

RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL ALMACENAMIENTO EN FRÍO

Con motivo de la **2nd IIR International Conference on Sustainability and the Cold Chain**, celebrada en París (Francia) el pasado año 2013, organizado por el **International Institute of Refrigeration (IIR/IIF)**, y realizado por las **Comisiones C2, D1 y D2** y en el que **Evans, J.A.** (de Faculty of Engineering, Science and the Built Environment, London South Bank University, -Bristol-), **Huet, J.-M.** y **Reinholdt, L.** (Danish Teknologisk Institut, Alemania), **Fikiin, K.** (Technical University of Sofia, Bulgaria), **Zilio, C.** (University of Padova - Dept. of Industrial Engineering, Italia), **Houska, M.** y **Landfeld, A.** (Food Research Institute Prague, Rep. Checa), **Bond, C.** (Carbon Data Resources Ltd, UK), **Scheurs, M.** (Catholic University College Limburg, Bélgica) y **van Sambeek, T.W.M.** (Cold Chain Experts in ColdstoreExpertiseCenter, Holanda), presentaron su estudio "**COLD STORE ENERGY PERFORMANCE**"

RESUMEN

Los datos sobre el rendimiento de las cámaras frigoríficas se recogieron como parte de una encuesta de evaluación comparativa. Los resultados demostraron la gran variabilidad en el rendimiento de las cámaras frigoríficas. Se halló que el volumen de la cámara frigorífica es el que tiene la mayor relación con el uso de energía, no teniendo los otros factores recogidos un impacto significativo en el uso de esta. El trabajo puede ser utilizado como una base inicial para desarrollar puntos de referencia para las cámaras frigoríficas y para comparar el rendimiento energético.

1 INTRODUCCIÓN

Se cree que la cadena de frío es responsable de aproximadamente el 2,5% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) a través de efectos directos e indirectos (consumo de energía). Los estudios han demostrado que la fuga de refrigerantes puede ser mayor del 17% en una planta industrial (*Clodic y Palandre 2004*). La energía de refrigeración consumida en la cadena alimentaria no se ha cuantificado con exactitud debido a la falta de datos sobre el consumo de energía y del rendimiento del proceso en la mayoría de los sectores (*Swain, 2006*). Las cifras globales indicarían que excluyendo la refrigeración doméstica, aproximadamente el 50% de la energía está asociada con la refrigeración comercial y minorista y el otro 50% con la refrigeración, congelación y almacenamiento (Programa de Transformación del Mercado).

Las cámaras frigoríficas consumen cantidades considerables de energía. Dentro de las instalaciones de almacenamiento en frío el 60-70% de la energía eléctrica utilizada es para la

refrigeración. Por lo tanto, los usuarios de las cámaras frigoríficas tienen un incentivo importante para reducir el consumo energético. En Europa hay 60-70 millones de metros cúbicos de cámaras frigoríficas para los alimentos. En 2002, el IIR calculó que las cámaras frigoríficas utilizaban entre 30 y 50 kWh/m³/año (*Duiven y Binard, 2002*). Los estudios anteriores llevados a cabo en un pequeño número de cámaras frigoríficas han demostrado que el consumo de energía, a menudo, puede superar radicalmente esta cifra, siendo esta el doble como mínimo (*Evans y Gigiel, 2007, 2010*). Estos estudios también demostraron que se podía alcanzar un ahorro energético del 30-40% mediante la optimización del uso de los almacenes, la reparación de los equipos actuales y mediante la adaptación de los equipos a una eficiencia energética. Sin embargo, los operarios de las cámaras frigoríficas, a menudo, son reacios a instalar nuevos equipos sin suficiente información sobre los ahorros que podrían conseguirse.

Existen pocos estudios publicados que comparan el rendimiento de más de dos cámaras frigoríficas. El estudio reciente más completo se llevó a cabo en Nueva Zelanda por *Werner et al (2006)*, que comparó el rendimiento de 34 cámaras frigoríficas. Este estudio demostró que había una gran variación en la energía consumida por las cámaras frigoríficas y que podría lograrse un ahorro de entre el 15 y el 26% mediante la aplicación de tecnologías de mejores prácticas.

Nunca ha sido comparado detalladamente el rendimiento de las cámaras frigoríficas en Europa y existe poca información para comparar sus resultados con otras cámaras frigoríficas de todo el mundo. Con los objetivos del gobierno de reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, la necesidad de comparar y entender las posi-

bles reducciones de energía y de gases de efecto invernadero es de gran interés para los usuarios finales. Para permitir a estos usuarios mejorar el rendimiento de sus cámaras frigoríficas, se ha desarrollado, con ocho socios de toda Europa, un proyecto denominado “*Mejora del almacenamiento en frío en Europa*” (ICE-E). El objetivo inicial del proyecto es recoger datos para comparar el rendimiento de los almacenes frigoríficos en Europa.

Como parte del *proyecto ICE-E*, se han desarrollado dos estudios basados en Internet y se recogieron datos para determinar el uso de la energía en distintos tipos de tamaños y configuraciones de cámaras frigoríficas. Los resultados de estos estudios se presentan en este informe y los datos analizados para determinar si existían factores comunes que afectan al rendimiento de las cámaras frigoríficas.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Detalles de la herramienta de la encuesta

2.1.1 Desarrollo de la herramienta de la encuesta

La encuesta fue realizada utilizando la aplicación web NET. El desarrollo se llevó a cabo con Microsoft Visual Studio utilizando *c#* (c sharp) que utilizaba NET Framework 4.0. Los datos se guardaron en una base de datos de Microsoft SQL. Inicialmente, el estudio fue aprobado en un número seleccionado de operadores de cámaras frigoríficas para asegurar que las preguntas eran adecuadas y relevantes. A continuación se hicieron mejoras basadas en los comentarios de los mismos operadores.

La encuesta permitía a los participantes registrar inicialmente sus detalles y a continuación meter datos sobre tantos sistemas de refrigeración como quisieran. Estaba configurado para recoger información de cada sistema de refrigeración que pudiera suministrar a una o a varias cámaras frigoríficas. La encuesta estaba diseñada para que fuera fácil cumplimentarla, con la intención de que al operador de la Cámara frigorífica le llevaría menos de 20 minutos completar el formulario. El documento de la encuesta final consistía de cinco páginas que recogían información básica, información sobre el sistema de refrigeración, sobre los alimentos almacenados, la instalación y los equipos de refrigeración en dicha instalación.

Durante el proceso de recogida de datos inicial, los operadores de las cámaras frigoríficas podrían estar seguros de que los datos eran anónimos y podían también registrarse para participar en una auditoría energética detallada de sus instalaciones. Las auditorías detalladas fueron seleccionadas para cubrir localizaciones diferentes, tamaños, tipos y usos. Los datos de esas auditorías se utilizaron en estudios posteriores, en la verificación de los modelos matemáticos y en los “estu-

dios de caso” para mostrar donde podrían conseguirse mejoras.

2.1.2 Datos recogidos

Los parámetros recogidos de la encuesta se muestran en la *Tabla 1*. En todos los casos se les preguntó a los usuarios que valorarán la exactitud de los datos que presentaron. Los datos recogidos se conservaron en un servidor donde los usuarios podrían añadir datos suplementarios más tarde.

2.1.3 Análisis comparativo

Una vez que los usuarios habían metido los datos podían a continuación comparar el rendimiento de su cámara a través de un análisis comparativo automático. Esto les permitía comparar la energía utilizada por su sistema de almacenamiento en frío con sistemas de un tamaño similar y el rendimiento del producto. Además, los usuarios podrían comparar la configuración de las temperaturas, el tipo de alimentos, la utilización del espacio y el tipo de refrigerante, con otros encuestados. En todas las comparaciones el usuario tuvo la habilidad de definir el intervalo en el que se efectuaron las comparaciones.

2.2 Herramienta de la encuesta exprés

Como respuesta a algunas solicitudes de los usuarios finales, en el sentido de disponer de un medio más rápido y simple para comparar sus cámaras, se ha desarrollado una “Encuesta exprés”. Para rellenarla sólo se necesitan 5 minutos.

2.3 Desarrollo de la herramienta de la encuesta

La herramienta formaba parte de la página web ICE-E y está escrita en HyperText Markup Language (HTML) y utiliza un formulario para recoger los datos. Como en la encuesta detallada, todos los datos recogidos son anónimos.

2.4 Datos recogidos

Se recogió un conjunto limitado de datos (temperatura del sistema, área y volumen de la cámara, rendimiento de los alimentos y el consumo de energía al año), que refleja lo que se considera que son los factores más importantes que influyen en el uso de energía en las cámaras frigoríficas.

2.5 Análisis comparativo

Una vez que los datos fueron enviados, la información fue introducida manualmente dentro de la encuesta comparativa principal y enviada directamente al operador de la Cámara frigorífica.

Tabla 1: Información recogida en la encuesta

Encabezado	Unidades
Información básica	
Consumo total del sistema en 2009?	kWh
¿Incluye la cifra de energía eléctrica del sistema enviada?	
1. Compresor 2. Iluminación 3. Ventiladores 4. Bombas 5. Carga con elevadoras/apiladoras 6. Congelación rápida 7. Calefacción de suelo	Sí/No/No sé Sí/No/No sé Sí/No/No sé Sí/No/No sé Sí/No/No sé Sí/No/No sé Sí/No/No sé
Si la cifra suministrada incluye congelación rápida, ¿Cuál es el consumo de energía EXCLUYENDO la congelación rápida?	kWh
¿Cuál es el volumen total de la cámara (s) suministrados por el sistema?	m ³
¿Cuál fue la producción en 2009?	Ton
¿Cuál es la función principal de la Cámara (s)?	Congelación/refrigeración/cámara mixta/ congelación rápida/carga
¿Qué hay almacenado en la Cámara (s)?	Alimentos mezclados/Carne/Pescado/Verduras/ Lácteos/Cereales
¿Cuál es la configuración de temperatura de refrigeración de la Cámara (s)?	°C
¿Cuál es la configuración de temperatura de congelación de la Cámara (s)?	°C
¿Tiene planeado invertir en equipos para ahorrar energía?	Sí/No/Nosé
Sistema de refrigeración	
Refrigerante primario	No sé/R22/CO ² /Amoníaco/Otro
Cantidad de refrigerante/carga	Kg
Cantidad de refrigerante añadido al sistema primario en 2009	Kg
Refrigerante secundario	No sé/R22/CO ² /Amoníaco/Otro
Cantidad de refrigerante/carga	Kg
Cantidad de refrigerante añadido al sistema secundario en 2009	Kg
Alimentos almacenados	
Temperatura media de entrada de los productos refrigerados	°C
Temperatura media de entrada de los productos congelados	°C (para sistemas mixtos rellenar ambos)
¿Tiene la Cámara atmósfera controlada?	Sí/No/Nosé
¿Tiene la cámara control de Cámara control de humedad?	Sí/No/Nosé
¿Cómo se almacenan los alimentos en la Cámara?	No sé /Palés/Bines/Dolavs o contenedores/ Colocado en estanterías
¿Qué cantidad de alimentos pueden almacenarse en la Cámara?	Kg

Encabezado	Unidades
¿Cuántos palés/contenedores pueden almacenarse en la Cámara?	Cantidad
¿Cuál es el N° de palés/contenedores que ENTRARON en 2009?	Cantidad
¿Cuál es el N° de palés/contenedores que SALIERON en 2009?	Cantidad
¿Cuál es el tamaño y peso medio de un palé/contenedor?	Ancho/Alto/Profundidad, todo en m /kg
Instalación:	
¿A cuántas cámaras separadas suministra el sistema?	Número
¿Cuál es la superficie total suministrada por el sistema?	m ²
Qué cantidad de la superficie del suelo se utiliza para:	
Almacenamiento de refrigerados	m ²
Almacenamiento de congelados	m ²
Almacenamiento de congelado rápido	m ²
¿Cuántas puertas (total) existen en la Cámara (s)?	Número
¿Cuántas veces se abre como media', cada puerta al día?	Número
¿Tienen las puertas algún tipo de protección?	No sé/sin protección/Cortina de tiras/Cortina de aire/Cámara de aire/puertas automáticas
¿La carga de productos en la Cámara es manual o automática?	Nosé/Manual (a mano o elevadora)/Automática (grúa robotizada)
¿Dónde está instalada la Cámara?	Nosé/Dentro del edificio/Fuera de edificio
¿Cuánto tiempo tiene el aislamiento?	No sé /<5 años/ 5 a 10 años/ 10 a 20 años/>20 años
Cuál es el grosor del:	
Aislante de las paredes	mm
Aislante del techo	mm
Grosor del suelo	mm
Equipo de refrigeración:	
¿Tipo de ciclo de refrigeración?	No sé/Una etapa/Multi etapa/Cascada/Ciclo de absorción/Ciclo de aire
¿Tipo de sistema de refrigeración?	No sé /Evaporador seco con válvula termostática/Inundado-bombeo /Inundado-circulación natural
¿Tipo de compresores?	No sé /De pistones/De tornillo o desplazamiento / Pistón giratorio /Centrífugo
¿Tiene compresores con economizadores?	Sí/No/ No sé
¿Cuál es el sistema de control del compresor?	No sé /VSD/Descarga/Otro
¿Cómo se controlan los compresores?	No sé /Presión de succión/temperatura ambiente/Otro
¿Tipo de condensadores?	No sé /Refrigerado por aire/Evaporativo/Refrigerado por agua/Torre de refrigeración/Otro
¿Tipo de descongelación?	No sé /Gas caliente/Eléctrico/Pasivo/Otro
¿Utiliza algo de calor de la planta de refrigeración?	Sí/No/ No sé
Sí afirmativo, ¿para qué?	Calentar agua/Calentar el suelo/Otro tipo de calefacción
¿En qué año se instaló el sistema?	Año

3 RESULTADOS

3.1 Datos recogidos

Se recogieron datos de 329 cámaras frigoríficas. Un punto de datos fue la media de 331 almacenes frigoríficos del Reino Unido (es decir, la recogida total de datos abarcó 659 tiendas). Este punto fue excluido del análisis ya que no se disponía de datos sobre la variedad de los datos. Por lo tanto, el punto de datos no pudo ser incluido en una ponderación igual a los otros conjuntos de datos y fue utilizado con fines puramente comparativos en el análisis. Después de la eliminación de los datos que se consideran poco fiables (es decir, datos que eran obviamente incorrecto, entradas sin concluir, etc) quedaron 295 conjuntos de datos.

No todos los conjuntos de datos tenían datos completos ya que muchos usuarios no habían respondido a cada pregunta formulada. Sin embargo, el conjunto de datos básico tenía los cinco atributos principales recogidos (temperatura del almacén, área y volumen de la tienda, el rendimiento de los alimentos y el uso de energía por año).

Los datos recogidos cubrían 21 países (Bélgica, Bulgaria, China, República Checa, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Italia, México, Países Bajos, Nueva Zelanda, Portugal, Rumania, Serbia, España, Suecia, Suiza, Reino Unido, EE.UU.). El 70% de los 294 conjuntos de datos se originaron a partir de países de UE.

3.2 Tipos de cámaras frigoríficas

La funcionalidad de las cámaras frigoríficas se dividió en cámaras de refrigeración, de congelación y mixtas (aquellas con espacios tanto de refrigeración como de congelación y que operan desde un sistema de refrigeración común). Un análisis diferencial (ANOVA) mostró una diferencia muy significativa ($P < 0,05$) entre el consumo de energía específica (SEC) de todos los tipos de almacén. Las diferencias entre las cámaras de refrigeración y congelación, y refrigeración y mixta fueron mayores ($P < 0,01$) que entre las cámaras de congelación y mixtas ($P < 0,05$).

3.3 País

Se mostraron grandes variaciones en el SEC entre países. Se encontraron diferencias significativas entre las cámaras refrige-

radas y congeladas, pero no en las mixtas de los países de la encuesta. Debido al número limitado de conjuntos de datos de algunos países, no hubiera sido posible analizar los datos de cada país por separado. Todos los nuevos análisis se llevaron a cabo sobre los datos divididos en cámaras refrigeradas, de congelación y mixtas

3.4 Relación entre el consumo de energía y el tamaño de la Cámara

La relación entre el consumo de energía de la Cámara (en kWh/año) y la información recogida se investigó utilizando la regresión múltiple. Como parte de este análisis se halló que los datos estaban cerca de una distribución normal.

3.4.1 Cámaras de refrigeración

La regresión demostró que el 93% de la variación en el consumo energético anual hacía referencia al volumen de la cámara (Figura 1). La regresión múltiple demostró que el tipo de alimento y el rendimiento del alimento tienen algún impacto sobre la energía anual pero que estos factores sólo aumentan el valor R^2 al 95% y por lo tanto el impacto era muy bajo. Todo el resto de factores recogidos no tenían influencia sobre el consumo energético anual.

Aplicando relaciones no lineales a los datos el valor de regresión R^2 no mejoró. Esto indica que el SEC es independiente del volumen de la cámara.

3.4.2 Cámaras de congelación

El volumen de la Cámara contabilizaba el 56% de la variabilidad del consumo energético anual de las cámaras de con-

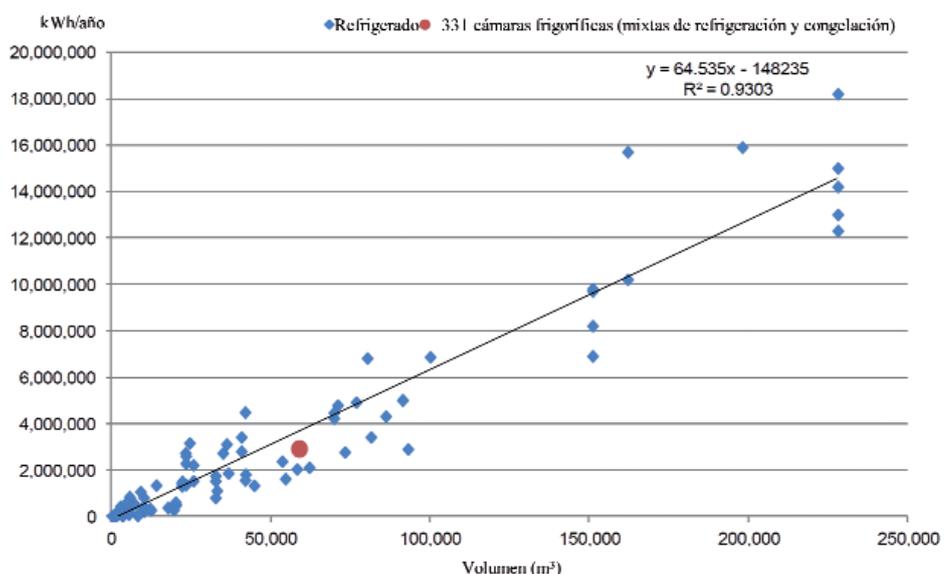


Figura 1: Relación entre el volumen de la cámara y el consumo energético total por año (kWh/año) en las cámaras refrigeradas

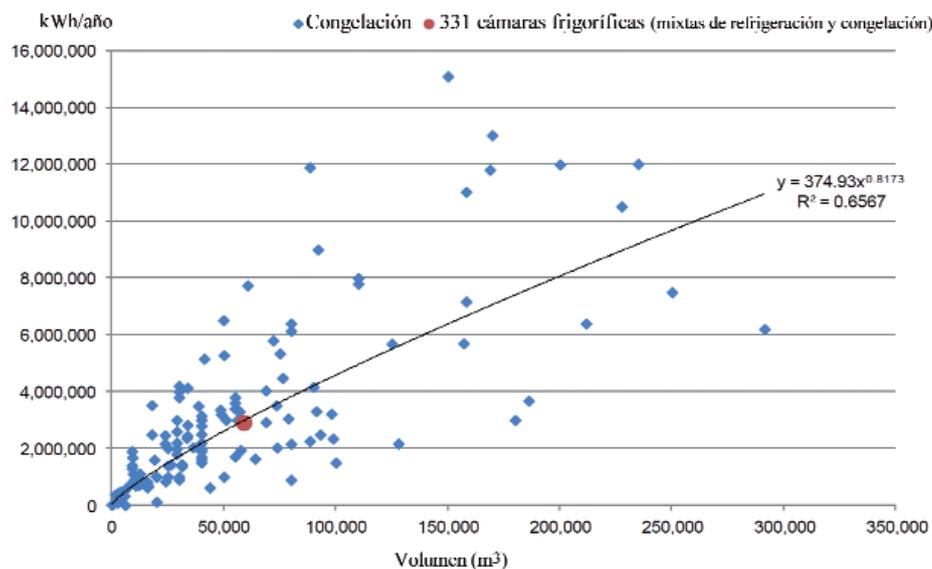


Figura 2: Relación entre el volumen de la Cámara y el consumo energético total por año (kWh/año) de las cámaras de congelación (regresión no lineal)

gelación al aplicar la regresión lineal. Aplicando una función de potencia no lineal a los datos, mejoraba el valor R^2 de la regresión al 66% (Figura 2). Esto indicaría que en las cámaras de congelación se reduce el SEC al aumentar el tamaño de la cámara.

Ninguno de los factores registrados estaba ligeramente por encima de un impacto mínimo en el consumo de energía anual. Por lo tanto, aproximadamente el 34% de la variabilidad en el consumo anual de energía se relaciona con un factor que no fue recogido en la encuesta.

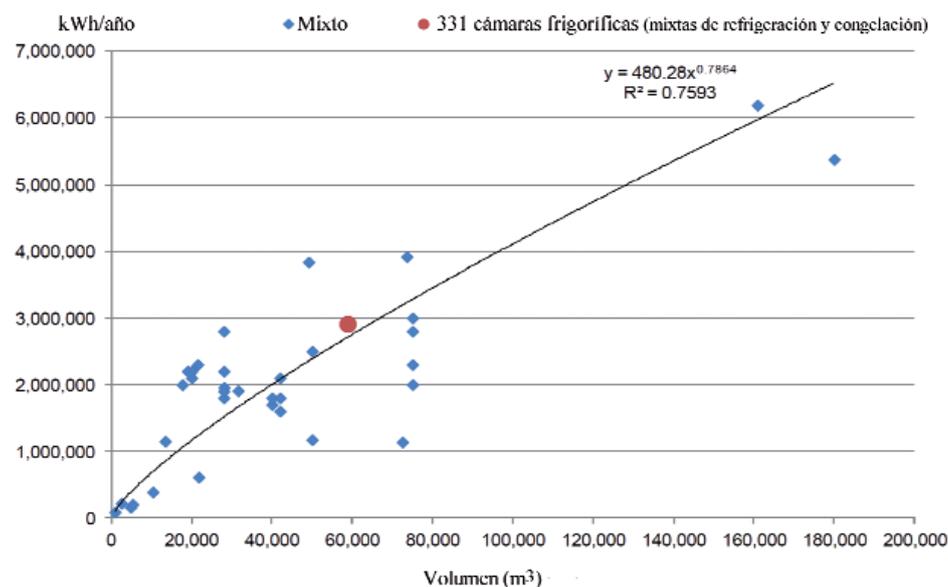


Figura 3: Relación entre el volumen de la cámara y el consumo total energético total al año (kWh/año) de las cámaras mixtas (progresión no lineal)

3.4.3 Cámaras mixtas

Un número de factores tuvieron un impacto sobre el consumo energético anual de las cámaras mixtas, al contabilizar el volumen de la cámara de regresión lineal el 67% de la variabilidad, sin embargo si se aplicaba una función de potencia esta aumentaba hasta el 76% (Figura 3). Además de al rendimiento, el grosor del aislamiento de la cámara (techo y suelo) y la edad de este también parece que tienen un impacto pequeño sobre el consumo de energía anual. Sin embargo, para este conjunto de datos el número de réplicas fue bajo y por lo tanto, su impacto necesita una investigación posterior.

Parece que las cámaras mixtas tienen una relación de volumen similar con el consumo energético anual como el de las cámaras de congelación y por lo tanto un SEC reducido para cámaras más grandes.

5 Todas las cámaras

Es interesante tener en cuenta que las cámaras de congelación y las mixtas tienen una relación relativamente similar entre el volumen y el consumo de energía anual (aunque estadísticamente las líneas regresivas eran diferentes de forma significativa en $P < 0.01$). En volúmenes por debajo de 22,000 m³, las cámaras de refrigeración utilizaron menos energía que las de congelación o las mixtas, pero con volúmenes por encima de 22,000 m³ las cámaras de refrigeración utilizaron más energía que las cámaras mixtas y de congelación. Esto se debía principalmente a que un grupo de cámaras de refrigeración más pequeñas tuvieron un consumo energético bajo.

El SEC de las cámaras frigoríficas examinadas varió considerablemente. En la Tabla 2 se muestran los datos de todas las cámaras y de aquellas con valores superiores e inferiores en un 10% y un 20%.

Tabla 2: Gama de los valores SEC de las cámaras frigoríficas examinadas

		Refrigeración (kWh/m ³ /año)	Congelación (kWh/m ³ /año)	Mixta (kWh/m ³ /año)
Todos los datos	Media	55.8	69.4	65.1
	Mínimo	4.4	6.0	23.4
	Máximo	250.4	240.4	156.8
Eliminados valores un 10% superiores y un 10% inferiores	Media	52.2	66.3	59.1
	Mínimo	20.7	26.7	29.9
	Máximo	95.3	134.6	107.0
Eliminados valores un 20% superiores y un 20% inferiores	Media	51.3	63.4	55.9
	Mínimo	29.6	36.3	37.4
	Máximo	78.0	100.0	87.3

4 CONCLUSIONES

Los datos recogidos en la encuesta ICE-E mostraron que hay una gran variabilidad en el consumo de energía de las cámaras frigoríficas. El SEC varió entre 4 y 250 kWh/m³/año en las de refrigeración, entre 6 y 240 kWh/m³/año en las de congelación y entre 23 y 157 kWh/m³/año en las mixtas. *Duiven and Binard (2002)* estimaron que las cámaras frigoríficas deberían utilizar entre 30 y 50 kWh/m³/año. Los datos recogidos en esta encuesta demostraron que el 47% de las cámaras de refrigeración, el 35% de las cámaras de congelación y el 50% de las cámaras mixtas tenían un SEC menor de 50 kWh/m³/año. Esto demuestra que existe un potencial considerable de reducción del consumo energético en las cámaras frigoríficas.

Se hallaron diferencias entre las cámaras de refrigeración, las de congelación y las de uso mixto. La mayor incidencia sobre el consumo energético anual en todos los tipos de cámaras era el volumen de estas. En las cámaras de refrigeración el volumen contabilizado el 93% de la variación en el consumo energético anual. En las cámaras de congelación y mixtas, el volumen contabilizado el 66-76% de la variación en el consumo energético anual, pero esta no era una relación lineal. Otros factores tuvieron un impacto mínimo sobre la variación en el consumo energético anual de las cámaras de congelación y mixtas. Esto puede deberse a la falta de datos replicados para algunos de los factores registrados. Se necesita un trabajo posterior para examinar el impacto de algunos de esos factores. También aparecen, especialmente en las cámaras de congelación y mixtas, un factor o factores que afectan al consumo energético anual y que no fueron recogidos en la encuesta. La encuesta no fue capaz de evaluar las cargas térmicas de la cámara de congelación o el procesado en esta (aunque esta información fue solicitada, casi no fue proporcionada). Por lo tanto, las variaciones en el consumo energético pueden explicarse por las cargas térmicas adicionales en algunas cámaras. Esto necesitará una investigación posterior.

El rendimiento de todas cámaras (refrigeración, congelación y mixtas) fue estadísticamente diferente. Sin embargo, existía una mayor relación entre el rendimiento de las cámaras de congelación y mixtas que la que existía entre las de congelación de refrigeración o refrigeración y mixtas. La energía utilizada por las cámaras de refrigeración fue menor que la de las de congelación o mixtas en volúmenes por debajo de 22,000 m³, pero mayor por encima de este valor. Esto debe indicar que las cámaras de congelación grandes tienden a ser almacenes de larga duración con menos utilización y que las cámaras grandes de refrigeración tienen una utilización elevada (ejemplo, centros grandes de distribución regional). De nuevo, esto requiere una investigación posterior.

Debería esperarse que las cámaras grandes fueran más eficientes y tendrían un SEC menor que las cámaras pequeñas. Las indicaciones mostraron que esto sólo sucedía en el caso de las cámaras de congelación y mixtas. En las cámaras de refrigeración, la relación entre el volumen y el tamaño de esta era lineal. Esto indica que las cámaras de refrigeración y las de congelación/mixtas están afectadas por cargas térmicas de transmisión en formas diferentes. Es posible que la transmisión sea más dominante en cámaras con temperaturas más bajas y por lo tanto el impacto de la superficie con la relación del volumen (es menor en una cámara más grande) es mayor en las cámaras de refrigeración. También podría esperarse que la utilización de las cámaras de refrigeración podría ser mayor que la de las cámaras de congelación (mayor movimiento de alimentos, mayor apertura de puertas etc.) y que este puede ser un factor más dominante que afecte a la energía de la transmisión. Sin embargo, no existía relación entre el consumo energético anual y el rendimiento de alimentos en las cámaras de refrigeración, por lo que esto no parece ser la respuesta.

El análisis demostró una falta sorprendente de relaciones

entre los factores registrados (aparte del volumen) y el consumo energético anual. Por ejemplo, no existía relación en ningún tipo de cámaras con la temperatura de estas aún cuando la gama de temperaturas registradas fue relativamente amplia (13°C para las de refrigeración, 5°C para congelación) y existía un conjunto extenso de datos. En otras instancias, la falta de alguna relación puede ser debido a los conjuntos de datos restringidos de que se disponía. Por lo tanto hubiera sido útil recoger datos posteriores sobre los factores que fueron indicados como importantes por los análisis de regresión.

Los datos recogidos proporcionaron una indicación sobre los factores que más afectaban al consumo energético de las cámaras de congelación. Esto proporciona un marco útil para desarrollar el etiquetado de cámaras de congelación y de los factores que deberían tenerse en cuenta al crear una comparación o un esquema de etiquetado. Además sería beneficioso recoger información de un mayor número de países para permitir una comparación del rendimiento de las cámaras frigoríficas a nivel mundial.

5 AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a EACI (Executive Agency for Competitiveness and Innovation) por financiar este trabajo, y en particular a Christophe Coudun, director del proyecto, por su ayuda en la dirección de este.

En la página web www.ice-e.eu puede encontrarse información suplementaria sobre el proyecto ICE-E.

6 REFERENCIAS

Clodic, D. and Palandre, L. 2004. Determination of Comparative. HCFC and HFC Emission Profiles for the Foam and Refrigeration Sectors until 2015. Part 1. Refrigerant Emission. Profiles. Centre d'Énergie.

Duiven, J.E. and Binard, P. 2002. [Refrigerated storage: new developments. Bulletin of the IIR – No. 2002-2.](#)

Evans, J.A and Gigel, A.J. 2007. Reducing the energy consumption in cold stores. The 22nd IIR International Congress of Refrigeration. Beijing, China. August 21-26, 2007.

Evans, J.A and Gigel, A.J. 2010. [Reducing energy consumption in cold storage rooms. IIR ICC, Cambridge 29-31 March 2010.](#)

Market Transformation Programme –
<http://www.mtprog.com/>

Mudgal, S., Tinetti, B., Bain, J., Cervantes R. and de Prado Trigo A. Preparatory study for Eco-design requirements for EuPs, Lot 1. Task 2: Economic and market analysis, 2011.

Swain, M.J. 2006. Improving the energy efficiency of food refrigeration operations. IChemE Food and Drink Newsletter, 4 Sept.

Werner, S.R.L., Vaino, F., Merts, I., Cleland, D.J. 2006. Energy use in the New Zealand cold storage industry. IIR-IRHACE Conference, The University of Auckland, 2006.

La Dirección Técnica de *FRIO CALOR AIRE ACONDICIONADO* desea mostrar su agradecimiento a los autores de esta ponencia, *Evans, J.A., Huet, J-M., Reinholdt, L., Fikiin, K., Zilio, C., Houska, M., Landfeld, A., Bond, C., Scheurs, M., y van Sambeek, T.W.M.*, así como a *Jean-Luc Dupont*, Jefe del Departamento de Información Científica y Técnica del **International Institute of Refrigeration, IIR-IIF** (www.iifir.org) (iif-ir@iifir.org), por la amable atención dispensada al autorizar la publicación de la citada ponencia en nuestra Revista.

Dicha ponencia se puede encontrar en la **sección FRIDOC** en la página web www.iifir.org.