de pérdidas y desperdicios energéticos, la mejora de la capacidad de utilización de energía disponible (que se puede aprovechar para otros fines) y la mejora de la competitividad.

Asimismo, las ventajas de la mejora de la eficiencia no se limitan al ámbito empresarial sino que repercuten a nivel global ya que significan contribuir al cumplimiento de las normas ambientales, fomentar la protección del medio ambiente, el ahorro de los recursos y la sostenibilidad.

El abanico de las actuaciones para conseguir un aumento de la eficiencia puede ser muy amplio y variado, incluyendo desde el empleo de buenas prácticas a coste cero para el empresario hasta reformas estructurales de los locales o inversiones importantes en nuevas tecnologías de producción.

Con el estudio energético desarrollado en los capítulos anteriores se ha analizado la distribución de los consumos del establecimiento, identificando los aspectos que suponen los gastos más

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

importantes para la empresa. Enfocando sobre éstos las actuaciones principales se consigue obtener los mejores resultados de ahorro y eficiencia energética.

En este apartado se plantea de forma general un listado de propuestas, con una serie de posibles medidas y actuaciones aplicables, enfocadas al conseguimiento de la mejora global de la utilización de la energía.

En los capítulos sucesivos se desarrolla y profundiza cada medida, se evalúan las posibilidades económicas y prácticas y se estudia su rentabilidad, adaptando y moldeando cada solución sugerida al particular contexto estudiado.

En el capítulo 5.1.2 se cuantifican los consumos y gastos energéticos, evidenciando como el gasto eléctrico sostenido por la empresa predomina respecto al gasto térmico. Sucesivamente se muestra como el gasto eléctrico medio, considerando como mes representativo junio del 2014, se distribuye entre las diferentes tipologías de equipos utilizadas en los locales.

Los principales consumidores de energía eléctrica resultan ser:

- Equipos de frío (61%).
- Iluminación (30%).
- Equipos de proceso (9%).

6.3.1 Equipos de frío

Gran parte del consumo eléctrico se debe al funcionamiento de todos los refrigeradores activos en el establecimientos. Equipos como abatidores, arcones y expositores cumplen con múltiples funciones, como mantener materias primas y productos a la temperatura correcta de conservación, llevar a cabo algunas fases de la producción y la presentación final al cliente.

Para los equipos de frío se barajan las siguientes medidas:

Renovación: Los equipos refrigeradores modernos se benefician de tecnologías dedicadas específicamente a conseguir un mayor ahorro energético respecto a los equipos antiguos. Si la antigüedad de los equipos es mayor de diez años, es conveniente plantear la renovación de los mismos. Esta medida supone una inversión que puede resultar importante debido a la cantidad de equipos utilizados pero en este caso, ya que muchos de éstos son muy antiguos (alrededor de treinta años), el ahorro energético conseguido podría ser relevante y el tiempo de amortización de la inversión no excesivamente largo.

A la vez se plantea la posibilidad de reducir el número de equipos adquiriendo nuevos modelos de capacidad volumétrica mayor. De este modo, por ejemplo, se podría disponer de un sólo mueble expositor dedicado a la venta y reducir el número de los arcones congeladores auxiliares de cuatro a dos.

Mantenimiento: De entre las diferentes tipologías existentes se contemplan el mantenimiento preventivo y correctivo. El primero consta de la realización de un plan de control periódico de los equipos para asegurar la mejora de la eficiencia, ayudando a detectar eventuales fallos de

funcionamiento, prolongando la vida útil y minimizando el gasto de energía asociado a los deterioros. El segundo se realiza en todas las ocasiones en que se presenta una avería o una rotura, con el fin de sanar el problema y restablecer el funcionamiento.

Llevar a cabo una correcta campaña de mantenimiento preventivo significa disminuir la probabilidad de necesitar un mantenimiento correctivo, con el ahorro en el coste de la sustitución de las piezas que conlleva.

Hábitos de uso: Seguir las correctas pautas de uso de los equipos contribuye no sólo al mejor funcionamiento de los mismos sino que evita pérdidas innecesarias de energía e incrementos no deseados de consumos.

6.3.2 Iluminación

El funcionamiento del sistema de alumbrado del establecimiento supone el consumo medio de un tercio de la energía eléctrica total facturada. Una adecuada iluminación, tanto del local destinado a la producción que de los espacios dedicados a la venta, es fundamental para el correcto desarrollo de las operaciones que se llevan a cabo.

Renovación: Aún cuando no es posible plantear el ahorro basándolo en la reducción de la potencia lumínica necesaria, ya que se verían comprometidas las actividades, es posible conseguir una disminución del gasto eléctrico optando por la mejora de las instalaciones, como la utilización de bombillas más eficientes y de mayor durabilidad disponibles en el mercado. Por ejemplo, sustituir una bombilla incandescente con una bombilla de bajo consumo o LED equivalente supone obtener la misma cantidad de luz utilizando una potencia eléctrica mucho menor.

Sistema de alumbrado: Existen varias mejoras en el conjunto del sistema de alumbrado que pueden marcar una optimización importante en el rendimiento y una disminución de los consumos. Entre ellas destaca una mejor disposición de los focos para optimizar la iluminación, la utilización de balastos electrónicos para los tubos fluorescentes y la instalación de temporizadores o sensores de luz y movimiento.

Hábitos de uso: Utilizar la iluminación sólo de los locales utilizados en cada momento contribuye a reducir los gastos energéticos innecesarios y evitables. Estancias como el local de producción y el baño son de exclusivo acceso de los empleados y es la buena práctica de apagar las luces al salir puede traducirse en hasta el 10% de ahorro energético para la iluminación.

6.3.3 Equipos de proceso

Los equipos de proceso, constituidos por máquina pasteurizadora y mantecadora, utilizan de media el diez por ciento de la energía total consumida en el establecimiento. Aunque estos equipos no son los que más influyen en el consumo total, se prestan a la aplicación de varias mejoras para la optimización del rendimiento y el aumento del ahorro energético total del comercio.

Turnos de producción: El coste de la energía eléctrica consumida no es siempre la misma sino que es creciente, siendo más barata en el periodo P3 y más cara en el periodo P1. Reprogramar las operaciones de producción de manera que se lleven a cabo cuando el precio de la energía es más económico supondría un incremento del ahorro. Esta mejora puede revelarse muy eficaz ya que su aplicación supone un coste económico nulo para el empresario.

Renovación: No se conoce con exactitud la antigüedad de mantecedora y pasteurizadora pero se puede acercar a unos 20 años. La actualización de los equipos con máquinas modernas puede significar no sólo trabajar con sistemas más eficientes energéticamente sino también más versátiles y capaces de desarrollar más funciones para facilitar y diversificar la producción.

Mantenimiento: Como para los equipos refrigeradores, las máquinas mantecedora y pasteurizadora necesitan adecuados procesos de mantenimiento y limpieza que se ejecutan de forma regular. Estas operaciones garantizan el trabajo correcto de los equipos, permiten detectar a tiempo eventuales anomalías en el funcionamiento y contribuyen en la prevención de desperfectos que implican pérdidas energéticas.

6.3.4 Instalaciones generales

Otro grupo de actuaciones es el que incluye medidas que influyen en el conjunto de las instalaciones, fomentando el ahorro energético del establecimiento en términos globales. Entre ellas destacan:

Contrato suministro eléctrico: Todos los equipos e instalaciones mencionados anteriormente trabajan con energía eléctrica que, actualmente, se suministra a través de una compañía que pertenece al mercado liberalizado. La condiciones de facturación, como el precio pagado por el término de potencia o de energía, no están reguladas y se han concordado libremente entre las dos partes.

Considerando las pautas de consumo de energía eléctrica del comercio y la variedad de tarifas y condiciones de suministro que ofrece el mercado, puede ser conveniente en términos de ahorro económico plantear un cambio de tarifa, condiciones contractuales o incluso de compañía suministradora.

Asimismo, se considera también la posibilidad de pasar al mercado regulado ya que la potencia máxima realmente aprovechada en el establecimiento supera limitadas veces los 10kW máximos permitidos con las tarifas PVPC, Precio Voluntario al Pequeño Consumidor (antes TUR).

Compensación energía reactiva: En el capítulo 5 se ha analizado la magnitud de los excesos de consumos debidos a la aparición de energía reactiva en la instalación eléctrica.

Como se ha mencionado, la presencia de este tipo de consumo es debida al trabajo de equipos o instalaciones que crean un campo magnético durante su funcionamiento (motores, lámparas, hornos). La energía utilizada para la formación de estos campos se denomina reactiva y no se utiliza para el trabajo activo de los equipos. La energía reactiva, además de constituir un consumo energético adicional y un gasto no deseado puede ser causa de una serie de problemas

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

como el incremento de las pérdidas energéticas, la disminución de la capacidad de la instalación eléctrica y la sobrecarga de los transformadores, entre otros.

La solución a estos problemas y a los consumos indeseados se encuentra en la compensación de la energía reactiva. Esta compensación se realiza instalando en la red eléctrica del establecimiento una batería de condensadores que generan cargas capacitivas capaces de contrarrestar las pérdidas reactivas [15].

La instalación de la batería de condensadores supone una inversión para el empresario, pero el ahorro derivado es inmediatamente observable en la factura ya que desaparece el importe debido al exceso de energía reactiva consumida.

Aislamiento: El local dedicado a la venta no está adecuadamente aislado ya que no tiene puerta y se encuentra abierto hacia la calle y expuesto a la meteorología exterior durante todo el periodo de actividad.

Mientras en las horas nocturnas la entrada se cierra con una simple persiana metálica, durante el día el paso de la radiación solar es impedido por un simple toldo que protege la entrada principal. Esta protección no evita que, durante el verano, las temperaturas a las que están expuestos los refrigeradores del local de venta sean elevadas, llegando a alcanzar puntualmente los 40°C. Estas condiciones extremas suponen un sobrecargo energético para los equipos que necesitan trabajar más para alcanzar la temperatura marcada por el termostato.

Se baraja la posibilidad de proteger el local del exterior instalando una puerta que consiga, aunque parcialmente, aislar las instalaciones de las temperaturas extremas que se pueden producir. De este modo se intenta restablecer las condiciones óptimas de trabajo de los equipos con el ahorro energético que esto conlleva y, al mismo tiempo, se mejora el confort para trabajadores y clientes.

Acondicionamiento de aire: El establecimiento está equipado con un aparato de aire acondicionado y un ventilador ubicados en el local de producción y de venta respectivamente. El aparato de aire acondicionado se utiliza en ocasiones puntuales, limitadas a los días de calor extremo, mientras el ventilador está ubicado de manera que consigue sólo hacer más confortable la estancia de los clientes sin afectar realmente la temperatura global del local de ventas.

Los equipos refrigeradores están diseñados para trabajar óptimamente en determinadas condiciones ambientales que, para los equipos actuales, se clasifican "normales" a temperaturas entre 16°C y 32°C [16]. A temperaturas superiores el motor está forzado a trabajar de forma continua para mantener el frío hasta no poder garantizarlo cuando la temperatura ambiente alcanza valores extremos. No obstante no sea posible conocer las temperaturas óptimas de trabajo de los refrigeradores del establecimiento, debido a la falta de información, se supone que éstas correspondan al intervalo mencionado.

Las temperaturas medias de la ciudad de Valencia suelen rondar los 30°C de junio a octubre, llegando a picos de 40°C [17]. En estas condiciones, para garantizar un mejor funcionamiento de los equipos presentes y así evitar gastos adicionales por sobrecarga de los motores se considera la posibilidad, junto al aislamiento de los locales, de rediseñar la instalación de aire acondicionado de forma más efectiva.

Como se ha observado en el capítulo anterior el gasto térmico supone en media el 20% del coste energético total pagado por el comercio. Este coste aparece sólo durante los meses de actividad ya que corresponde a la compra de gas butano en bombonas que, durante el periodo de cierre, no se adquieren.

Instalación gas natural: Se plantea el estudio de la posibilidad de acondicionar las instalaciones para permitir la conexión a la red de distribución de gas natural y la contratación del suministro a una compañía perteneciente al mercado regulado.

6.4 Comparación con valores medios de Comunidad Valenciana y resto de España

El establecimiento de producción y venta al por menor de helados artesanales y otros productos refrigerados pertenece al sector de los Pequeños Comercios, que está incluido en el sector de los servicios junto con Hostelería, Administración/Oficinas y Alumbrado público.

En este apartado se evalúan los consumos y gastos energéticos del local comercial auditado comparándolos con los valores medios típicos del sector del Pequeño Comercio, sea en el ámbito de la Comunidad Valenciana o de otras realidades locales de distintas regiones de España.

6.4.1 Comunidad Valenciana

Según la "Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana" de la AVEN [18], el consumo específico anual medio del pequeño comercio en la Comunidad Valenciana es de 250 kWh/m².

Este dato no es reciente sino que se refiere a los consumos energéticos medios del año 2003. Asimismo, la guía subraya la variabilidad de los datos de consumos que interesan las PYMEs, situándolos en un rango que va de 100 a 600 kWh/m².

Considerando los avances tecnológicos en términos de eficiencia y la difusión de la concienciación en cuestiones de ahorro energético es razonable suponer que al día de hoy los consumos específicos medios sean algo menores. Además, se precisa que los comercios que registran un consumo mayor por metro cuadrado son típicamente los que pertenecen al sector de la alimentación.

En el caso de estudio las actividades de producción y venta no se desarrollan de forma continuada sino sólo durante poco más de 7 meses al año. Para determinar el consumo energético que el establecimiento tendría si sus actividades se desarrollaran durante todo el año, se considera el consumo específico medio mensual durante el periodo de actividad, calculado en la Tabla 4 (39.34 kWh/mes/m²).

Así, el consumo energético anual por metro cuadrado sería:

$$39.34 \frac{kWh}{mes} / m^2 \times 12 \text{ meses} = 472.10 \frac{kWh}{m^2}$$

Este valor confirma los valores medios de consumo de los comercios de la Comunidad Valenciana declarados en la Guía de ahorro, situándose en la mitad superior del rango que, como anunciado, recoge los valores típicos para comercios dedicados a la alimentación.

Según la Guía de ahorro la mayoría de los pequeños comercios valencianos consume únicamente electricidad, que usa de forma muy variable según la tipología de comercio. Esto dificulta los cálculos a la hora de determinar la distribución media de los consumos eléctricos, que la Guía define como en el **Gráfico 12**.

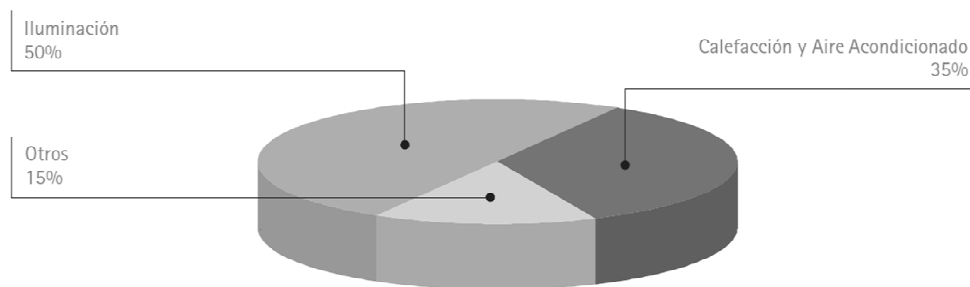


Gráfico 12. Distribución consumo eléctrico PYMEs de la CV *Error! No se encuentra el origen de la referencia.*

La Guía sitúa iluminación y acondicionamiento de aire/calefacción a la cabeza de los consumos precisando que, en el caso del sector de la alimentación, el consumo de las cámaras de frío puede ser importante y determinar el 85% del consumo eléctrico total.

En el capítulo 5.2 se ha determinado la distribución de los consumos eléctricos del establecimiento durante un mes representativo de las actividades desarrolladas, como es el de mayo-junio 2014 (**Gráfico 13**).

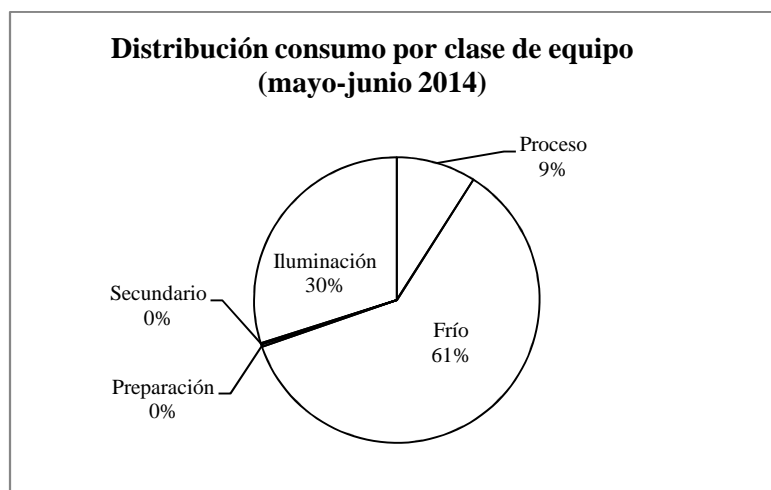


Gráfico 13. Distribución consumo eléctrico

En el establecimiento estudiado los refrigeradores son los equipos que consumen la mayor parte de la energía eléctrica, asentándose en un 61% del consumo total. No obstante este valor no alcanza el 85% declarado por la Guía, queda confirmada la peculiaridad de los consumos marcada por los comercios pertenecientes al sector de la alimentación.

Se confirma además el peso de la iluminación que determina el consumo mayor después de los refrigeradores, con el 30% sobre el total, mientras la Guía lo sitúa en un 50%.

Los consumo para el acondicionamiento de aire en verano e invierno no se ve reflejado en el 35% de los consumos de la Guía ya que el establecimiento carece de instalaciones adecuadamente diseñadas para su uso.

Finalmente, el 15% del consumo eléctrico medio en la Comunidad Valenciana se atribuye a los demás equipos utilizados que, en el caso estudiado, queda en aproximadamente el 9% del consumo total.

La evolución de los consumos eléctricos a lo largo del año es muy variable y depende del tipo de actividad que se realiza. En general, en la Comunidad Valenciana es muy común que se presenten unos datos de consumo mayor en los meses de verano, como muestran los datos de diferentes comercios que la Guía utiliza como ejemplos.

En el establecimiento estudiado se producen también unos picos de consumo durante el verano pero se justifican con una mayor producción y un mayor trabajo realizado por los refrigeradores para mantener la temperatura correcta y no al uso del aire acondicionado.

En cuanto a la evolución horaria de los consumos, éstos dependen del horario comercial de cada local y no se pueden generalizar fácilmente. La única diferencia es marcada por los comercios del sector alimentación que, como el establecimiento estudiado, registran un consumo importante también en las horas nocturnas, debido al funcionamiento de los equipos de frío.

6.4.2 Castilla y León

Auditorías energéticas realizadas en Valladolid y León revelan como la distribución de los consumos energéticos medios en los comercios de la Comunidad de Castilla y León no se alejan demasiado de los valores registrados en la Comunidad Valenciana.

Según el "Cuaderno Uso Racional de la Energía en Comercios" [19] es la iluminación de los locales que determina el mayor consumo de la energía (49%), seguido por Calefacción (29%), Aire acondicionado (5%) y Otros (17%).

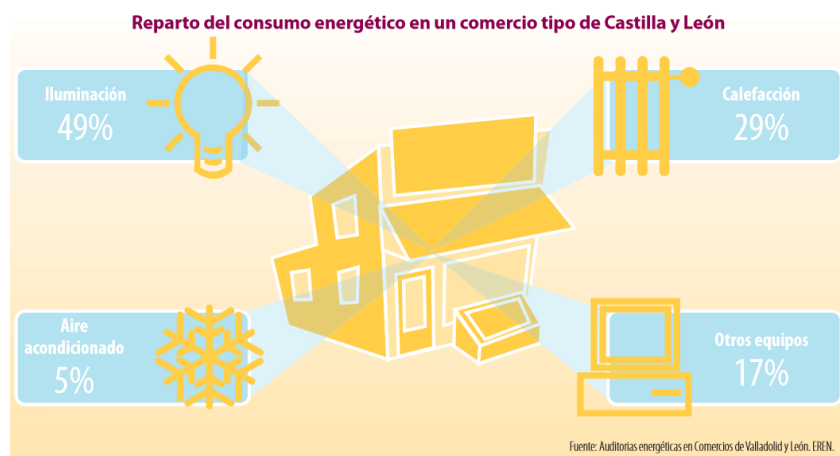


Gráfico 14. Fuente: EREN, "Cuaderno Uso Racional de la Energía en Comercios"

En el **Gráfico 14** se aprecia como los datos de consumo de Calefacción y Aire Acondicionado están considerados separadamente, sumando un total de 34%. Este valor es muy próximo al 35% de consumo de Aire Acondicionado registrado en la Comunidad Valenciana.

Las condiciones geográficas y meteorológicas en las dos comunidades son muy diferentes. En la costa el clima es mediterráneo, con temperaturas templadas en invierno y un verano largo y caluroso, mientras en Castilla y León el clima continental proporciona inviernos largos y fríos y veranos cortos.

Por estas razones, no obstante el consumo para el acondicionamiento de aire a lo largo del año en Castilla y León y Comunidad Valenciana sean similares, en la primera se debe principalmente al uso de calefacción en invierno, mientras en la segunda a la utilización de aire acondicionado en verano.

Estos datos hacen manifiesta la importancia de las condiciones meteorológicas del lugar donde se ubica el comercio y su influencia sobre los consumos y gastos energéticos totales sostenidos.

6.4.3 Andalucía

Los consumos registrados en los comercios de la Comunidad de Andalucía siguen el mismo patrón de los consumos de Castilla y León y Comunidad Valenciana, con la diferencia que el consumo para la climatización es algo mayor (40%) [20], debido a las altas temperaturas que caracterizan gran parte del año.



Gráfico 15. Fuente: CECA, "Guía de ahorro y eficiencia energética en el comercio de la Comunidad de Andalucía"

Como muestra el **Gráfico 15**, la iluminación sigue siendo el factor más importante a tener en cuenta a la hora de elaborar un plan de mejora de la eficiencia y disminución de los consumos energéticos.

6.4.4 Comunidad de Cataluña

La Confederació de Comerç de Catalunya realizó en el 2008 una caracterización detallada del consumo energético en el sector del comercio y servicios [21].

Los comercios del subsector de la alimentación auditados se caracterizan por tener de media una superficie total, entre zona de venta, almacén y servicios, de 73.98 m². Valor que se refleja exactamente en los 74m² de superficie del establecimiento estudiado.

En el capítulo 3.3.1 se detallan los equipos utilizados en el establecimiento, en particular, las tipologías de bombillas presentes son las que se muestran en la **Tabla 34**.

Tipo	Cantidad (%)
Halógenas	50
Fluorescentes	25
Led	15
Incandescentes	10
<i>Total</i>	<i>100</i>

Tabla 34. Tipo bombilla

Si se comparan estos datos con el tipo de bombillas utilizadas en el sector de la alimentación de Cataluña, en concreto en los locales con superficie entre 51 y 100m² (**Tabla 35**), se observan

limitadas analogías. En ambos casos las bombillas a incandescencia son las menos utilizadas ya que están presentes en un 10% en el establecimiento y en un 2.27% en media en Catalunya.

Mientras en el comercio estudiado se utilizan mayoritariamente los halógenos (50%), seguidos por los fluorescentes (25%), en el comercio medio de Cataluña la tendencia es inversa (Fluorescentes 49.10%, Halógenos 20.55%).

La última gran diferencia reside en la presencia de un 15% de focos led en el establecimiento, tipología de bombilla que parece ser ignorada por los comercios de Catalunya que prefieren sustituirlas con un las de bajo consumo (28.08%).

Percentatge del tipus de làmpades utilitzades en la il·luminació de l'establiment segons superfície				
	Fins a 50 m2	De 51 a 100 m2	De 101 a 175 m2	Més de 175 m2
Fluorescents	53,11%	49,10%	64,93%	85,88%
Halògenes	24,91%	20,55%	20,43%	4,04%
Baix consum	19,14%	28,08%	9,71%	6,55%
Incandescents	2,84%	2,27%	4,93%	3,53%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 35. Fuente: Confederació de Comerç de Catalunya [21]

En el apartado del estudio de la Confederació de Comerç de Catalunya dedicado al consumo de la iluminación en los locales entre 51 y 100m² (**Tabla 36**), se descubre que la media se asienta en 4877.60 kWh/año, considerando aproximadamente 9 horas de actividad diaria durante 295 días al año.

Consum mitjà en il·luminació	
Establiment de fins a 50m2	3.371,42 kWh/any
Establiment de 51 a 100 m2	4.877,60 kWh/any
Establiment de 101 a 175 m2	5.373,94 kWh/any
Establiment de més 175 m2	6.377,06 kWh/any

Tabla 36. Fuente: Confederació de Comerç de Catalunya [21]

En el capítulo 5.2 de este estudio se han desglosado los consumos de los equipos del establecimiento durante un mes representativo de las actividades (junio de 2014). En la **Tabla 37** se recogen sólo los datos relativos a la iluminación.

Consumos Junio 2014 (28 días)	
Tipo	Consumo (kWh)
Halógenos - 150W	302,40
Halógenos - 120W	161,28
Tubos fluorescentes	45,36
Bombillas incandescentes	0,76
Total	509,80

Tabla 37. Consumos iluminación Junio 2014

En Junio de 2014, los 28 días de actividad desarrollada durante 12 horas diarias el consumo debido a la iluminación de las instalaciones es de 509.8 kWh. Este consumo, distribuido durante 9 horas diarias y 295 días, proporciona un consumo medio de **4028.34 kWh/año**.

Este valor se sitúa entre los valores medios de consumo de los locales de hasta 50m² de Cataluña (3371,42kWh/año), y los de entre 51 y 100m² (4877,60kWh/año). Siendo esta última la categoría a la que pertenece el establecimiento estudiado, su consumo en iluminación se puede considerar conforme a la media de los locales catalanes.

El estudio catalán calcula el valor medio del consumo de los aparatos refrigeradores (funcionando 24 horas diarias durante 335 días al año) y otros equipos como hornos y electrodomésticos de cocina (funcionando durante 295 días al año), obteniendo para los locales de la categoría 51-100m² un valor total de 21890.30 kWh/año.

Para realizar la comparación con el consumo de los refrigeradores y otros equipos del establecimiento estudiado, se considera el valor medio mensual de energía eléctrica consumida en los 7 meses de actividad del año 2014, 1952.43 kWh.

Si el establecimiento trabajara durante todo el año el consumo total alcanzaría 22229.14kWh/año. Si a este valor se resta el consumo de la iluminación estimado anteriormente (4028.34 kWh/año), se obtienen de media **18200.80 kWh/año** de consumo relacionado con los equipos utilizados.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Este valor estimado aproximadamente se sitúa una vez más entre los consumos de las dos primeras categorías de los locales catalanes (17258.01 y 21890.30 kWh/año), como se muestra en la **Tabla 38**.

	Consum il·luminació kWh/any	Consum aire condicionat kWh/any	Consum fred i altre equipament	Consum altres kWh/any	Total consum kWh/any
Est. fins a 50m2	3.371,42	1.474,98	17.258,01	168,57	22.272,98
Est. 51 a 100 m2	4.877,60	2.048,30	21.890,30	243,88	29.060,08
Est. 101 a 175 m2	5.373,94	1.696,08	40.715,00	268,70	48.053,72
Est. més 175 m2	6.377,06	990,56	45.294,89	318,85	52.981,36

Els resultats s'expressen en kWh

Tabla 38. Fuente: Fuente: Confederació de Comerç de Catalunya [21]

Finalmente, el estudio catalán evalúa la potencia eléctrica media necesaria para el correcto funcionamiento de los locales comerciales destinados a la alimentación en Cataluña, calculando para los locales de entre 51 y 100m², un valor de 9.6 kW.

Considerando que la potencia contratada en el establecimiento estudiado (16.05kW) es sensiblemente superior a los 9.6 kW medios de los comercios catalanes, mientras los consumos anuales se han revelado algo inferiores, es posible que la potencia contratada en el establecimiento esté sobredimensionada.

7. Mejoras planteadas

En este apartado se analizan más detalladamente las mejoras planteadas en el capítulo anterior. En concreto se estudia su aplicación real al caso de estudio, adaptando cada medida a las exigencias particulares del comercio.

Para cada actuación, como la renovación de los equipos o el cambio de las condiciones contractuales de los suministros, se buscan cuando sea posible diferentes alternativas con el fin de incrementar la probabilidad de encontrar la solución óptima.

7.1 Optimización factura eléctrica

La liberalización del mercado eléctrico tiene como objetivos asegurar objetividad, transparencia y libre competencia en el sector, con el fin de que el consumidor pueda acceder al servicio pagando el menor precio posible. Al mismo tiempo garantiza la calidad del suministro manteniendo regulada la distribución y el transporte de energía.

Existen dos formas de contratación posible de la energía eléctrica. La primera es permanecer en el mercado regulado, siempre y cuando la potencia contratada sea menor o igual a 10 kW [22]. La segunda es elegir una empresa suministradora en el mercado liberalizado y pactar el precio pagado por la energía y los servicios adicionales.

El contrato actual del establecimiento está firmado con una empresa del mercado liberalizado en cuanto la potencia contratada es de 16.05 kW durante todo el día. En los casos como el de estudio, donde se registra una potencia máxima utilizada siempre inferior a la contratada, es conveniente plantear un reajuste de este término de acuerdo con las necesidades reales, en cuanto el precio pagado por el término de potencia influye de forma considerable sobre el importe total de la factura.

Asimismo, se realiza un estudio de las tarifas ofertadas por algunas comercializadoras del mercado libre con el fin de contratar las condiciones más económicas para el empresario, según los consumos del establecimiento.

7.1.1 Calculo potencia contratada

Los suministros que contratan la tarifa 3.0A, como en este caso, están equipados con un aparato de medida (maxímetro) que registra las potencias cuarto horarias máximas utilizadas en cada periodo. Según la diferencia entre la potencia máxima contratada y los valores medidos por maxímetro, la comercializadora debería cobrar por ley lo siguiente:

- Si la potencia medida en los maxímetros es inferior al 85% de la potencia contratada, se factura el 85% de la potencia contratada.
- Si la potencia medida en los maxímetros está entre el 85% y el 105% de la potencia contratada, se factura la potencia medida en los maxímetros.
- Si la potencia medida en los maxímetros es superior al 105% de la potencia contratada, se factura la potencia medida en los maxímetros más el doble de la diferencia entre la potencia medida y el 105% de la potencia contratada.

Como explicado en el capítulo 5.1.1 las condiciones del contrato de suministro actual no respetan estas directrices. Durante los últimos 22 meses de facturación el maxímetro del establecimiento no ha superado nunca el 85% de la potencia contratada (13.642kW). No obstante esto la comercializadora ha cobrado cada mes la totalidad de la misma.

Es necesario recalcular el valor de la potencia máxima necesaria teniendo en cuenta el comportamiento real de las instalaciones, registrado por el maxímetro.

Mantecedora y pasteurizadora trabajan con motores que obligan mantener el sistema actual de tipo trifásico. Este sistema distribuye la energía en tres corrientes monofásicas equivalentes pero desfasadas entre ellas. Tiene la ventaja de utilizar hilos más finos para el transporte de la corriente y alimentar los motores con potencia constante y no pulsada (como es la monofásica), aumentando su rendimiento.

Los equipos monofásicos del establecimiento están agrupados y conectados a las tres fases de la forma siguiente:

- Fase 1: iluminación (2 kW).
- Fase 2: equipos de preparación (2 kW máximo de uso simultáneo).
- Fase 3: refrigeradores (2 kW).

La potencia contratada se distribuye en partes iguales en las tres fases. Cada fase debe poder soportar la carga máxima utilizada por los equipos conectados a la misma. De ahí la importancia de distribuir equánimamente la carga de los equipos en las tres líneas. La posible consecuencia de una mala distribución es que la potencia total a contratar es superior a la de un sistema monofásico equivalente.

En este caso cada fase soporta como máximo una potencia simultánea de 4 kW, sumando un total de 12 kW. No es posible contratar cualquier potencia, sino que hay que elegir el escalón normalizado directamente por encima de la potencia necesitada. Siendo el sistema de 3x220/380 V y la potencia necesitada de 12 kW, es de obligación la actualización de la tensión a 3x230/400V y la contratación de una potencia de 13.856 kW [23].

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Al bajar la potencia contratada, quedando ésta entre 10 kW y 15 kW, es obligatorio el cambio de tarifa de 3.0A a 2.1 con posibilidad de escoger o no la modalidad con discriminación horaria. En ambos casos la potencia contratada es la misma durante todo el día.

Con la tarifa 2.1 el control de la potencia demandada se realiza con el dispositivo ICP (Interruptor de Control de Potencia). Sólo en casos muy concretos, cuando no es posible interrumpir el suministro, el control de potencia se hace con maxímetro y el cálculo de la potencia facturada se realiza según las formulas descritas anteriormente [24].

En la **Tabla 39** se hace una simulación del importe pagado para la potencia con la tarifa 3.0A y 2.1. El precio de la potencia es variable y ha ido subiendo en los últimos 22 meses con la tendencia descrita en el capítulo 5.1.1. Para la simulación se suponen unos precios constantes todo los meses y correspondientes a las siguientes tarifas:

- Tarifa 3.0A. Se considera el precio pagado en la última factura de octubre del 2014 (0.224626 euros/kW y día).
- Tarifa 2.1. Se considera el precio actual regulado en la Orden IET/107/2014, de 31 de enero, por la que se revisan los peajes de acceso de energía eléctrica para 2014 (0.217664 euros/kW y día).

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Mes	Días	Maxímetro (kW)			TARIFA ACTUAL 3.0A (PC = 16,05 kW)	TARIFA 2.1 (PC=13,856 kW)		
		P1	P2	P3	Potencia facturada P1=P2=P3	Coste (euros)	Potencia facturada (kW)	Coste (euros)
ene-13	30	0	0	0	16,05	108,16	13,856	50,62
feb-13	29	0	0	0	16,05	104,55	13,856	48,93
mar-13	28	1	7	0	16,05	100,95	13,856	47,24
abr-13	34	9	9	1	16,05	122,58	13,856	57,36
may-13	28	4	10	1	16,05	100,95	13,856	47,24
jun-13	32	10	11	2	16,05	115,37	13,856	53,99
jul-13	29	8	11	2	16,05	104,55	13,856	48,93
ago-13	35	6	7	2	16,05	126,18	13,856	59,05
sep-13	29	6	7	2	16,05	104,55	13,856	48,93
oct-13	29	6	7	2	16,05	104,55	13,856	48,93
nov-13	32	5	6	2	16,05	115,37	13,856	53,99
dic-13	28	0	1	0	16,05	100,95	13,856	47,24
ene-14	36	0	0	0	16,05	129,79	13,856	60,74
feb-14	27	0	2	0	16,05	97,34	13,856	45,55
mar-14	31	1	2	0	16,05	111,76	13,856	52,30
abr-14	26	6	9	2	16,05	93,74	13,856	43,87
may-14	34	9	12	2	16,05	122,58	13,856	57,36
jun-14	28	5	10	2	16,05	100,95	13,856	47,24
jul-14	29	9	12	2	16,05	104,55	13,856	48,93
ago-14	36	9	11	2	16,05	129,79	13,856	60,74
sep-14	28	10	10	2	16,05	100,95	13,856	47,24
oct-14	30	11	11	2	16,05	108,16	13,856	50,62
Potencia máxima		11	12	2	Total	2408,31	1127,05	
					Media	109,47	51,23	
					Ahorro anual	698,87		

Tabla 39. Comparación tarifas

El ahorro determinado por la reducción de la potencia contratada y el consecuente cambio de tarifa es de 698.87 euros en 12 meses. En este caso se considera todo el año y no sólo los siete meses de actividad del establecimiento, en cuanto el término de potencia es un coste fijo y se cobra aunque no se produzca consumo eléctrico.

7.1.2 Cambio tarifa y comercializadora

El cambio de tarifa de 3.0A a 2.1 implica formular un nuevo contrato con una comercializadora. En este apartado se comparan las ofertas de siete empresas distintas del mercado libre con el fin de encontrar la más conveniente y que mejor se acople a los hábitos de consumo del establecimiento.

Las empresas consideradas son:

- Som Energía [25].
- Gas Natural Fenosa [26].
- Endesa [27].
- Nexus Energía [28].
- Iberdrola [29].
- HolaLuz [30].
- EDP [31].

Actualmente el comercio paga un servicio de mantenimiento de la instalación y asesoramiento en caso de avería (OkLuz Negocios) que nunca se ha utilizado. En consecuencia se decide no contratar este servicio adicional y no considerarlo en la comparación de ofertas.

Los precios de alquiler del equipo, el recargo por energía reactiva y el aplicación del IVA no se consideran en la simulación en cuanto están regulados.

Se plantea la elección de la tarifa 2.1DH con la modalidad de discriminación horaria. Los periodos horarios son dos y corresponden a:

- Punta: de 13 a 23h.
- Valle: de 23 a 13h.

Siendo inferior el precio pagado por la energía consumida en horas Valle que el consumido en horas Punta.

Para la comparación se considera una potencia contratada de 13.856 kW y un consumo energético correspondiente al total realizado por el comercio en los últimos 12 meses de estudio (14358 kWh). No obstante el mayor consumo del establecimiento se realice en el periodo Valle (8h-11h), se decide distribuirlo uniformemente entre los dos periodos: 5983kW en Punta (10 horas) y 8376 kWh (14 horas) en Valle. De este modo la simulación se aproxima al alza y proporciona unos precios ligeramente superiores a los reales.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

En la **Tabla 40** se recogen los resultados de la comparación.

Tarifa 2.1DH										
Empresa	Precio Potencia (€/kW y año)	Potencia (€/kW y día)	Precio energía (€/kWh)		Costes (€/año)			Totales (€/año)		Observaciones
			Punta	Valle	Potencia	Punta	Valle	Total 1º año (€/año)	Total 2º año (€/año)	
Som energía	44,44459	0,121766	0,16561	0,081303	615,82	990,74	680,95	2287,52	2287,52	
Gas Natural Fenosa	45,944700	0,125876	0,2361	0,118064	636,61	1412,44	988,85	2317,51	3037,89	Descuento 30% sobre energía x 1 año
Endesa	44,444712	0,121766	0,21016	0,116929	615,83	1257,30	979,34	2360,40	2360,40	Descuento 22% sobre energía siempre
Nexus Energía	44,444700	0,121766	0,17029	0,083634	615,83	1018,75	700,48	2309,27	2335,06	Descuento 2% hasta 6 meses, luego 1% hasta 12 meses
Iberdrola	46,910648	0,128522	0,18683	0,092822	649,99	1117,73	777,43	2450,40	2545,16	Descuento 5% energía x 1 año
HolaLuz	44,444590	0,121766	0,17103	0,093292	615,82	1023,16	781,37	2420,35	2420,35	
EDP	44,444592	0,121766	0,1798	0,075358	615,82	1075,66	631,16	2322,64	2322,64	

Tabla 40. Comparación tarifas 2.1DH

Cuatro de las siete empresas comercializadoras consideradas aplican un descuento sobre el precio del término de energía durante el primer año. No obstante la mejor oferta para el establecimiento durante el primer año y también los siguientes resulta ser la de Som energía: 2287.52 euros.

Si se realiza la misma simulación considerando la potencia actual contratada (16.05 kW) y los precios de potencia y energía de la última factura eléctrica del establecimiento considerada para el estudio (octubre 2014) se obtienen los siguientes costes:

- Término de energía: 1506.22 euros (1772.02 euros con aplicado el descuento del 15%).
- Término de potencia: 1315.92 euros.

Por un total de 2822.14 euros anuales.

El ahorro anual obtenido aplicando los precios de Son Energía sería del 19%:

$$2822.14 \text{ euros} - 2287.52 \text{ euros} = 534.62 \text{ euros}$$

Los resultados de una segunda simulación se recogen en la **Tabla 41**, que considera las ofertas de las mismas empresas comercializadoras para la tarifa 2.1A sin discriminación horaria. En este caso el precio del término de potencia es el mismo durante las 24 horas del día.

Tarifa 2.1A							
Empresa	Precios		Costes (€/año)		Totales (€/año)		Observaciones
	Potencia (€/kW y año)	Energía (€/kWh)	Potencia	Energía	1º año	Siguientes	
Som energía	44,44459	0,145527	615,82	2089,48	2705,30	2705,30	
Gas Natural Fenosa	45,944700	0,205742	636,61	2954,04	2704,44	3590,65	Descuento 30% sobre energía x 1 año
Endesa	45,062016	0,188063	624,38	2700,21	2730,54	2730,54	Descuento 22% sobre energía siempre
Nexus Energía	44,444700	0,147921	615,83	2123,85	2707,82	2739,68	Descuento 2% hasta 6 meses, luego 1% hasta 12 meses
Iberdrola	46,910648	0,159754	649,99	2293,75	2829,05	2943,74	Descuento 5% energía x 1 año
HolaLuz	44,444590	0,149858	615,82	2151,66	2767,49	2767,49	
EDP	45,062172	0,151152	624,38	2170,24	2794,62	2794,62	

Tabla 41. Comparación tarifas 2.1A

Con la segunda simulación (tarifa 2.1A) no se consigue mejorar en ningún caso el resultado de la oferta de la tarifa 2.1DH de Som Energía.

Durante el primer año la mejor oferta es la de Gas Natural Fenosa con 2704.44 euros, mientras para los siguientes años es más ventajosa la oferta de Som Energía con 2705.30 euros. En ambos casos el coste anual es un 18.3% superior al pagado con la tarifa 2.1DH de Som Energía.

El artículo 7 del RD 1164/2001 (corregido por el artículo 3.3 del RD 1454/2005 [32]) establece que para la tarifa 2.1 no es de aplicación el recargo por consumo de energía reactiva, a excepción de que la compañía suministradora no midiera un consumo de energía reactiva durante el período de facturación superior al 50 por 100 de la energía activa consumida durante el mismo.

En la práctica Iberdrola y Som Energía no están llevando a cabo estas mediciones [33]. Las demás empresas consultadas no han sabido aportar información concreta sobre esta cuestión, por lo cual se asume que ninguna está realizando las mediciones de energía reactiva para la tarifa 2.1, lo que significa que con el cambio de tarifa se consigue eliminar el gasto actual por consumo de energía reactiva y ahorrar el correspondiente 8% sobre el total de la factura.

7.2 Compensación energía reactiva

El desfase entre tensión e intensidad (factor de potencia) es producto de la creación de un campo magnético, consecuencia del trabajo de motores, reactancias y transformadores. Este campo magnético redistribuye la energía demandada por el establecimiento, dedicando una parte al trabajo de los equipos (energía activa) y otra parte a la alimentación del mismo campo magnético (energía reactiva).

La normativa penaliza los excesos de consumo de energía reactiva cargando en la factura actual un importe que, en este caso de estudio, corresponde al 8% del coste total pagado en la factura eléctrica, como ha sido analizado en el capítulo 5.

En el caso de contratar la tarifa 2.1A, este coste desaparece. No obstante, las ventajas de la compensación de la energía reactiva no se limitan a la reducción del importe de la factura.

La corrección del factor de potencia se consigue instalando una batería de condensadores que produce una energía reactiva de sentido inverso a la consumida, anulando su efecto. El resultado de esta medida no es sólo económico por reducir el importe de la factura eléctrica, o técnico por mejorar el rendimiento de la instalación, reducir las caídas de tensión y las pérdidas, sino también ambiental ya que reduce la demanda de energía a la red y en consecuencia la explotación de los recursos para obtenerla.

Además, la compensación de energía reactiva evitaría, por término medio, la emisión a la atmosfera de 1,36 toneladas de dióxido de carbono diarias, prácticamente 500 toneladas al año, ayudando la reducción de la producción de gases de efecto invernadero [34].

El primer paso para dimensionar la batería de condensadores es determinar la potencia reactiva que consume el establecimiento en su conjunto. Es posible utilizar un analizador de redes para medir los valores de potencia activa, inductiva y el coseno de la instalación. O utilizar la lectura de contadores en determinados intervalos. Como alternativa, en este caso, se utiliza la información de las facturas eléctricas del último año.

La potencia a compensar por la batería de condensadores P ($kVAr$) se calcula con la siguiente fórmula:

$$P (kVAr) = P (kW) \times (tg \varphi_1 - tg \varphi_2)$$

Donde:

- P (kW) Potencia activa. Los datos de la potencia activa están proporcionados por el máxímetro. No se suele considerar la potencia máxima utilizada durante los últimos 12 meses en cuanto se obtendría del cálculo una batería de condensadores muy grande y costosa que se utilizaría muy limitadamente.

Se considera la media de los valores registrados por máxímetro en el periodo de producción P2, durante los meses de actividad (abril 2014 - octubre 2014), que corresponde a 10.7 kW.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- $\cos\varphi_1$ Factor de potencia actual. El factor de potencia actual corresponde al coseno medio anual. En el caso haya mucha diferencia entre los valores del coseno de los varios meses se elige el coseno más desfavorable.

Durante los siete meses de actividad del establecimiento el factor de potencia oscila entre 0.74 y 0.8. Se considera el valor medio registrado, 0.78.

Otra forma de calcular el factor de potencia es según la fórmula [35]:

$$\cos\varphi = \frac{\text{energía activa}}{\sqrt{\text{energía activa}^2 + \text{energía reactiva}^2}} = \frac{14358}{\sqrt{14358^2 + 12667^2}} = 0.75$$

Energía activa y energía reactiva corresponden a la suma de los consumo de los últimos 12 meses. De los dos métodos se considera el resultado más desfavorable: 0.75.

- $\cos\varphi_2$ Factor de potencia deseado. El factor de potencia deseado debe ser mayor de 0.95, valor a partir del cual ya no hay penalización por excesos de reactiva.

Para garantizar la compensación frente a picos de carga y a la vez no aumentar en exceso la potencia de la batería se elige un coseno de 0.98.

La potencia de la batería de condensadores resultante es:

$$P \text{ (kVAr)} = 10.7 \text{ kW} \times (0.881917103 - 0.20305866) = 7.3 \text{ kVAr}$$

Se considera el valor normalizado de potencia para la batería de condensadores más próximo al calculado, 7.5 kVAr.

La batería de condensadores puede ser instalada en diferentes puntos de la red eléctrica a compensar. Cada posicionamiento conlleva ventajas e inconvenientes y se adapta a determinadas exigencias de las instalaciones [36]:

- Compensación individual. Los condensadores se colocan junto a cada carga inductiva a compensar. Esta solución optimiza la instalación ya que impide que la energía reactiva demandada por la carga circule por la misma, descarga el transformador, reduce las caídas de tensión y elimina totalmente las pérdidas en los cables. En instalaciones grandes el coste de instalación y mantenimiento puede ser considerable. Se utiliza para cargas de consumo constante que trabajan durante muchas horas.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- Compensación parcial. Se colocan baterías a la entrada de cada sección o taller de instalaciones complejas. Es una solución ideal cuando hay muchas cargas de potencia limitada que no resulta rentable compensar individualmente. En este caso se optimiza sólo una parte de la red y se limitan las pérdidas sin eliminarlas.
- Compensación global. Se instala la batería en el tablero de baja tensión de la instalación eléctrica. Esta solución se ajusta a las necesidades reales de compensación de reactiva de la red, descarga el transformador de potencia pero no consigue eliminar las pérdidas en los cables. Es el sistema de compensación más simple y adecuado para situaciones de variabilidad de consumo de energía reactiva.

El consumo de reactiva del establecimiento se compone de una parte constante debido al funcionamiento de los refrigeradores durante las 24 horas del día, a los cuales se suma la iluminación durante las horas de actividad, y una parte variable dada por los picos de consumo que se producen durante los turnos de producción cuando se activan las máquinas trifásicas.

Consideradas las reducidas dimensiones del establecimiento y la variabilidad de los consumos de reactiva se decide aplicar la tipología de compensación global de la red.

A la hora de escoger la batería de condensadores es necesario elegir el tipo de compensación de energía reactiva deseada entre fija y variable. Con la compensación fija se suministra la misma energía capacitiva de manera constante. Esta solución es ideal en situaciones de consumo de reactiva que no varían en el tiempo.

Siendo el consumo de energía reactiva del establecimiento variable, desde un mínimo en las horas nocturna hasta un máximo durante los turnos de producción, el tipo de compensación elegido es variable. Este sistema se adapta a las exigencias del establecimiento, activando automáticamente los condensadores según los consumos de energía reactiva detectados en cada momento.

Se propone la instalación de una de las siguientes baterías de condensadores:

- Cydesa, modelo EB 400/7.5, 50Hz con interruptor automático incorporado. Para suministro con bajo consumo de reactiva, suficiente para que se le penalice en factura pero no suficiente para amortizar una batería de condensadores tradicional. Se compone de un único escalón controlado por regulador. Cuando el sistema mide consumo de reactiva y calcula un valor de $\cos\phi$ regulado previamente, activa el condensador [37]. El precio es de 647 euros.
- Cydesa, modelo estándar EC 400/7,5-2/3, 50Hz. Es una batería de condensadores estándar de dos escalones 2.5+5. El precio es de 984 euros.
- Siemens, modelo estándar ES2:4RY0007-2NP40 de dos escalones 2.5+5 [38]. El precio es de 1473.44 euros [39].
- Circuitor, modelo OPTIM 1-10-440 [40], 8kVA/400W. El precio es de 523.97 euros [41].

7.3 Renovación equipos

Entre las propuestas sugeridas en el capítulo 6 para optimizar la utilización de la energía del establecimiento se encuentra la sustitución de los equipos más antiguos y cuyo consumo es más elevado por otros más modernos y energéticamente más eficientes.

El estudio de los consumos ha revelado que los refrigeradores utilizan el 61% del total de energía eléctrica facturada. Algunos de estos equipos, como los arcones congeladores y las neveras expositoras, fueron adquiridos durante la anterior gestión del local y no es posible establecer con precisión su antigüedad que, en cualquier caso, es sensiblemente mayor de diez años. Por otro lado, la iluminación utiliza de media el 30% del consumo eléctrico total, seguida por el uso de los equipos de proceso que suman un consumo del 9%. El consumo de los equipos restantes es casi nulo respecto al total.

La renovación de parte del equipamiento supone una inversión importante para el empresario que se amortizará en un determinado intervalo de tiempo. En este caso no se plantea el cambio de las máquinas de proceso ya que su consumo no es suficiente como para justificar la magnitud de la inversión que implicaría su renovación.

7.3.1 Arcones congeladores

Se plantea la sustitución de la pareja de arcones congeladores (Arcón in dx, Arcón in sx) ubicados en el local de producción por un solo congelador de mayores dimensiones. La ventaja de reducir el número de equipos y tener un congelador más grande reside en el aumento de la capacidad volumétrica disponible para la conservación de los productos y la reducción de las operaciones de mantenimiento necesarias. Los dos arcones están situados uno al lado del otro y ocupan un espacio total aproximado de 155cm de largo, 95cm de alto y 65cm de ancho.

Las medidas de consumo efectuadas revelan como los motores de los dos arcones trabajan de media 15 horas diarias utilizando una potencia de 147 W y 125 W. En los últimos siete meses de actividad (210 días) los dos equipos han consumido de media:

$$(147W + 125W) \times 15 \text{ horas} \times 210 \text{ días} = 856.8 \text{ kWh}$$

La distribución de los locales y la disposición de los equipos obliga a la elección de un congelador horizontal en lugar de uno vertical. Además, a causa de la presencia de enchufes y estanterías en la pared donde se apoya el equipo es necesario que el mismo esté dotado de tapa ciega corredera para garantizar su apertura.

La temperatura ambiente en la que se encuentra el equipo influye sobre su funcionamiento. Cada equipo está diseñado para trabajar óptimamente en determinado rango de temperaturas identificado por una o varias Clases Climáticas [42]. Si las condiciones ambientales no respetan la Clase Climática del equipo el mismo no podrá garantizar la correcta temperatura de

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

los alimentos, sufrirá sobrecargas energéticas y estará sujeto a averías. Normalmente los refrigeradores están pensados para ser utilizados en cocinas y locales cerrados, lugares donde la temperatura suele oscilar entre 16°C y 32°C. Si la ficha técnica no lo indica de forma explícita se asume que los equipos trabajan entre este rango de temperaturas.

En la **Tabla 42** se recogen tres diferentes modelos de arcones congeladores disponibles en el mercado cuyas características se aproximan a las exigidas en cuanto a dimensiones, temperatura y tipo de tapa.

Además, se calculan los consumos medios de energía eléctrica que tendrían los equipos durante los siete 7 meses de actividad. Por falta de informaciones de consumo, para el modelo Infrico el cálculo se realiza suponiendo que el motor está en funcionamiento de media un número de horas diarias que coincide con las mediciones efectuadas (15 h/día).

Marca	Modelo	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Capacidad (l)	Clase climática	Temperatura (°C)	Tensión (V)	Potencia (W)	Consumo (kWh/24h)	Consumo en 7 meses (kWh)
IARP	VIC440CCS	85,9	65	150	377 (348)	7 (43°C)	-25/-10	220	265	1,69	355
Eurofred	THG 8 S	93	63	150	437	-	-25/-18	220	210	3	630
Infrico	HF500TCG	90	67	150,3	426	(32°C)	-24/-18	220	269	-	847

Tabla 42. Arcones congeladores

De los tres modelos elegidos sólo el equipo IARP está diseñado para trabajar en condiciones ambientales de calor extremo, definidas por la Clase Climática 7 (hasta 43°C).

Las especificaciones técnicas del modelo de marca Infrico garantizan sus prestaciones a una temperatura ambiente de 32°C, mientras el equipo Eurofred no proporciona alguna información sobre la clase climática. Esto sugiere que los consumos calculados para estos dos equipos podrían ser mayores en las condiciones actuales de trabajo del establecimiento, ya que en verano se alcanzan temperaturas muy elevadas.

La adquisición de uno de los congeladores horizontales propuestos, en sustitución de la pareja de arcones, podría proporcionar los siguientes ahorros energéticos anuales:

- 58.57%, con el modelo IARP [43] (501.8 kWh).
- < 26.47%, con el modelo Eurofred [44] (226.8 kWh).
- < 1.14%, con el modelo Infrico [45] (9.8 kWh).

7.3.2 Expositores

Las dos vitrinas-expositores de helado, ubicadas en el local de venta, son muy antiguas y sufren averías cada vez más frecuentes. Estos episodios de mal funcionamiento obligan a la parada de los equipos durante algunos días hasta que se pueda solucionar el problema.

Las consecuencias repercuten en todas las actividades ya que los helados acaban almacenados en los congeladores dedicados a las operaciones de producción y dejan de estar a la vista directa de los clientes para la venta.

Además, la capacidad de las vitrinas actuales no es suficiente para albergar todas las variedades de helado y sorbete producidas. Las mismas pueden almacenar sólo 12 cubetas de helado de cinco litros cada una mientras los demás sabores se ubican en uno de los dos arcones congeladores del local de venta (arcón entrada).

Ninguno de los dos expositores está dotado de tapa aislante para mantener correctamente el frío. Por esta razón fuera del horario comercial se vacían y apagan y las cubetas de producto se almacenan en los refrigeradores del local de producción.

Las mediciones muestran como el motor de estos dos equipos trabaja ininterrumpidamente durante las 12 horas diarias de actividad, evidenciando un problema en su funcionamiento. La causas se pueden achacar al equipo por su antigüedad e ineficiencia y/o a las condiciones inadecuadas de temperatura ambiental que garanticen su correcto funcionamiento.

La potencia media consumida por los dos equipos es de 360 W aproximadamente cada uno. En siete meses de actividad del establecimiento suman una media de consumo de 1814.4 kWh. El arcón utilizado de apoyo para el almacenamiento de las cubetas en venta utiliza una potencia media de 164 W y su motor trabaja durante 14.6 horas diarias. En siete meses el consumo total alcanza los 502.8 kWh. El total de energía utilizada por los equipos destinados a la venta de los productos es de 2317.2 kWh anuales (siete meses).

Se propone renovar las vitrinas adquiriendo un sólo equipo moderno de capacidad suficiente para almacenar todas las cubetas de producto disponibles a la venta. De este modo se puede prescindir del arcón congelador que complementa las vitrinas.

Es necesario que este equipo esté dotado de un sistema de cierre para mantener la temperatura interna, de manera que se puedan dejar las cubetas durante la noche, evitando las molestias del traslado a otros refrigeradores. Además, la fase de encendido es la que mayor cantidad de energía consume porque el motor del equipo trabaja más para enfriar desde la temperatura ambiente a la de régimen (-16°C/-14°C) que para mantener ésta última. Por estas razones es conveniente adquirir un equipo que no necesite ser apagado y encendido diariamente.

En la **Tabla 43** se recogen las características técnicas del único modelo de expositor encontrado y disponible para la venta on line que satisface todas las exigencias descritas anteriormente.

Marca	Modelo	Alto (cm)	Ancho (cm)	Largo (cm)	Capacidad (cubetas 5l)	Clase climática	Temperatura (°C)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Potencia (W)	Consumo en 7 meses (kWh)
ISA	Isetta 12R	117,6	80	211,9	24+20	4+ (35°C 70% hr)	-16/-14	5,5	220	940	1777

Tabla 43. Expositor helados

Este modelo [46] está disponible en una versión potenciada (clase climática 4+), ideal para trabajar con temperaturas externas superiores a las habituales de los locales cerrados, situación que se presenta frecuentemente en el local de venta del establecimiento.

El consumo anual (siete meses de actividad) se calcula suponiendo que el equipo está activo durante las 24 horas del día, con el motor trabajando de media 9 horas diarias para mantener la temperatura. El número de horas de actividad del motor es arbitrario ya que no es posible conocer su funcionamiento real. Se ha elegido un valor intermedio entre los valores obtenidos de las mediciones realizadas a los refrigeradores del establecimiento: 5 horas/día de funcionamiento de la horchatera, 15 horas/día de los arcones y 9 horas/día de la nevera-armario.

Este modelo sustituye ambos expositores y uno de los arcones congeladores ubicados en el local de venta (arcón entrada), determinando un ahorro en energía eléctrica del 23.3%, 540.2 kWh.

7.3.3 Iluminación

Al consumo realizado para mantener activos los equipos refrigeradores le sigue el consumo de la iluminación de los locales, que constituye el 30% de la energía total utilizada en el establecimiento.

Las bombillas empleadas actualmente son de distintos tipos y van desde bombillas de incandescencia a focos LED. Sus consumos medios en los últimos siete meses de actividad del establecimiento se desglosan en la **Tabla 44**.

BOMBILLA	Ud.	POTENCIA (W)	UTILIZACIÓN (h/día)	CONSUMO (kWh/día)	CONSUMO ANUAL (kWh/7 meses)
Halógenos - 150W	6	150	12,0	10,8	2268
Halógenos - 120W	4	120	12,0	5,8	1210
Tubos fluorescentes	5	36	9,0	1,6	340
Incandescentes	2	40	0,3	0,0	6
				<i>Total (kWh/7meses)</i>	3824

Tabla 44. Consumo actual iluminación

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Para optimizar el consumo energético relacionado con la iluminación es necesario actuar sobre todos los elementos que la componen:

- Bombilla: el elemento que proporciona la energía lumínica.
- Lámpara: equipo que distribuye la luz proporcionada por la bombilla.
- Soporte: sistema como el balasto que modifica las características de la corriente de la red para que sea apta para el correcto funcionamiento de cierto tipo de bombilla.

La iluminación de los diferentes locales debe ser adecuada y satisfacer las exigencias de las actividades que se desarrollan. El *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de Castilla y León 2002–2007* [47] recomienda diferentes bombillas y parámetros de iluminación según la zona del comercio considerada:

- Local de venta y exposición, donde se encuentra el cliente y los productos en venta. Es necesario un nivel medio de iluminación (300 lux¹), homogéneo con una buena apreciación de los colores ($Ra^2 > 80$) y un tono cálido/neutro³ (T^a : 2.500–5.000 K). Esta iluminación se consigue con fluorescentes lineales, fluorescentes compactos (bajo consumo) o halogenuros metálicos (halógenos para los expositores).
- Local de producción. Al ser un área de trabajo se recomienda un buen nivel de iluminación (500 lux), homogéneo, sin deslumbramientos, con una buena apreciación de los colores ($Ra > 80$) y con un tono neutro (T^a 3.500–5.000 K). Se utilizan fluorescentes lineales y fluorescentes compactos.

La evaluación de las condiciones de iluminación real de las estancias se efectúa con un aparato de medida conocido como luxómetro, que mide la iluminancia en lux. Con este instrumento es posible determinar si las condiciones de iluminación de las áreas de trabajo y venta son idóneas y respetan las recomendaciones anteriores.

A causa de la imposibilidad de realizar este tipo de medición en el establecimiento auditado se considera que la intensidad de la luz proporcionada por los equipos actuales es adecuada. Para optimizar el consumo energético del sistema se procede, donde sea necesario, a la sustitución de las bombillas por otras más eficientes y de equivalente o mayor flujo luminoso (lumen). De este modo se pretende mantener la calidad de la iluminación actual buscando, a la vez, cierto ahorro energético.

La mejora del sistema de alumbrado puede incluir la instalación de sensores de movimiento y fotocélulas que apagan la luz o regulan su intensidad cuando la luz natural es suficiente para iluminar los locales. No obstante estos sistemas generalmente consiguen ahorrar el 10% del consumo total utilizado para la iluminación, en el caso particular estudiado no se considera necesario aplicar este tipo de medida.

Los locales del establecimiento son de dimensiones muy reducidas y cada uno de ellos está equipado con interruptores localizados que permiten regular la luz. Los interruptores son de

¹ Lux=lumenes/m². Cantidad de flujo luminoso presente sobre la superficie.

² Ra= índice de reproducción cromática. Capacidad de la luz para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina.

³ Temperaturas bajas del color dan la impresión de una luz más “cálida” y cuanto más alta es la temperatura, más “fría” será la luz. Luz neutra: 3300-5300 K.

fácil y cómodo acceso y su uso racionalizado, apagando las luces del local de producción al finalizar las operaciones y aprovechando adecuadamente la presencia de la luz natural en el local de venta, bien puede compensar la falta de reguladores automáticos.

Halógenos - Local de venta

Las bombillas halógenas utilizadas son de tipo lineal, tienen una potencia luminosa de 2000 lúmenes aproximadamente y una vida media de 2000 horas [48]. En total estas bombillas suman una potencia nominal de 1380 W y un consumo en siete meses de 3478 kWh, mientras que la potencia luminosa total es de 20000 lúmenes.



Halógeno actual

Se propone utilizar 10 parejas de fluorescentes compactos instalados en lámparas empotradas, aprovechando las instalaciones actuales de las lámparas halógenas. De este modo se pretende reducir el coste eventual de la adaptación del sistema de conexión a las nuevas bombillas.

En comparación con las bombillas de incandescencia como los halógenos las fluorescentes compactas duran 10-25 veces más, consumen el 70%-90% menos de energía para producir la misma cantidad de luz y producen un 70%-90% menos de energía térmica [49].

El modelo de fluorescente elegido es el DULUX T/E PLUS 18 W/840 de Osram [50] de 18 W de potencia nominal, 1200 lm, 80..89 Ra, 4000 K de temperatura de color y 2000 horas de vida media.

La potencia total instalada de los 20 fluorescentes suma 360 W que, con un régimen de uso de 12 horas/día durante los siete meses de actividad, supone un consumo de 907 kWh. La potencia luminosa total es de 24000 lm, superior a la actual.

El ahorro anual (siete meses) determinado por la sustitución de las bombillas halógenas con las fluorescentes compactas alcanza el 74%, 2571 kWh.

La segunda propuesta consiste en la sustitución de los halógenos por bombillas de halogenuros metálicos. Son bombillas de descarga de alta densidad compuestas por un tubo que contiene gas a elevada presión y temperatura donde se produce la descarga eléctrica. Son

adecuadas para locales comerciales que requieren una muy buena apariencia y rendimiento del color y muchas horas de funcionamiento. Su emisión térmica es muy reducida por tanto no contribuye al aumento de la temperatura ambiente.

Para el funcionamiento de este tipo de bombilla es necesaria la instalación de un equipo auxiliar, siendo el más eficiente el balasto electrónico que proporciona el voltaje adecuado a la lámpara y, en algunos casos, disminuye su consumo eléctrico, incrementando la eficiencia [51].

El modelo de balasto elegido es el BE 1150-MH-2, índice EEI: A2, de la marca ELT [52]. El Índice de Eficiencia Energética clasifica los balastos en base a la potencia máxima utilizada por el sistema balasto-bombilla. La clase A2 es de las más eficientes y consigue reducir el consumo energético de la bombilla instalada de hasta un 10%.

El modelo de bombilla elegido es lineal CDM-TD 150w/942 de Philips [53] de 150 W de potencia instalada, >90 Ra, 4200 K, 13750 lm y 16000 horas de vida media. Con la instalación de sólo dos bombillas de este tipo se consigue una potencia luminosa de 27500 lm, superior a la propuesta anterior.

La potencia total instalada, considerando el ahorro determinado por el balasto electrónico, es de 270 W que, a lo largo de los siete meses, da un consumo de 680 kWh. El ahorro anual proporcionado por los halogenuros metálicos es del 80.4%, 2798 kWh .

Fluorescentes - Local de producción

El local de producción está iluminado por 5 tubos fluorescentes T8 convencionales de potencia nominal 36 W y dotados de balastos electromagnéticos. El consumo anual es de 340 kWh a los cuales hay que añadir el consumo debido al equipo auxiliar utilizado (balasto).



Tubo fluorescente

Según la clasificación CELMA (EEI, Índice de Eficiencia Energética) los balastos electromagnéticos consumen una cantidad de energía que corresponde a un valor entre el 15.5% y el 50% de la potencia del tubo instalado [54].

No se conoce a qué clase pertenecen los balastos utilizados actualmente, por esta razón se usa un valor medio entre el máximo y mínimo definidos por CELMA. Se supone así un consumo medio correspondiente al 33% de la potencia de los tubos instalados:

$$5ud \times 36 W \times 33\% = 59.4 W$$

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Este valor se suma a la potencia de los tubos instalados (180 W) dando una potencia total de 239 W. El consumo real debido a la utilización de los fluorescente suma en siete meses 452 kWh. Este valor es el de referencia para el cálculo del ahorro energético proporcionado por la actualización de la instalación.

No se aconseja cambiar la tipología de la iluminación utilizada en el local de producción ya que es conforme a las recomendaciones mencionadas anteriormente pero se propone sustituir el sistema instalado en cuanto es obsoleto y mejorable.

Se sustituye el balasto utilizado por otro de tipo electrónico de alta frecuencia que no está sujeto a pérdidas debidas al núcleo ni a la inducción y se cambian los fluorescentes convencionales con otros más eficientes.

El modelo de fluorescentes elegido es el MASTER TL-D Eco 32W/840 1SL de Philips de 32 W [55] que tiene las mismas prestaciones del modelo de 36W, consiguiendo un ahorro de 4 W [56].

Se escoge el balasto de la marca ELT, modelo BE 136-2 [57], Índice de Eficiencia Energética (EED): A2. A este índice corresponde un balasto electrónico sujeto a pérdidas muy limitadas y con capacidad de reducir de hasta el 10% la potencia del tubo utilizado. El balasto electrónico no sólo mejora la eficiencia del sistema sino que reduce la fatiga visual evitando el efecto parpadeo, optimiza el factor de potencia, minimiza el tiempo de arranque, incrementa la vida del tubo, no produce zumbidos y es regulable.

Considerando el ahorro aportado por el balasto, la potencia eléctrica de la instalación es de:

$$5ud \times 32W = 160W - 10\%(160W) = 144 W$$

Anualmente el consumo energético es de 272 kWh, que corresponde a un ahorro del 40%, 180 kWh.

Incandescentes - Servicios

Los baños están equipados con dos bombillas de incandescencia de 40 W. El tiempo de uso de estas bombillas es muy reducido a lo largo del día, llegando a ser prácticamente desdeñable su consumo.



Bombilla incandescente

No obstante se recomienda sustituirlas con bombillas fluorescentes compactas de 7/8 W, vida media útil de 10000 horas, que proporcionan la misma cantidad de luz con un ahorro del 83%.

Anualmente el consumo para la iluminación del baño pasaría de 6 kWh a 1 kWh.

Led - Entrada

La iluminación de la fachada del comercio se activa muy limitadamente ya que los meses de actividad del establecimiento coinciden con la temporada de primavera-verano, cuando se puede disfrutar de la luz del día hasta la hora de cierre.

Además, siendo los focos situados en el exterior de tipo LED, se considera su consumo insignificante respecto al total ya que la tecnología utilizada es actualmente una de las más eficientes energéticamente.

En la **Tabla 45** se resumen los datos obtenidos hasta el momento acerca de los posibles ahorros energéticos conseguidos con la renovación de los equipos que más energía consumen en el establecimiento.

EQUIPO ACTUAL		EQUIPO NUEVO		AHORRO	
Modelo	Consumo (kWh)	Modelo	Consumo (kWh)	kWh	%
Arcón in dx + Arcón in iz	856,8	IARP	355	502	59
		Eurofred	630	227	26
		Infrico	847	10	1
2 Expositores + Arcón	2317,2	Isetta 12R	1777	540	23
10 Halógenos	3478,0	20 Fluorescentes compactas	907	2571	74
		Balasto + 2 Halogenuros metálicos	680	2798	80
Balasto magnético + 5 Fluorescentes	452	Balasto electrónico + 5 Fluorescentes Eco	272	180	40
2 Incandescentes	6	2 Fluorescentes compactas	1	5	83
Total consumo antes		7110 kWh			
Total consumo después		máx 3804 kWh			
		min 3085 kWh			
Total ahorro		máx 4025 kWh			56,6 %
		min 3306 kWh			46,5 %

Tabla 45. Ahorro energético por cambio de equipos

En un escenario en el que sustituyéramos los equipos actuales por los más consumidores de entre los propuestos (arcones y halógenos) se obtendría un ahorro energético total del 46.5% mientras que el mismo se incrementaría hasta el 56.6% si la elección recae en los nuevos equipos menos consumidores de energía.

La elección entre unos u otros no depende sólo de la magnitud del ahorro conseguido sino de la inversión económica que supone y de su tiempo de retorno.

7.4 Instalación gas natural

Se plantea la posibilidad de sustituir el suministro de bombonas de gas butano con una conexión a la red de gas natural.

El análisis de consumo de gas butano realizada en el capítulo 5 evidencia un gasto medio en energía térmica de 7291 kWh, durante los últimos siete meses de actividad del establecimiento. El precio pagado por este consumo es de 804.5 euros, impuestos incluidos.

Si el consumo está comprendido entre 5.000 kWh/año y 50.000 kWh/año, como en el caso de estudio, es posible acogerse a la tarifa regulada T2 de gas natural.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Los precios actuales (a partir del 1 de enero del 2015 [58]) son:

- Término fijo, 0.290630 euros/día.
- Término variable, 0.04845909 euros/kWh.
- Impuesto sobre hidrocarburos, 17.06 euros/año.

Considerando estos precios constantes, el coste anual de la energía térmica utilizada sería de 476.46 euros, a la cual hay que añadir el importe del alquiler de equipos, IVA, etc.

El comparador de ofertas de energía de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia [59] es un instrumento útil a la hora de elegir entre diferentes tarifas y compañías suministradoras.

Proporcionando los datos de consumo reales, el comparador devuelve las siguientes ofertas:

- Endesa, Tarifa ONE Gas. Importe 552.35 euros/año siempre.
- EDP, Fórmula Gas Hogares. Importe el primer año 563,81 €/año, 565,75 €/año los siguientes.
- Gas Natural Fenosa, Optima Online Gas. Importe 565,13 €/año siempre.

Estos precios incluyen el IVA pero no el alquiler del equipo, que es un importe regulado e igual para todas las ofertas. Para suministros de caudales de hasta 3 m³/hora, como es el caso, el importe del contador es de 0.69 euros/mes [60] (10.02 euros/año con IVA). El importe que se abona a la compañía para el derecho de alta está también regulado y es, para la tarifa T2 en la Comunidad Valenciana, de 91.98 euros con IVA [61]. No es necesario abonar el Derecho de Acometida porque en el edificio ya está instalada la red de gas natural.

Como se ha mencionado anteriormente, no se considera oportuno contratar ningún servicio adicional de mantenimiento.

Las diferencias entre los importes anuales de las ofertas consideradas son mínimas, llegando a sumar como máximo 13 euros.

Entre todas las ofertas, si se considera la más económica (Endesa), a la cual se deben añadir los importes del alquiler del contador y del alta del suministro, se obtiene un coste para el consumo de energía térmica durante el primer año de 654.35 euros. Los años siguientes el importe sería de 562.37 euros ya que no se volvería a pagar el alta del suministro.

El ahorro conseguido con la instalación de gas natural sería del 18.7% (150.15 euros) en el primer año y del 30 % (242.13 euros) los años siguientes.

7.5 Turnos de producción

Los turnos de producción de los productos se desarrollan en momentos específicos del día que, en la gran mayoría, coinciden con el periodo de facturación P2 de la tarifa actual de suministro eléctrico (8h-11h y 15h-24h en verano). El coste de la energía consumida no es igual en todos los periodos sino que es creciente, siendo más barata en el periodo P3 y más cara en el periodo P1. Reprogramar las operaciones de producción de manera que se lleven a cabo en el horario nocturno del periodo P3 (0h-8h) supondría el aprovechamiento de la energía más barata disponible y un incremento del ahorro. Esta mejora puede revelarse muy eficaz ya que su aplicación supone un coste cero para el empresario.

El traslado de los turnos de producción a las horas nocturnas conlleva otra ventaja adicional relacionada con la temperatura de trabajo. Las máquinas de producción trabajan a temperaturas inferiores a los cero grados, llevando el producto hasta -18°C . El trabajo necesario para alcanzar esta temperatura será mayor cuanto más elevada sea la temperatura ambiente donde está ubicado el equipo. Esto puede provocar un sobrecarga para la máquina, que necesita una cantidad adicional de energía para realizar su trabajo, y un mayor desgaste general.

Por esta razón, sobre todo durante la temporada de verano, el traslado de las fases de producción a horario nocturno que coincida con el horario de facturación P3 en el que la temperatura ambiental disminuye puede significar optimizar las condiciones ambientales de funcionamiento de los equipos y, consecuentemente, conseguir cierto ahorro energético.

7.6 Mantenimiento

Todas las comprobaciones y operaciones realizadas durante las acciones de mantenimiento y revisión deben quedar registradas para poder adaptar las actuaciones a las necesidades de cada equipo y proporcionar un adecuado seguimiento.

Se distinguen las actuaciones según la clase de equipo: refrigeradores, iluminación y electrodomésticos.

Refrigeradores

Entre las operaciones a realizar se incluyen:

- Controlar el funcionamiento del termostato, asegurando que la temperatura de operación coincida con la programada.
- Controlar el estado y la estanqueidad de los cierres, evitando posibles atascos.
- Limpiar periódicamente y eliminar la escarcha del equipo ya que el hielo es aislante y dificulta el enfriamiento.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- Mantener la correcta presión del refrigerante para asegurar un buen trabajo del compresor y el enfriamiento deseado. A menos presión no hay suficiente enfriamiento y el compresor debe trabajar más para conseguir la misma refrigeración mientras con exceso de refrigerante, se consumirá más energía porque el compresor funcionará con sobrecarga.
- Mantener el adecuado nivel de lubricante ya que si no hay suficiente se calienta el compresor. En cualquier caso la gestión de líquidos refrigerante y lubricante deben ser a cargo de personal calificado.

Iluminación

Las principales actuaciones cuentan con:

- Asegurar la adecuada limpieza de bombillas y lámparas para evitar pérdidas de iluminación por el polvo o la suciedad.
- Llevar a cabo controles periódicos o auditorías del sistema eléctrico para hacer un seguimiento de los consumos que realmente se requieren en el local.
- Comprobar el aspecto de los cables internos que interconectan los diversos componentes de las lámparas, cambiando los que presenten algún deterioro.
- Apretar tornillos y controlar el estado de regletas y lámparas.
- Verificar el aislamiento correcto de la instalación y sus equipos.

Electrodomésticos y equipos

- Respetar y seguir las instrucciones acerca de instalación, uso y mantenimiento según lo indicado en el manual de usuario que acompaña cada equipo.

7.7 Hábitos de uso y buenas prácticas

Es fundamental la colaboración de todos los empleados para hacer efectiva y eficaz cada medida de ahorro energético instaurada en el establecimiento. Son los correctos hábitos de uso de las instalaciones y el conocimiento de las buenas prácticas los que hacen efectivas las mejoras realizadas y aseguran el conseguimiento del mayor ahorro energético y económico posible.

Se listan las principales buenas prácticas según la clase de equipo.

Electrodomésticos y equipos

Apagar todos los equipos por periodos de inactividad de más de una hora y desconectarlos de la red al finalizar la jornada de trabajo para evitar los consumos en stand-by.

Refrigeradores

- En primer lugar es importante situar los equipos lejos de fuentes de calor que puedan dificultar el enfriamiento. En todos los casos, la ubicación debe ser tal que el equipo esté sujeto a una temperatura ambiente que permanezca en los límites fijados por su clase climática.
- La temperatura de operación debe ser fijada correctamente según las exigencias ya que cada 5°C de temperatura por debajo de los necesarios implican un incremento del consumo del 25% [62] sin aportar beneficios.
- Programar el trabajo y organizar el contenido de los refrigeradores de manera que se reduzca el número de aperturas necesarias y que éstas duren el menor tiempo posible, ya que cada apertura implica el arranque del motor para restaurar la temperatura interior programada.
- Por último es importante no introducir nunca alimentos calientes con el fin de bajar rápidamente su temperatura, como por ejemplo enfriar el café para la preparación de los granizados. El incremento de temperatura interior puede estropear los demás alimentos e implica una sobrecarga del motor para restablecer la temperatura de trabajo.

Iluminación

- Es aconsejable llevar a cabo el pintado de las superficies del establecimiento (techos y paredes) con colores claros ya que reflejan y distribuyen mejor la luz.
- Utilizar espejos y materiales metálicos reflectantes para mejorar la luminosidad de los escaparates.
- Evitar excesos de luz en espacios no frecuentados o cuando la iluminación natural es satisfactoria.
- Formar al personal para fomentar las buenas prácticas en cuanto al ahorro de energía eléctrica.
- Evitar los apagados y encendidos frecuentes de los tubos fluorescentes debido a que consumen gran cantidad de energía al encenderse.
- Señalar con claridad cada interruptor de las distintas áreas para evitar que se enciendan luces innecesarias.

8. Análisis económico

En el capítulo anterior se han descrito una serie de medidas para la mejora de la eficiencia de las instalaciones y el incremento del ahorro, tanto energético como económico. La implantación de alguna medida puede resultar muy beneficiosa y a coste cero para el empresario, mientras otras pueden suponer una renovación de las tecnologías o de los equipos utilizados que se consigue sólo con una inversión más o menos importante.

El análisis económico constituye un instrumento indispensable para el cálculo del periodo de amortización de las inversiones y la evaluación de la factibilidad de cada medida, que dependen de los precios vigentes pagados por el consumo de energía.

La cantidad de tiempo necesaria para recuperar la inversión será menor cuanto mayor sea la magnitud del ahorro en las facturas. El ahorro será determinado por la implementación de las mejoras energéticas propuestas.

Se utiliza el Periodo de amortización bruta (Pay-Back) para la evaluación del tiempo de retorno de la inversión. Este índice, de tipo estático y directo, es definido como:

$$PB = \frac{I}{AEA}$$

Donde:

PB = Periodo de amortización bruta (Pay-Back) o Tiempo de retorno de la inversión (años).

I = Inversión (euros).

AEA = Ahorro Económico anual (euros/año).

Este indicador no es muy preciso pero es útil a la hora de decidir entre actuaciones, cuando se pasa a analizar más en detalle la medida con menor tiempo de retorno.

En general los proyectos con un PB menor de dos años suelen ser rentables, entre dos y cinco años tienen una rentabilidad discutible y si su valor es superior a los cinco años probablemente la medida sea de difícil implantación.

Para el caso tratado en este estudio el empresario considera razonable una inversión con un tiempo de retorno entre dos y cuatro años.

8.1 Ahorro en la factura eléctrica

Entre las actuaciones a coste cero analizadas en el capítulo anterior se encuentra la revisión de la factura eléctrica y la adaptación de los términos contractuales del suministro a los hábitos de consumo actuales del establecimiento.

El análisis ha mostrado la oportunidad de reducir la potencia contratada y, consecuentemente, cambiar el tipo de tarifa aplicada pasando de la tarifa 3.0A a la 2.1DH.

La comercializadora de energía eléctrica que ofrece las condiciones económicamente más ventajosas para el empresario, contratando con ella la nueva tarifa, es Som Energia.

La característica que distingue Som Energia de las comercializadoras habituales es que se trata de una pequeña cooperativa de consumo local sin ánimo de lucro que se dedica a producir y distribuir energía verde. En este caso contratar el suministro de luz a una empresa que se compromete a trabajar con energías renovables constituye una contribución adicional al esfuerzo dedicado a la mejora del medioambiente y al uso sostenible de los recursos naturales.

Siendo una cooperativa, para contratar el servicio es necesario hacerse socio pagando una cuota de 100 euros. Este importe no se considera en la evaluación de la oferta ya que, en el caso de dar de baja el contrato, el importe sería devuelto al cliente.

Anteriormente se ha calculado cómo el ahorro anual en cuanto a los términos de potencia y energía obtenido con este cambio sería del 19% (534.62 euros), sin necesidad de inversión. Sin embargo, para evaluar el ahorro real es necesario tener en cuenta los demás términos que aparecen en la factura.

En la factura eléctrica actual existe un concepto de recargo por energía reactiva que no se cobra con la tarifa 2.1DH de Som Energía. El ahorro anual conseguido con la desaparición del recargo por reactiva sería de 354.17 euros, calculado considerando el precio actual de 0,062332 euros/kVArh y el consumo facturado de energía reactiva en el último año de 5682 kVArh.

Otro concepto que dejaría de ser facturado es el servicio adicional de mantenimiento que suma actualmente un importe anual de 153.36 euros.

En la **Tabla 46** se calcula el ahorro obtenido aplicando los precios de Som Energía a los consumos anuales del establecimiento.

Concepto	Contrato		
	Actual (euros)	Som Energía (euros)	Ahorro (euros)
Energía activa	1506,22	1671,69	-165,47
Potencia	1315,92	615,82	700,10
Reactiva	354,17	-	354,17
Impuesto electricidad	162,40	116,95	45,44
Okluz negocios	153,36	-	153,36
Alquiler equipo	144	144	0,00
IVA 21%	763,57	535,18	228,40
Total	4399,64	3083,64	1316,00

Tabla 46. Ahorro factura eléctrica

El importe pagado por la energía consumida se vería incrementado mientras no cambiaría el importe del alquiler de equipos, siendo regulado su precio. Los demás conceptos observan una disminución, siendo la de la potencia la más marcada.

Aunque no existen costes para la realización del cambio de comercializadora, el cambio de tarifa y, en este caso, la actualización de la tensión de 380V a 400V requieren el pago de 10.94 euros a la empresa distribuidora.

El ahorro anual total conseguido con un simple cambio en la contratación del suministro de electricidad sería del 30% (1316 euros/año, 109.67 euros/mes).

Pese a que actualizando la tarifa se consigue eliminar el gasto debido al consumo de energía reactiva se aconseja igualmente la instalación de una batería de condensadores para compensar este consumo. Como se ha descrito anteriormente las ventajas no son sólo económicas sino técnicas y energéticas ya que incluyen la mejora del rendimiento de las instalaciones del establecimiento y la disminución de la demanda energética a la red, entre otras.

De los modelos de baterías considerados los que implican una inversión menor son los que contemplan un sólo escalón de potencia, Cydesa con 7.5 kVA y Circuitor con 8 kVA.

Se elige el modelo Cydesa en cuanto su valor de potencia se aproxima más al calculado. El precio es de 647 euros.

Considerando conjuntamente la optimización de la factura eléctrica y la mejora de la instalación con la colocación de la batería de condensadores se obtiene un periodo de retorno de:

$$PB = \frac{10.94 \text{ €} + 647 \text{ €}}{1316 \frac{\text{€}}{\text{año}}} = 0.5 \text{ años}$$

Los seis meses necesarios para recuperar la inversión convierten estas medidas en actuaciones muy rentables para el empresario.

8.2 Ahorro en la renovación de los equipos

El cambio de los equipos que consumen más energía es una de las medidas planteadas en este estudio. A continuación se calcula el ahorro económico derivado de la renovación de los equipos independientemente del cambio de tarifa eléctrica. Se consideran así los precios de la energía de la tarifa 3.0A actual:

- Periodo P1: 0,159358 euros/kWh.
- Periodo P2: 0,122094 euros/kWh.
- Periodo P3: 0,079228 euros/kWh.

Se sugiere la sustitución de los dos arcones del local de producción por un congelador horizontal de capacidad equivalente. Los dos arcones consumen anualmente 856.8 kWh, distribuidos en los tres periodos de facturación de la siguiente forma:

- Periodo P1: 142.5 kWh.
- Periodo P2: 427.5 kWh.
- Periodo P3: 292.5 kWh.

Considerando el último precio pagado en factura por el término de energía, el gasto anual suma:

$$142.5 \text{ kWh} \times 0.159358 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 427.5 \text{ kWh} \times 0.122094 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + 292.5 \text{ kWh} \times 0.079228 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 98.08 \text{ €}$$

Los modelos de congelador considerados se recogen en la Tabla 47. Los precios marcados son con IVA incluido y se refieren a diferentes proveedores que permiten compra online y portes gratuitos.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

Marca	Modelo	Capacidad (l)	Clase climática	Consumo en 7 meses (kWh)	Precio (euros)	Precio medio (euros)	Vendedor (Ver Nota)
IARP	VIC440CCS	377 (348)	7 (43°C)	355	571,85	590,18	1
					657,03		2
					541,66		3
Eurofred	THG 8 S	437	-	630	521,28	506,43	1
					529		4
					469		5
Infrico	HF500TCG	426	(32°C)	847	551,28	595,13	6
					602,48		7
					631,62		8

Nota:

1	www.solocamarasfrigorificas.com	5	http://frioalcores.com
2	www.fricontrol.es	6	www.serhsequipments.com
3	http://expositorrefrigerado.com	7	www.maquinariahosteleria-online.com
4	www.ambiclimate.com	8	www.hosteleriaex.es

Tabla 47. Comparación arcones

Según la comparación de las características técnicas de cada equipo, la mejor elección en cuanto a ahorro energético recae sobre el modelo IARP.

El consumo anual de este congelador es de 355 kWh que se distribuye en 59 kWh en el periodo P1 (4 horas), 178 kWh en el periodo P2 (12 horas) y 118 kWh en el periodo P3 (8 horas).

El importe anual pagado para este consumo es de:

$$59kwh \times 0.159358 \frac{\epsilon}{kWh} + 178kWh \times 0.122094 \frac{\epsilon}{kWh} + 118kWh \times 0.079228 \frac{\epsilon}{kWh} = 40.48 \epsilon$$

El ahorro anual conseguido sería del 58.7% (57.6 euros/año).

Asimismo, se propone sustituir los dos expositores y el arcón congelador con una nueva nevera-expositor. El total de energía utilizada por estos equipos destinados a la venta de los productos es de 2317.2 kWh anuales (siete meses) distribuidos según los periodos de facturación:

- Periodo P1: 690 kWh.
- Periodo P2: 1463 kWh.
- Periodo P3: 165 kWh.

El gasto actual correspondiente a este consumo es de 301.65 euros.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

En la Tabla 48 se recogen los precios encontrados para la adquisición de una nevera-expositor dedicada a la venta de los productos, marca ISA.

Marca	Modelo	Consumo en 7 meses (kWh)	Precio (euros)	Precio medio (euros)	Vendedor (Ver Nota)
ISA	Isetta 12R	1777	3751,00	3419,80	1
			3289,81		2
			3218,60		3

Notas:

- 1 www.hosteleris.com/vitrina-heladeria-isetta-isa-eurofred.html
- 2 www.serhsequipments.com/checkout/cart/
- 3 www.viangos.es/vitrinasheladeria1.php

Tabla 48. Precios expositor

El consumo anual de este congelador es de 1777 kWh que se distribuye en 296 kWh en el periodo P1, 889 kWh en el periodo P2 y 592 kWh en el periodo P3.

El importe anual pagado para este consumo es de:

$$296kwh \times 0.159358 \frac{\epsilon}{kWh} + 889kWh \times 0.122094 \frac{\epsilon}{kWh} + 592kWh \times 0.079228 \frac{\epsilon}{kWh} = 202.61 \epsilon$$

El ahorro anual conseguido sería del 32.8% (99.04 euros/año).

La compra conjunta del congelador horizontal y del expositor suponen una inversión de 541.66 euros y 3218.60 euros, por un total de 3760.26 euros, si se consideran los precios más económicos encontrados en las tiendas online.

Utilizar estos equipos significa ahorrar anualmente un total de 156.64 euros en la factura eléctrica. El tiempo de retorno de esta inversión sería de:

$$PB = \frac{3760.26 \text{ euros}}{156.64 \text{ euros/año}} = 24 \text{ años}$$

Con un periodo de amortización de 24 años, un tiempo mucho mayor de los dos-cinco años recomendados, la inversión para el cambio de equipos no es rentable para el empresario, no obstante las evidentes ventajas energéticas y de eficiencia que se pueden conseguir.

La Comunidad Valenciana ofrece anualmente unas ayudas para incrementar la competitividad, la innovación y la calidad en las PYMEs. Las ayudas están dirigidas a los establecimientos comerciales para su modernización en varias materias, entre otras la "Exposición, almacenamiento y venta del producto" y el "Ahorro energético" [63].

El procedimiento para la solicitud de la ayuda explica que "Se considerará apoyable la adquisición de equipamiento para el establecimiento comercial en, al menos una de las materias, siempre que la inversión mínima apoyable no sea inferior a 2.000 euros". La solicitud está limitada a un importe máximo de 20000 euros.

Los nuevos equipos refrigeradores y la batería de condensadores suman una inversión superior a los 2000 euros y pertenecen a las categorías de acciones subvencionables mencionadas anteriormente. Con estas premisas es posible llevar a cabo la solicitud para la concesión de las ayudas que, en el caso de ser concedidas, permitirían la renovación de los equipos a coste cero y determinarían un ahorro energético y económico inmediato para el empresario.

8.3 Ahorro en la renovación de la iluminación

La última actuación propuesta en cuanto a la renovación de los equipos es la optimización de la iluminación de todos los locales. En la

Tabla 49 se calcula el ahorro y el tiempo de retorno de las inversiones propuestas para la sustitución de los diez halógenos instalados en el local de venta.

La determinación del ahorro económico de las medidas se efectúa considerando el precio de la energía en los periodos P1 y P2 pagados en la última factura considerada en este estudio (octubre 2014). Se tiene en cuenta, además, que la iluminación del local de venta se utiliza durante 12 horas diarias, de 9h a 21h.

Sustitución 10 halógenos - local de venta				
Propuesta	Precio (euros)	Ahorro (kWh/año)	Ahorro (euros/año)	Tiempo de retorno (meses)
20 Fluorescentes compactos [64]	113	2571	345,84	3,9
2 Halogenuros metálicos [65]	130,08	2798	376,37	4,1
2 Balastos [66]				

Tabla 49. Sustitución halógenos

El tiempo de retorno de ambas propuestas es de aproximadamente 4 meses. La elección entre las dos opciones recae sobre los halogenuros metálicos ya que su vida media es considerablemente mayor: 16000 horas para los halogenuros contra las 2000 horas de los fluorescentes compactos.

En la **Tabla 50** se detallan el ahorro y tiempo de retorno de la actualización de la iluminación del local de producción. Como se ha evidenciado anteriormente se consideran los precios de la energía pagados en octubre 2014 y una utilización de los tubos fluorescentes de cuatro horas durante el periodo P1 y cinco horas durante el periodo P2.

Sustitución 5 tubos fluorescentes + 5 balastos electromagnéticos local de producción				
Propuesta	Precio (euros)	Ahorro (kWh)	Ahorro (euros/año)	Tiempo de retorno (años)
5 Tubos fluorescentes Eco [67]	36	180	24,96	3,7
5 Balastos Electrónicos [68]	56			

Tabla 50. Sustitución tubos fluorescentes

En este caso el periodo de retorno es de 3.7 años, un tiempo mayor del necesitado para recuperar la inversión de los halogenuros metálicos pero que sigue siendo considerado rentable para el empresario.

Las bombillas a incandescencia del baño son utilizadas muy poco así que su cambio por unas fluorescentes compactas determina un ahorro anual de sólo 5 kWh. El coste de las nuevas bombillas no supera los diez euros mientras el ahorro anual obtenido es de sólo 0.61 euros. La inversión en este caso es reducida y no obstante no se obtenga un ahorro apreciable es recomendable efectuar el cambio.

La renovación de la iluminación del establecimiento en su conjunto consigue un ahorro de 401.94 euros/año con una inversión de 232.08 euros. En sólo siete meses (0.58 años) de actividad del establecimiento sería posible recuperar toda la inversión.

8.4 Ahorro en el suministro de la energía térmica

En cuanto a la utilización de energía térmica se ha planteado la sustitución de las bombonas de butano por el suministro de gas natural, contratando la tarifa regulada T2 con la compañía comercializadora Endesa.

Considerando el coste del alta del suministro el ahorro conseguido con la instalación de gas natural durante el primer año es de 150.15 euros, importe que se incrementa hasta 242.13 euros en los años siguientes.

Los ahorros calculados muestran claramente como la aplicación de esta medida se revela rentable para el empresario.

8.5 Rentabilidad de las medidas

En la **Tabla 51** se recogen los datos de inversión y ahorro derivados de la aplicación de todas las medidas analizadas.

Medida	Inversión (euros)	Ahorro (euros/año)	Tiempo de retorno (años)
Cambio factura eléctrica	0	1316	Inmediato
Contratación gas natural	0	242,13	Inmediato
Renovación equipos	3760,26	156,64	24,0
renovación iluminación	232,08	401,94	0,6
Instalación batería condensadores	647	0	-
Totales	4639,34	2116,71	
	Tiempo de retorno	2,2	

Tabla 51. Tiempos de retorno

Sin duda la inversión más importante está relacionada con la renovación de los equipos. Adoptar esta medida sin tener en cuenta las demás propuestas se revela una elección viable para el empresario sólo en el caso le sean asignadas las ayudas de la Comunidad Valenciana. De otra forma el empresario vería su inversión amortizada a los 24 años.

El escenario cambia si se decide aplicar las medidas en su conjunto. En este caso, el ahorro derivado permitiría conseguir un periodo de retorno satisfactorio y rentable (2,2 años), independientemente del aporte económico proporcionado por las ayudas.

8.7 Ahorro en emisiones

Como se ha explicado anteriormente en este estudio, el ahorro energético no implica solamente una ventaja económica para el empresario sino que contribuye a la reducción de las emisiones y a la salvaguardia del ambiente.

El Observatorio de la Electricidad de WWF publica mensualmente un boletín que ofrece información sobre las emisiones de CO₂, de gases contaminantes y residuos radioactivos generados para producir la electricidad que se consume [69].

El último boletín disponible es de diciembre del 2014 y facilita los factores de emisión atribuibles al suministro eléctrico [70]. Éstos representan las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo.

Para el cálculo de las emisiones a la atmósfera que se podrían evitar con la aplicación de las medidas se utilizan los siguientes factores:

- Dióxido de carbono (CO₂): 0.215 kg/kWh.
- Dióxido de azufre (SO₂): 0.493 g/kWh.
- Óxidos de nitrógeno (NO_x): 0.337 g/kWh.

La renovación de los equipos y de la iluminación produce un ahorro anual de 4025 kWh que se traducen en las siguientes emisiones evitadas:

- 865.38 kg/año de dióxido de carbono.
- 1.98 kg/año de dióxido de azufre.
- 1.36 kg/año de óxidos de nitrógeno.

El mismo boletín proporciona también los factores de emisión de la utilización de combustibles fósiles:

- Gas butano: 37.06 kg CO₂/bombona.
- Gas natural: 2.15 kg CO₂/m³.

El consumo anual actual es de 46 bombonas/año (correspondientes a 7291 kWh/año) que implican una emisión de 1704.76 kg CO₂/año.

Con la contratación del suministro de gas los 7291 kWh/año consumidos corresponderían a 684.6 m³/año de gas natural (el factor de conversión utilizado es 10,65 kWh por Nm³ de gas natural). Las emisiones correspondientes serían de 1471.89 kg CO₂/año.

El cambio de gas butano a gas natural implicaría un ahorro de 232.87 kg CO₂/año de emisiones.

9. Conclusiones

El estudio energético realizado en el establecimiento ha conseguido poner en evidencia la distribución de los consumos derivados de la utilización de las instalaciones, destacando los que más influyen sobre el gasto total de la energía que repercute el empresario.

En este estudio se han comprobado, basándose en mediciones reales, los datos medios de utilización de la energía eléctrica en locales comerciales especializados en alimentación de la Comunidad Valenciana y de España, siendo más del 50% del consumo total el debido a la utilización de equipos refrigeradores, al cual se añade un 30% por la iluminación de los locales.

Las medidas de ahorro energético propuestas están enfocadas a la mejora de la eficiencia de los equipos más consumidores de energía, como la renovación de los congeladores y de la tipología de iluminación utilizada.

Al mismo tiempo las medidas consiguen optimizar el factor económico relacionado con la utilización de la energía, adecuando los términos contractuales y las condiciones del suministro de la electricidad y de la energía térmica a las necesidades reales del establecimiento.

Aplicadas individualmente, algunas medidas, como la actualización de la factura eléctrica, no suponen ningún coste para el empresario que puede apreciar el beneficio de forma inmediata gracias al ahorro conseguido ya en la primera factura. Por otra parte alguna actuación, como la adquisición de unos nuevos refrigeradores, implica una inversión que puede ser inviable ya que, en este caso, tiene un tiempo de retorno de 24 años.

En este caso la aplicación conjunta de todas las medidas propuestas consigue obtener un tiempo total de retorno de la inversión de 2.2 años, un periodo considerado razonable y rentable para el empresario.

Los beneficios ambientales obtenidos con la reducción de la demanda energética del establecimiento son evidentes si se considera la reducción de la emisión de gases contaminantes relacionados a la atmosfera, que alcanza los 1098 kg/año en el caso del CO₂.

Los resultados del estudio confirman la eficacia real de la realización de los análisis energéticos en el contexto de las PYMEs, que permiten identificar las oportunidades de ahorro energético y económico.

Al mismo tiempo, se pone en evidencia la necesidad de fomentar la concienciación sobre el tema de la eficiencia energética y del ahorro, para conseguir la mejora global del entorno y conseguir una utilización más sostenible de los recursos energéticos.

Anexo. Fichas equipos

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Horchatera	
MARCA	n.d.	
MODELO	n.d.	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Contenedor cilíndrico para el enfriamiento y almacenaje de horchata. Fabricante y datos técnicos no disponibles.



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	95x50	cm	<i>Conexiones</i>	n.d.	V
<i>Capacidad</i>	60	l		n.d.	Hz
				n.d.	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	18:20 lunes		<i>Factor Potencia</i>	0,6	
<i>Fin medida</i>	18:20 martes		<i>Consumo</i>	0,86	kWh
<i>Potencia</i>	166,8	W	<i>Intensidad corriente</i>	1,29	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	219	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	24	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	5,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	5,01	h	<i>Tensión media requerida</i>	172	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Triturador	
MARCA	Dito Sama	
MODELO	K35	
ANTIGÜEDAD	n.d.	años

DESCRIPCIÓN

Cortadora/picadora/mezcladora de alimentos



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	24,7x40,7x30,3	cm	<i>Conexiones</i>	220-240	V
<i>Capacidad</i>	-	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		500	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d.	<i>Factor Potencia</i>	0,6	
<i>Fin medida</i>	n.d.		<i>Consumo</i>	0,08 kWh
<i>Potencia</i>	500	W		<i>Intensidad corriente</i>
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	220 V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	0,17	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	0,17	h/semana
<i>Tiempo funcionamiento</i>	0,17	h	<i>Tensión media requerida</i>	471	W

<http://tools.professional.electrolux.com/Mirror/Doc/MAD/DITO%20SAMA/Portuguese/BAB010.pdf>

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Ventilador	
MARCA	Taurus	
MODELO	Boreal 16M	
ANTIGÜEDAD	n.d.	años

DESCRIPCIÓN

Ventilador de pared



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	-	cm	<i>Conexiones</i>	220-230	V
<i>Capacidad</i>	-	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		60	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	12:36h jueves		<i>Factor Potencia</i>	1	
<i>Fin medida</i>	12:40h viernes		<i>Consumo</i>	0,28	kWh
<i>Potencia</i>	49,9	W	<i>Intensidad corriente</i>	0,21	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	228	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	24,07	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	5,7	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	5,72	h	<i>Tensión media requerida</i>	49	W

Manual

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Exprimidor	
MARCA	Lomi	
MODELO	5A	
ANTIGÜEDAD	n.d	años

DESCRIPCIÓN

Exprimidor de cítricos



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	24x18,3x42	cm	<i>Conexiones</i>	230	V
<i>Capacidad</i>	-	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	1,9	A		220	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d.	<i>Factor Potencia</i>	0,5	
<i>Fin medida</i>	n.d.		<i>Consumo</i>	0,06
<i>Potencia</i>	220	<i>Intensidad corriente</i>	1,9	A
<i>Frecuencia</i>	50	<i>Tensión</i>		V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	0,25	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento</i>	0,5	h/semana
<i>Tiempo funcionamiento</i>	0,25	h		<i>Tensión media requerida</i>	240

www.lomi.es/exprimidor.php

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Robot de cocina	
MARCA	Thermomix Vorwerk	
MODELO	TM 3300	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Robot de cocina que permite pesar, mezclar, picar, moler, triturar, amasar, cocer a vapor, cocinar, batir, calentar, remover y emulsionar.



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	-	cm	<i>Conexiones</i>	220	V
<i>Capacidad</i>	1,5	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		1450	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d.	<i>Factor Potencia</i>	0,9
<i>Fin medida</i>	n.d	<i>Consumo</i>	0,73 kWh
<i>Potencia</i>	1450 W	<i>Intensidad corriente</i>	6,65 A
<i>Frecuencia</i>	50 Hz	<i>Tensión</i>	218 V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	0,5	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	0,2	h/semana
<i>Tiempo funcionamiento</i>	0,5	h	<i>Tensión media requerida</i>	1460	W

www.thermomixcanada.com/history-of-thermomix.html

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Arcón (interior derecha)	
MARCA	n.d	
MODELO	n.d	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Congelador tipo arcón de puerta ciega corredera



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	73x57,5x93	cm	<i>Conexiones</i>	n.d.	V
<i>Capacidad</i>	-	l		n.d.	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		n.d.	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	12:42h martes		<i>Factor Potencia</i>	0,51	
<i>Fin medida</i>	12:28h jueves		<i>Consumo</i>	3,68	kWh
<i>Potencia</i>	125	W	<i>Intensidad corriente</i>	1,07	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	227	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	47,78	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	15,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	29,86	h	<i>Tensión media requerida</i>	123	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Arcón (interior izquierda)	
MARCA	Vedereca	
MODELO	XXX	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Congelador tipo arcón de puerta ciega corredera



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	80x55,5x80	cm	<i>Conexiones</i>	n.d.	V
<i>Capacidad</i>	-	l		n.d.	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		n.d.	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	11:53		<i>Factor Potencia</i>	0,67	
<i>Fin medida</i>	12:40		<i>Consumo</i>	2,27	kWh
<i>Potencia</i>	146,3	W	<i>Intensidad corriente</i>	0,95	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	226	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	24,78	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	15,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	15,49	h	<i>Tensión media requerida</i>	147	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Arcón (granizados)	
MARCA	XXX	
MODELO	XXX	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Congelador tipo arcón de puerta ciega corredera



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	80x55,5x80	cm	<i>Conexiones</i>	n.d.	V
<i>Capacidad</i>	-	l		n.d.	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		n.d.	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	10:58 sábado		<i>Factor Potencia</i>	0,5	
<i>Fin medida</i>	11:55 martes		<i>Consumo</i>	7,06	kWh
<i>Potencia</i>	156	W	<i>Intensidad corriente</i>	1,37	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	227	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	72,9	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	14,9	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	45,3	h	<i>Tensión media requerida</i>	156	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Arcón (entrada)	
MARCA	XXX	
MODELO	XXX	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Congelador tipo arcón de puerta ciega corredera



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	80x55,5x80	cm	<i>Conexiones</i>	n.d.	V
<i>Capacidad</i>	-	l		n.d.	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		n.d.	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	12:53 viernes		<i>Factor Potencia</i>	0,5	
<i>Fin medida</i>	11:48 lunes		<i>Consumo</i>	7,06	kWh
<i>Potencia</i>	164	W	<i>Intensidad corriente</i>	1,44	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	227	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	70,92	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	14,6	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	43,15	h	<i>Tensión media requerida</i>	164	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Horno	
MARCA	DeLonghi	
MODELO	Sfornatutto mini EO12562 MODELO SIMILAR	
ANTIGÜEDAD	n.d	años

DESCRIPCIÓN

Horno eléctrico



FICHA TÉCNICA MODELO SIMILAR

<i>Dimensiones</i>	48x37x24	cm	<i>Conexiones</i>	220/240	V
<i>Capacidad</i>	14	l		50/60	Hz
				1400	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	11:42h miércoles 10/09	<i>Factor Potencia</i>	0,7	
<i>Fin medida</i>	18:05h lunes 29/09	<i>Consumo</i>	1,23	kWh
<i>Potencia</i>	984 W	<i>Intensidad corriente</i>	6,25	A
<i>Frecuencia</i>	50 Hz	<i>Tensión</i>	225	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	462,38	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	0,1	h/semana
<i>Tiempo funcionamiento</i>	1,25	h	<i>Tensión media requerida</i>	984	W

www.delonghi.com/it-it/prodotti/cucina/piccoli-elettrodomestici/forni-elettrici/eo-1490w

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Cafetera	
MARCA	Bravilor/Bonamat	
MODELO	Novo 2	
ANTIGÜEDAD	n.d	años

DESCRIPCIÓN

Máquina de café instantáneo con filtro. Se repone manualmente, no necesita toma de agua.



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	21,4x39,1x42,4	cm
<i>Capacidad</i>	18	l/h

<i>Conexiones</i>	230	V
	50/60	Hz
	2130	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	18:43h lunes 01/09	
<i>Fin medida</i>	11:38h miércoles 10/09	
<i>Potencia</i>	276	W
<i>Frecuencia</i>	50	Hz

<i>Factor Potencia</i>	0,6	
<i>Consumo</i>	1,33	kWh
<i>Intensidad corriente</i>	2,08	A
<i>Tensión</i>	221	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	208,92	h
<i>Tiempo funcionamiento</i>	4,82	h

<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	n.d	h/día
<i>Tensión media requerida</i>	276	W

www.bravilor.com/en-IN/product/novo/208

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Caja registradora	
MARCA	Omron	
MODELO	RS28MF	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Caja registradora



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	-	cm	<i>Conexiones</i>	n.d	V
<i>Capacidad</i>	-	l		n.d	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		n.d	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	12h 44min jueves		<i>Factor Potencia</i>	0,53	
<i>Fin medida</i>	18h 42min sábado		<i>Consumo</i>	0,24	kWh
<i>Potencia</i>	9,5	W	<i>Intensidad corriente</i>	0,08	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	230	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	53,97	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	11,4	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	25,67	h	<i>Tensión media requerida</i>	9	W

<http://es.scribd.com/doc/137863288/Manual2810-Deam>

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Nevera armario expositor	
MARCA	Eurofred	
MODELO	Estante BFS 9	
ANTIGÜEDAD	n.d	años

DESCRIPCIÓN

Nevera armario sobre mostrador para la exposición de botellas y latas



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	50X55X85	cm	<i>Conexiones</i>	220	V
<i>Capacidad</i>	n.d	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		230	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	12h 42min viernes	<i>Factor Potencia</i>	0,64	
<i>Fin medida</i>	12h 43min jueves	<i>Consumo</i>	5,79	kWh
<i>Potencia</i>	100 W	<i>Intensidad corriente</i>	0,22	A
<i>Frecuencia</i>	50 Hz	<i>Tensión</i>	230	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	143,98	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	9,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	53,99	h	<i>Tensión media requerida</i>	107	W

www.eurofred.com/Catalogos/Catalogo_Horeco_2014_spp/#158/z

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Montadora de nata	
MARCA	Carpigiani	
MODELO	Jetwit Push	
ANTIGÜEDAD	n.d	años

DESCRIPCIÓN

Montadora de nata para heladería, aumenta el volumen de la nata al 200%



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	46x42x50	cm	<i>Conexiones</i>	230	V
<i>Capacidad</i>	6	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	3	A		330	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d		<i>Factor Potencia</i>	0,5	
<i>Fin medida</i>	n.d		<i>Consumo</i>	0,08	kWh
<i>Potencia</i>	0,15	W	<i>Intensidad corriente</i>	1,25	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	220	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	0,5	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	n.d	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	0,5	h	<i>Tensión media requerida</i>	160	W

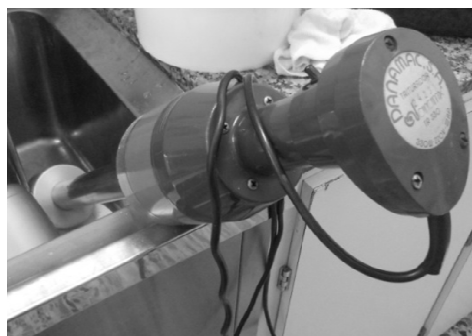
www.multiserviciosvalles.com/maquinaria-auxiliar/otros/montadora-de-nata-para-helados-carpigiani-jetwit.html

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Triturador/batidora	
MARCA	Danamac S.A.	
MODELO	Vonomix TR330	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Trituradora y batidora de brazo profesional



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	n.d	cm	<i>Conexiones</i>	220	V
<i>Capacidad</i>	-	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		330	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d		<i>Factor Potencia</i>	0,7	
<i>Fin medida</i>	n.d		<i>Consumo</i>	0,03	kWh
<i>Potencia</i>	0,33	W	<i>Intensidad corriente</i>	2,14	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	220	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	0,08	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	n.d	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	0,08	h	<i>Tensión media requerida</i>	375	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Expositor helados	
MARCA	n.d.	
MODELO	n.d.	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Vitrina expositora de helados



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	n.d	cm	<i>Conexiones</i>	n.d	V
<i>Capacidad</i>	n.d	l		n.d	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		n.d	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	martes 11:57		<i>Factor Potencia</i>	0,7	
<i>Fin medida</i>	miercoles 12:01		<i>Consumo</i>	4,32	kWh
<i>Potencia</i>	360	W	<i>Intensidad corriente</i>	2,25	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	229	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	24,07	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	12,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	12,0	h	<i>Tensión media requerida</i>	359	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Congelador industrial	
MARCA	IARP	
MODELO	AB700N	
ANTIGÜEDAD	4	años

DESCRIPCIÓN

Armario congelador industrial vertical.
Clase Climática 4



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	670x871x1969	cm	<i>Conexiones</i>	n.d	V
<i>Capacidad</i>	598	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		320,8	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	18h 28min lunes		<i>Factor Potencia</i>	0,6	
<i>Fin medida</i>	18h 40min lunes siguiente		<i>Consumo</i>	51,77	kWh
<i>Potencia</i>	376	W	<i>Intensidad corriente</i>	3,56	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	224	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	167,08	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	20,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	139,23	h	<i>Tensión media requerida</i>	372	W

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Congelador industrial	
MARCA	Vedereca	
MODELO	XXX	
ANTIGÜEDAD	30	años

DESCRIPCIÓN

Armario congelador industrial vertical



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	n.d	cm	<i>Conexiones</i>	n.d	V
<i>Capacidad</i>	n.d	l		n.d	Hz
<i>Amperios</i>	n.d	A		n.d	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	18h 44min sábado		<i>Factor Potencia</i>	0,68	
<i>Fin medida</i>	18h 26min lunes		<i>Consumo</i>	20,58	kWh
<i>Potencia</i>	514	W	<i>Intensidad corriente</i>	3,95	A
<i>Frecuencia</i>	50	Hz	<i>Tensión</i>	221	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	47,8	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	20,0	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	39,8	h	<i>Tensión media requerida</i>	517	W

Referencia: n.d.

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Mantecedora
MARCA	Carpigiani
MODELO	Labo 20/30
ANTIGÜEDAD	n.d. años

DESCRIPCIÓN

Máquina para la producción de helado



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	50x65x140	cm	<i>Conexiones</i>	3x220	V
<i>Capacidad</i>	28/40	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	10,7	A		2000	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d.	<i>Factor Potencia</i>	n.d.	
<i>Fin medida</i>	n.d.		<i>Consumo</i>	n.d. kWh
<i>Potencia</i>	n.d.	W	<i>Intensidad corriente</i>	n.d. A
<i>Frecuencia</i>	n.d.	Hz	<i>Tensión</i>	n.d. V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	n.d.	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	n.d.	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	n.d.	h	<i>Tensión media requerida</i>	n.d.	W

www.carpigiani.com/binary_files/prodotti/LABO_XPL_EN_37747.pdf

FICHA EQUIPO

EQUIPO	Pasteurizadora	
MARCA	Mark	
MODELO	Mix Matic 55	
ANTIGÜEDAD	n.d.	años

DESCRIPCIÓN

Máquina para proceso de pasteurización controlada



FICHA TÉCNICA

<i>Dimensiones</i>	62x89x108	cm	<i>Conexiones</i>	220/380	V
<i>Capacidad</i>	55	l		50	Hz
<i>Amperios</i>	n.d.	A		6750	W

MEDICIONES

<i>Inicio medida</i>	n.d.		<i>Factor Potencia</i>	n.d.	
<i>Fin medida</i>	n.d.		<i>Consumo</i>	n.d.	kWh
<i>Potencia</i>	n.d.	W	<i>Intensidad corriente</i>	n.d.	A
<i>Frecuencia</i>	n.d.	Hz	<i>Tensión</i>	n.d.	V

PARÁMETROS

<i>Tiempo medida</i>	n.d.	h	<i>Tiempo medio de funcionamiento diario</i>	n.d.	h/día
<i>Tiempo funcionamiento</i>	n.d.	h	<i>Tensión media requerida</i>	n.d.	W

www.mark-italy.eu/brouchure/mixmatic_2006.01.pdf

BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

- [1] AVEN, Agencia Valenciana de la Energía. "Plan de ahorro y eficiencia energética. Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana". <http://energia.ivace.es/attachments/guia_locales.pdf>. [Consulta: 20 de noviembre del 2014].

CAPÍTULO 2

- [2] *L'overrun nella preparazione del gelato artigianale*. <www.ilgelatoartigianale.info/SEI_UN_GELATIERE/COME_SI_PREPARA_IL_GELATO/L_OVERRUN_NELLA_PREPARAZIONE_DEL_GELATO_ARTIGIANALE.KL>. [Consulta: 25 de octubre de 2014].

- [3] Cresco Italia. <www.cresco.it/pdf/manuale_gelato_artigianale.pdf>. [Consulta: 25 de octubre de 2014].

CAPÍTULO 3

- [4] Gobierno de España, Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. *Portal de la Dirección General del Catastro*.

<www1.sedecatastro.gob.es/OVCFrames.aspx?TIPO=CONSULTA>. [Consulta: 22 de diciembre de 2014].

- [5] Imagen recuperada de: Gelatomyway.com. <www.gelatomyway.com/en/news/>. [Consulta: 15 de diciembre de 2014].

- [6] Imagen recuperada de: Kijiji. <www.kijiji.it/annunci/altre-attrezzature/bari-annunci-modugno/pastorizzatore-mark/61720695>. [Consulta: 15 de diciembre de 2014].

- [7] Imagen recuperada de: La credenza di Merlino. <www.lacredenzadimerlino.it/>. [Consulta: 16 de diciembre de 2014].

- [8] Imagen recuperada de: Bakeca.it. <<http://padova.bakeca.it/bar-ristorazione/addetta-vendita-e-produzione-q36a99302731>>. [Consulta: 16 de diciembre de 2014].

CAPÍTULO 4

- [9] Gobierno de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo. *Gases Licuados del Petróleo (GLP)*. <www.minetur.gob.es/energia/glp/Paginas/Index.aspx>. [Consulta: 20 de noviembre del 2014].

CAPÍTULO 5

- [10] España, Artículo 9.1.2a).2 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. BOE núm. 268, de 8 de noviembre de 2001, páginas 40618 a 40629.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- [11] España, Artículo 3.2 del Anexo II de la Orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007. BOE núm. 234, de 29 de septiembre de 2007, páginas 39690 a 39698.

- [12] Endesa SA. <www.endesaonline.es>. [Consulta: 27 de enero de 2015].

- [13] España. Artículo 9.3 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. BOE núm. 268, de 8 de noviembre de 2001, páginas 40618 a 40629.

- [14] Soygasolinero. "Precio bombona butano y propano noviembre 2014". <www.soygasolinero.com/2014/11/precio-bombona-butano-y-propano-noviembre-2014/>. [Consulta: 20 de enero de 2015].

CAPÍTULO 6

- [15] RTR Energía (2012), "Compensación de energía reactiva". <www.rtrenergia.es/downloads/reactiva_2012.pdf>. [Consulta: 10 de febrero de 2015].

- [16] Organización de Consumidores y Usuarios OCU (2012). "¿Qué clase de frigorífico necesitas?". <www.ocu.org/electrodomesticos/frigorificos/noticias/que-clase-de-frigorifico-necesitas>. [Consulta: 10 de febrero de 2015].

- [17]] Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. AEMET-Agencia Estatal de Meteorología. <www.aemet.es/es/portada>. [Consulta: 10 de febrero de 2015].

- [18] AVEN, Agencia Valenciana de la Energía. "Plan de ahorro y eficiencia energética. Guía de ahorro y eficiencia energética en locales comerciales de la Comunidad Valenciana". <http://energia.ivace.es/attachments/guia_locales.pdf>. [Consulta: 15 de octubre del 2014].

- [19] Ente Regional de la Energía de Castilla y León - EREN (2006). "Cuaderno Uso Racional de la Energía en Comercios. Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de Castilla y León 2002-2007". <www.gobiernodecanarias.org/energia/doc/eficienciaenergetica/guias/Us0Racional%20Energia%20en%20Comercios%20%28Junta%20de%20Castilla%20y%20Leon%29.pdf>. [Consulta: 15 de octubre de 2014].

- [20] Confederación Empresarial de Comercio de Andalucía - CECA. "Guía para el ahorro y la eficiencia energética en establecimientos comerciales en la Comunidad de Andalucía". <www.asociacionesenred.com/files/991f32182b2c8a160500ae47733b9ff1.pdf>. [Consulta: 15 de octubre de 2014].

- [21] Confederació de Comerç de Catalunya (2008), "Caracterització del consum energètic en els establiments del sector de PYMEs de comerç i serveis de Catalunya". <www.confecom.cat/wp-content/uploads/2011/09/Estudi_consum_energetic_2008.pdf>. [Consulta: 05 de febrero de 2015].

CAPÍTULO 7

- [22] España. Artículo 5.3 del Real Decreto 216/2014, de 28 de marzo, por el que se establece la metodología de cálculo de los precios voluntarios para el pequeño consumidor de energía eléctrica y su régimen jurídico de contratación. BOE núm. 77, de 29 de marzo de 2014, páginas 27397 a 27428.

- [23] España. Resolución de 14 de marzo de 2006, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establece la tabla de potencias normalizadas para todos los suministros en baja tensión. BOE núm. 74, de 28 de marzo de 2006, páginas 12095 a 12096.

- [24] España. Artículo 9.1.2.a).1 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, por el que se establecen tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica y Disposición adicional quinta de la Orden ITC/1723/2009, de 26 de junio, por la que se revisan los peajes de acceso a partir de 1 de julio de 2009 y las tarifas y primas de determinadas instalaciones de régimen especial. BOE núm. 156, de 29 de junio de 2009, páginas 53812 a 53821.

- [25] Som Energia. < www.somenergia.coop/es/tarifas-de-electricidad/#tarifa2>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [26] Gas Natural Fenosa. < www.gasnaturalfenosa.es/es/empresas/electricidad+gas+servicios/planes+de+electricidad+y+gas/1285340648654/plan+negocio+ahorro.html>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [27] Endesa SA. < www.endesaonline.com/es/empresas/luz/tarifas_electricas_empresas_baja_tension/decidedh/luz/index.asp >. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [28] Nexus energía. < <http://nexusenergia.cloudapp.net/es-es/empresa/luz/luz-15-tarifas/peninsula.html>>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [29] Iberdrola. < www.iberdrola.es/clientes/autonomos/electricidad/mas-10kw/conecta-electricidad-plus>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [30] Holaluz.com. < www.holaluz.com/es/tarifas-electricas/negocio-clasico/21dha#s2a>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [31] EDP. <www.edpenergia.es/es/negocios/gas-y-electricidad/precios/>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [32] España. Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico. BOE núm. 306, de 23 de diciembre de 2005, páginas 41897 a 41916.

- [33] Iberdrola.
<https://www.iberdrola.es/02sica/gc/prod/es_ES/hogares/docs/Triptico_tarifas2015.pdf>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

- [34] RTR Energía (2012), "Compensación de energía reactiva".
<www.rtrenergia.es/downloads/reactiva_2012.pdf>. [Consulta: 12 de febrero de 2015].

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- [35] Shneider electric (Catálogo 2013). "Compensación de Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos. Energy Efficiency, Immediate Saving".
<<http://www.diselec.es/catalogos/Schneider/Compensacion%20energia%20reactiva.pdf>>. [Consulta: 18 de febrero de 2015].
- [36] Shneider electric. <http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo02_1907.pdf#page=1>. [Consulta: 18 de febrero de 2015].
- [37] Cydesa (2014). "Lista de precios - Manual técnico de Cydesa", página 45.
<www.cydesa.com/download/cydesa_2014_lp.pdf>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [38] Siemens. "Baterías de condensadores. Corrección del factor de potencia".
<https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/ic/mv1v/low_voltage/Baterias_condensadores/Documents/Catalogo_PFC_Baterias_Condesadores_BT_LV%20Oct09.pdf>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [39] Comatel, S.L. <<http://comatel.net/content/3/siemens-es24ry0007-2np40-es24ry0007-2np40>>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [40] Circuitur. "Compensación de Energía Reactiva y Filtrado de Armónicos, Baterías automáticas de condensadores". <http://circuitur.com/docs/CA_R3_SP.pdf>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [41] Muntaner Electro Group. <www.muntanerelectro.com/wp-content/uploads/2014/03/40distribucion-SP_LR.pdf>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [42] Unión europea. Punto 1, cuadro 3, anexo VIII, del REGLAMENTO DELEGADO (UE) No 1060/2010 DE LA COMISIÓN de 28 de septiembre de 2010 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de los aparatos de refrigeración domésticos. Diario Oficial de la Unión europea L314, 30 de noviembre de 2010, páginas 17-46.
- [43] Sólo Cámaras Frigoríficas. <www.solocamarasfrigorificas.com/v1/index.php?page=shop.getfile&file_id=2299&product_id=2071&option=com_virtuemart&Itemid=1>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [44] Eurofred. <www.eurofred.com/Catalogos/Catalogo_Horeco_2014_spp/#52/z>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [45] Infrico. <<http://www.canfred.com/logos/CATALOGOS/INFRICOMAquinaria.pdf>>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [46] Isa. <www.isaitaly.com/it/refrigerazione/vetrine-gelato/promozionali/isetta>. [Consulta: 20 de febrero de 2015].
- [47] Ente Regional de la Energía de Castilla y León - EREN (2006). "Cuaderno Uso Racional de la Energía en Comercios. Plan de Ahorro y Eficiencia Energética de Castilla y León 2002-2007".
<www.gobiernodecanarias.org/energia/doc/eficienciaenergetica/guias/Uso%20Racional%20Ene>

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- rgia%20en%20Comercios%20%28Junta%20de%20Castilla%20y%20Leon%29.pdf>.
[Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [48] Philips. <www.philips.es/c-p/8727900920901/ecohalo-lampara-linear-halogena/caracteristicastecnicas>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [49] Energy Star. <www.energystar.gov/products/certified-products/detail/light-bulbs>.
[Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [50] Osram. <http://www.osram.es/osram_es/productos/lamparas/lamparas-fluorescentes-compactas/osram-dulux-t/osram-dulux-te-plus/index.jsp>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [51] Wikipedia. <http://en.wikipedia.org/wiki/Metal-halide_lamp>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [52] Elt. <www.elt.es/productos/pdf/301010000.pdf>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [53] Philips. <www.ecat.lighting.philips.es/l/lamparas-profesionales/lamp.-de-descarga-compactas/mastercolour-cdm/mastercolour-cdm-td/928084805133_eu/>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [54] CELMA, Federación de Asociaciones de Fabricantes Nacionales de Luminarias y de Componentes Electrotécnicos para Luminarias en la Unión Europea. "Manual para la aplicación de la Directiva 2000/55/EC sobre los requisitos de eficiencia energética de las reactancias y balastos para iluminación fluorescente". <www.lighting-a-greener-future.com/pdf/es/manual_eficiencia_energetica_balastos_con_las_lamp_fluorescentes.pdf>.
[Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [55] Philips. <www.ecat.lighting.philips.es/l/lamparas-profesionales/lamparas-fluorescentes/tl-d/master-tl-d-eco/927921184023_eu/>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [56] Julián Alcolea, S. (2011). "Philips, sense and simplicity, Eficiencia energética en la iluminación " en Jornada Eficiencia Energética en la Industria. Disponible en <<http://www.fenercom.com/pages/pdf/informacion/ponencias/Eficiencia-energetica-en-iluminacion-industrial-PHILIPS-JornadaIndustria2011.pdf>>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [57] Elt. <www.construnario.com/presto/595/1/156/156.pdf>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [58] España. Resolución de 26 de diciembre de 2014, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se publica la tarifa de último recurso de gas natural. BOE núm. 313, de 31 de diciembre de 2013, páginas 107067 a 107069.
 - [59] Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. *Comparador de ofertas de energía*. <<http://comparadorofertasenergia.cnmc.es/comparador/index.cfm?js=1&e=N>>.
[Consulta: 22 de febrero de 2015].
 - [60] España. Orden IET/2445/2014, de 19 de diciembre, por la que se establecen los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas y la retribución de las actividades reguladas. BOE núm. 312, del 26 de diciembre de 2014, páginas de 105505 a 105521.

Trabajo Final de Máster realizado por Emanuela Seppi: Estudio energético y propuestas de mejora en un establecimiento de producción y venta de productos refrigerados

- [61] Tarifasgasluz. <<http://tarifasgasluz.com/faq/dar-alta-gas-endesa>>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [62] Ministerio de Industria, Turismo y comercio, "Comercio es Ahorro Energético, Guía práctica de ahorro energético dirigida al comerciante". <<http://www.comercio.gob.es/es-ES/comercio-interior/Guias-de-Ayuda-al-Comercio/PDF/Guiadelaenergia.pdf>>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].

CAPÍTULO 8

- [63] Portal de la Generalitat Valenciana. "Ayudas COMERÇ INNOVA a la pyme comercial para el ejercicio 2015. Comercio". <http://www.gva.es/es/inicio/procedimientos?id_proc=2921>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [64] Google shopping. <www.google.es/search?q=DULUX+T/E+PLUS+18+W/840+de+Osram&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=bYXtVKWuI4GrUsfpgOAJ#q=DULUX+T/E+PLUS+18+W/840+de+Osram&tbm=shop&spd=0>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [65] Google shopping. <www.google.es/search?q=DULUX+T/E+PLUS+18+W/840+de+Osram&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=bYXtVKWuI4GrUsfpgOAJ#tbm=shop&q=CDM-TD+150w%2F942+de+Philips>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [66] Rovia, Suministros eléctricos. <www.rovia.es/es/product/balastos-electronicos-para-lamparas-de-halogenuros-metalicos>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [67] Google shopping. <www.google.es/search?q=MASTER+TL-D+Eco+32W/840+1SL&ie=utf-8&oe=utf-8&gws_rd=cr&ei=u7ntVMzIDMbKUpvDgugC#q=MASTER+TL-D+Eco+32W/840+1SL&tbm=shop&spd=0>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [68] Rovia, Suministros eléctricos. <www.rovia.es/es/product/balastos-electronicos-para-lamparas-fluorescentes-t8>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [69] WWF, Observatorio de la electricidad. *Un seguimiento de nuestro consumo eléctrico*. <http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/nuestras_soluciones/energias_renovables/observatorio_de_la_electricidad/>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].
- [70] WWF. "Observatorio de la electricidad diciembre 2014". <http://awsassets.wwf.es/downloads/oe_dic_2014_final.pdf>. [Consulta: 22 de febrero de 2015].