



BOLETÍN

FAL

FACILITACIÓN DEL TRANSPORTE Y EL COMERCIO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Consumo de energía y eficiencia energética: nuevos retos del comercio con contenedores frigoríficos en las terminales de contenedores de América del Sur

I. Introducción

En este número del *Boletín FAL* se analiza la relevancia del consumo de energía como base para descubrir el potencial de eficiencia energética y calcular las huellas de carbono de los puertos y terminales de América Latina y el Caribe, centrándose en los países del Cono Sur: Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay. Más del 95% del comercio exterior de América del Sur se realiza a través de puertos (Base de datos de transporte internacional (BTI), 2012). Por lo tanto, conviene examinar el consumo energético de la infraestructura y los servicios portuarios, en relación con la competitividad de los servicios de infraestructura, el desempeño de los puertos y el objetivo de lograr que el sector del transporte y la logística sea más sostenible. El comercio de mercancías refrigeradas, definidas como bienes perecederos refrigerados, ha provocado un significativo aumento del volumen de comercio con contenedores en América del Sur, así como un cambio en su estructura, ya que supone un porcentaje cada vez mayor de las exportaciones de la región. Este nuevo tipo de comercio no solo requiere distintas técnicas de manipulación y logística, sino que también consume más energía. Sin embargo, a pesar del creciente consumo de energía, apenas se formulan medidas y estrategias de eficiencia energética en los puertos y terminales. En una región en la que la seguridad energética está en juego y tiene un lugar preponderante en la agenda política, hay una creciente preocupación por el consumo de energía, la eficiencia energética y los costos asociados en el ámbito del comercio marítimo.

Este *Boletín FAL* es la primera publicación mundial sobre patrones de consumo energético en las terminales de contenedores de América del Sur. Los resultados presentados en este número forman parte de un estudio que abarca el conjunto de América Latina sobre el consumo de energía en terminales y puertos de todo tipo. Hay varias publicaciones en curso sobre el mismo tema, que cubrirán un

En este *Boletín FAL* se analizan los patrones de consumo de energía y se compara el uso de la energía en las terminales de contenedores de América del Sur. En él se reflexiona sobre la manera de mejorar la eficiencia energética y el modo en que los patrones actuales podrían afectar a la competitividad de la región, prestando especial atención al papel del comercio con contenedores frigoríficos.

Este número ha sido elaborado por Gordon Wिल्msmeier, Oficial de Asuntos Económicos de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL; Jens Froese de la Universidad Jacobs de Bremen (Alemania); Green EFFORTS, un proyecto cofinanciado por la Comisión Europea; Ann-Kathrin Zotz de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL, y Andreas Meyer.

Si desea más información, póngase en contacto con gordon.wilmsmeier@cepal.org.

Las opiniones expresadas en este documento corresponden a los autores y no reflejan necesariamente las opiniones de la organización.

-  I. Introducción
-  II. Contexto
-  III. Comprensión de los conceptos de consumo de energía y eficiencia energética en los puertos
-  IV. Más allá del consumo de energía
-  V. Metodología
-  VI. Análisis del consumo de energía en las terminales de contenedores del Cono Sur
-  VII. Medidas propuestas para puertos y terminales
-  VIII. Conclusión y perspectivas
-  IX. Bibliografía



NACIONES UNIDAS

CEPAL

mayor número de países e incluirán especificaciones para cargamentos a granel, de líquidos y de gases. También se organizarán seminarios nacionales y subregionales durante el año para presentar los resultados del estudio, dialogar sobre ellos con el sector marítimo y portuario y esbozar nuevas medidas para mejorar la eficiencia energética en puertos y terminales.

II. Contexto

Tradicionalmente, el desarrollo económico se ha acompañado de una transformación de la movilidad, la cual constituye una necesidad absoluta para las sociedades emergentes. Sin embargo, la nueva demanda de movilidad de bienes y personas tiene un costo y aumenta la demanda de energía. Desde los años noventa, los países de América Latina y el Caribe han experimentado un crecimiento económico fuerte y duradero, que ha incrementado la demanda energética del transporte de mercancías y ha alterado sus patrones, tanto dentro de la región como en su interacción con el mercado mundial.

Hasta ahora, la logística del transporte y de las mercancías estaba basada en el consumo de combustibles fósiles (CEPAL, 2013). Durante los últimos años, el consumo energético del sector del transporte en América Latina superó el equivalente de 2.000 millones de toneladas de petróleo (eMtp), es decir, un tercio de la matriz energética regional. El porcentaje medio del consumo total de energía correspondiente al sector del transporte aumentó del 27% en 1990 al 35% en 2010 (Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), 2013).

El movimiento de mercancías en los puertos de América Latina y el Caribe se elevó de 10,4 millones de unidades equivalentes de 20 pies (TEU) en 1997 a 43,0 millones de TEU en 2012. Además del alza del uso de contenedores a lo largo de las dos últimas décadas, América Latina y el Caribe ha experimentado un cambio de su geografía comercial, en forma de un auge del comercio con Asia. Las tasas de crecimiento en volumen han sido especialmente altas en el comercio de mercancías refrigeradas (BTI, 2012). En general, el comercio de contenedores refrigerados ha sido uno de los segmentos de mercado que han aumentado más rápidamente en el sector del transporte marítimo con origen o destino en América Latina y el Caribe. Los contenedores frigoríficos deben proporcionar una refrigeración constante para mantener la calidad del producto y, por lo tanto, consumen una gran cantidad de energía durante los movimientos en la cadena de suministro. Como resultado, el comercio de mercancías refrigeradas supone una presión adicional para la eficiencia del consumo energético, añadida a la energía necesaria para las operaciones y actividades portuarias habituales.

A pesar de los cambios en la escala y la estructura del tráfico comercial de contenedores en América Latina y

el Caribe, los puertos y terminales de la región apenas ponen en práctica medidas y estrategias de eficiencia energética. De hecho, solo el puerto de Arica (Terminal Puerto Arica-TPA) (Chile) ha obtenido la certificación de eficiencia energética ISO 50001.

En el contexto de los esfuerzos por aumentar la sostenibilidad de las cadenas de suministro, el consumo de energía se ha ido convirtiendo en un tema de gran relevancia, ya que está directamente vinculado a las dimensiones sociales, económicas y medioambientales de la sostenibilidad. La disminución del consumo de energía tiene un efecto directo sobre las emisiones de gases de efecto invernadero, reduce los costos de la cadena de suministro y contribuye a la seguridad energética de las regiones en desarrollo.

Acciario, Ghiara y Cusano (2013) afirman que una gestión coordinada de la energía no solo permite ahorrar costos energéticos, sino que también puede generar nuevas oportunidades de negocio para un puerto considerado como "gestor energético". Por esta razón, las autoridades y concesionarios portuarios deberían dedicarse activamente a la identificación de fuentes y flujos energéticos en sus terminales (Acciario, 2013).

Los gobiernos cada vez prestan más atención a las estrategias que evitan los trastornos climáticos y presionan para que estas se adopten. Sin embargo, las iniciativas y políticas de ese tipo suelen centrarse en las emisiones como síntoma de la actividad industrial en lugar de en las causas, entre las que se encuentra el consumo de energía. Por lo tanto, la comprensión detallada del consumo energético en las cadenas de suministro de la logística es un primer paso necesario para adoptar estrategias y políticas que promuevan un funcionamiento más sostenible.

María Belén Espiñeira (2013), de la asociación internacional de mujeres vinculadas al comercio y al transporte marítimo (Women's International Shipping and Trading Association (WISTA)), señaló: "Es bueno saber que existe una creciente preocupación entre las empresas privadas y que se están tomando medidas... Esperamos que, a partir de ahora, el sector público también se involucre proporcionando directrices. El gobierno parece haber comenzado a actuar. No olvidemos que la producción y el consumo de energía tienen una dimensión privada debido a los factores económicos relacionados, pero también tienen una dimensión pública de interés general porque, a fin de cuentas, lo que está en juego es el medio ambiente, que nos pertenece a todos".

En este contexto, surge la pregunta de cuáles son las fuentes del consumo de energía en las terminales. Los autores afirman que el desafío principal consiste en identificar esas fuentes y el tiempo de uso, asignando consumos de energía a ciertas operaciones portuarias.

Si bien Fitzgerald y otros (2011) analizaron el consumo de energía de los contenedores refrigerados a bordo, en este *Boletín FAL* se analiza la estructura del consumo energético de 13 terminales del Cono Sur, para obtener, por primera vez, un panorama detallado del papel de los diversos tipos de contenedores en el costo de la energía consumida en cada terminal. El diálogo con operadores de terminales permitió descubrir que, dentro del sector, actualmente hay una comprensión muy limitada de los patrones de consumo energético de las terminales. Estos nuevos datos forman parte de un esfuerzo por comprender los nuevos procesos de producción y consumo, para apoyar y reflexionar sobre los nuevos instrumentos y las nuevas iniciativas políticas.

En este *Boletín FAL* se presenta un minucioso análisis comparativo de los patrones de consumo energético en las terminales de contenedores, con objeto de determinar las principales fuentes de consumo y comparar una serie de terminales. El estudio proporciona información detallada sobre las distintas fuentes de consumo de energía y sus costos, además de vincularlas con los procesos de manipulación de contenedores de las terminales. El trabajo da lugar a un cálculo del consumo energético, diferenciado por tipo de contenedor, como base para futuras mediciones de la eficiencia energética y posibles soluciones para reducir las emisiones en las terminales.

El presente número del boletín tiene un triple objetivo. En primer lugar, elaborar un mapa detallado de las fuentes de consumo energético en las terminales de contenedores y determinar el papel de los productos refrigerados en este contexto. En segundo lugar, presentar una primera

comparación del consumo energético de las terminales de contenedores de América del Sur. En tercer lugar, calcular las diferencias entre los contenedores estándar y los refrigerados en la matriz de consumo de energía de la terminal. Finalmente, se propone un plan de acción de seis puntos para que los puertos y terminales reduzcan el consumo de energía y mejoren la transparencia de sus logros de eficiencia energética.

III. Comprensión de los conceptos de consumo de energía y eficiencia energética en los puertos

Hasta ahora, la investigación sobre consumo de energía y eficiencia energética en los puertos ha sufrido algunas deficiencias. La mayoría de los puertos y terminales carecen de estrategias y programas que permitan realizar una medición exhaustiva del consumo de energía y la eficiencia energética por fuente, y la determinación de indicadores e implementación de mediciones estratégicas para mejorar la eficiencia energética aún no incluyen todos los ámbitos del proceso. Las conversaciones con partes interesadas en América del Sur y en Europa, como el proyecto Green EFFORTS de la Unión Europea, entre otros, han revelado la falta de un método estandarizado para medir y asignar consumos de energía y emisiones de gases de efecto invernadero, así como de indicadores clave de eficiencia energética. Como resultado, actualmente no es posible realizar el análisis comparado ni el control del consumo de energía o de la eficiencia energética.

Cuadro 1
COMPARACIÓN DEL PROTOCOLO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y LA NORMA CEN 16258

Destinatarios	Protocolo de Gases de Efecto Invernadero	CEN 16258
	Todo tipo de empresas	Servicios de transporte
Límites	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones directas (ámbito 1) - Emisiones indirectas (ámbitos 2 y 3), incluidos los edificios de oficinas, mantenimiento, iluminación, almacenamiento en frío, equipos de manipulación, transporte del personal y servicios de terceros 	<ul style="list-style-type: none"> - Emisiones directas del modo de transporte o vehículos - Emisiones indirectas, incluidos la producción y el transporte de combustibles para el modo de transporte o vehículos
Fuentes de emisión de gases de efecto invernadero	<ul style="list-style-type: none"> - Ámbitos 1, 2 y 3 	<ul style="list-style-type: none"> - Procesos de energía (<i>well-to-tank</i>) - Procesos de vehículos (<i>tank-to-wheel</i>)
Metodología de medición	<ul style="list-style-type: none"> - Medición directa, factores de emisión publicados, datos de uso de combustible por defecto 	<ul style="list-style-type: none"> - Valores medidos específicos - Valores específicos del tipo de ruta o tipo de vehículo del operador de transporte - Valores de la flota del operador de transporte - Valores por defecto
Datos de actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Ámbito 1: consumo de combustible - Ámbito 2: energía adquirida y factores de emisiones publicados específicos del proveedor, de la red local o de otro tipo - Ámbito 3: datos proporcionados sobre uso de energía o emisiones publicadas de terceros 	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de combustible - Distancia real - Peso del envío - Factor de conversión de emisiones y energía

Fuente: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, ISO 14064-1 y CEN 16258.



¿Por qué son importantes el consumo de energía y la eficiencia energética para los puertos? Si no se realiza un seguimiento detallado de las fuentes de consumo de energía, resulta imposible implementar medidas eficaces de eficiencia energética. Además, si no se conoce minuciosamente el consumo de energía, incluso la medición o la reducción de la huella de carbono de una terminal o un puerto se convierte en una tarea superficial e ilusoria. La cuestión de quién necesita los valores de la huella de carbono de una terminal de contenedores cada vez es más relevante, a medida que los clientes finales exigen más transparencia e información sobre la huella de carbono de los productos que consumen. En consecuencia, los puertos y terminales de la cadena de suministro marítima deberían rendir cuentas de la energía que utilizan en sus procesos.

Existen diversas certificaciones de medición y presentación de informes: a) el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (adoptado por la norma ISO 14064-1); b) CEN 16258, y c) ISO 50001. Cada certificación se centra en aspectos diferentes.

El marco de gestión de la energía de la norma ISO 50001 tiene un enfoque ligeramente diferente, ya que se centra en medir el consumo de energía en lugar de las emisiones. Comenzando desde unos valores iniciales de energía, se detectan las áreas que necesitan mejorar, así como los indicadores y objetivos de desempeño energético. Estos datos se utilizan para formular e implementar un plan de acción de energía.

A modo de ejemplo, se estimó que una terminal europea que procesaba 1,6 millones de TEU consumía unos 12 millones de kilovatios hora (kWh) de electricidad y 3,1 millones de litros de diésel al año (Froese y Toeter, 2013)¹. La primera de estas cifras es equivalente a la energía generada por dos turbinas eólicas de 1,5 MW al año. Para establecer una base para los cálculos posteriores de la huella de carbono, debe desagregarse el consumo de energía por tipo de energía (combustibles fósiles y electricidad), con objeto de calcular las emisiones para el ámbito 1 (emisiones de motores diésel de los equipos de manipulación en propiedad) y el ámbito 2 (emisiones procedentes de la electricidad adquirida).

Para entender las fuentes de consumo de energía, las operaciones de los puertos de contenedores deben dividirse

en grupos de procesos. Según Froese y Toeter (2013), pueden distinguirse los siguientes grupos: grúas de muelle, iluminación, edificios, refrigeración (contenedores), operaciones horizontales en la manipulación de contenedores y otras.

Sin embargo, se necesita una mayor desagregación para satisfacer las expectativas de los clientes con respecto al cálculo de la huella de carbono. Li, Collins y Su (2011) recomiendan un enfoque de costo basado en actividades, que se centre en calcular los costos de actividades individuales y en asignar esos costos a los diversos objetos, como productos y servicios, según las actividades realizadas para producir cada producto o servicio (Horngren, Foster y Datar, 2000). En este sentido, los autores definen el tipo y el tamaño del contenedor como unidades de referencia, que idealmente permitirían diferenciar entre contenedores llenos y vacíos, de diversos tamaños (20 pies, 40 pies o 45 pies) o de distintos tipos (refrigerados, congelados, de frío o a temperatura ambiente), así como entre los diversos contenedores refrigerados (importación, exportación o tránsito), a los efectos de estudiar los diversos tipos de contenedores manipulados en los puertos (Monios y Wilmsmeier, 2012). En condiciones ideales, la diferencia entre lleno y vacío también incluiría el peso específico del contenedor, ya que ese valor puede influir en la energía que de hecho se consume en el proceso de manipulación, y, lo que es más importante, debería mantenerse la comparabilidad de los datos al tener en cuenta diversas características del cargamento.

Así pues, cualquier medición del consumo de energía y cualquier cálculo de la eficiencia energética requieren una comprensión minuciosa de los procesos utilizados y las mercancías manipuladas en una terminal o en un puerto.

IV. Más allá del consumo de energía

Se han realizado detallados trabajos en relación con los aspectos ambientales de los puertos y terminales en el ámbito del agua de lastre, los residuos, el desguace o reciclado y las emisiones (SO_x, NO_x, partículas y COV), pero la huella de CO₂ tiene actualmente una posición preeminente en la agenda política y de regulación. Aun así, los operadores de los puertos y terminales siguen intentando comprender los detalles y los patrones del consumo de energía en sus instalaciones. Los costos crecientes de la energía han ido suscitando cada vez más atención en los operadores de terminales y puertos, debido a que pueden tener un efecto significativo sobre su competitividad. Este hecho supone una buena oportunidad para concienciar sobre el consumo de energía y para discutir las posibilidades de lograr menores huellas de carbono y reducir el costo del uso de energía, a la vez que se mejora la competitividad a través de medidas “verdes” y de aumento de la eficiencia.

¹ Como parte del proyecto Green EFFORTS, se estableció una terminal de contenedores de referencia.

En el ámbito de las terminales, los conocimientos actuales sobre conceptos de análisis comparado del consumo de energía no ofrecen una forma fácil de comparar unas terminales con otras. Aunque la logística de los contenedores ha experimentado una amplia estandarización mundial, las condiciones operativas pueden variar mucho (clima y equipos, entre otros). En ocasiones, todos los procesos se llevan a cabo en el mismo lugar (por ejemplo, en el caso de una gran terminal de tránsito sin limitaciones de espacio), mientras que en otras ocasiones los procesos se reparten regionalmente, con operaciones de transporte adicionales (por ejemplo, almacenes de contenedores vacíos fuera de las instalaciones o puertos secos). En esta primera aproximación, las terminales de contenedores deben centrarse en comprender sus patrones de consumo de energía y las fuentes de ese consumo.

V. Metodología

La investigación se basa en un cuestionario semiestructurado enviado a terminales en cuatro países del Cono Sur (Argentina, Chile, Paraguay y Uruguay). Los datos se recopilaban durante entrevistas realizadas personalmente y a partir de respuestas enviadas por correo electrónico. Participaron en la investigación trece terminales, que formaban en torno al 70% del movimiento de contenedores en el Cono Sur, exceptuando el Brasil.

El primer hallazgo fue que los operadores de las terminales apenas tenían conocimientos sobre el consumo de energía ni sobre los registros históricos de consumo de energía de sus terminales. En varios casos, no se habían instalado equipos específicos de monitorización de fuentes de consumo de energía. Así sucedía especialmente en el caso de puertos y terminales pequeños, que no conocían las técnicas de medición del consumo de energía. A la vez que se recopilaban los datos, era necesario invertir un tiempo significativo en explicar a las terminales la relevancia de este tema y la forma en que podían registrar los datos necesarios. Debido a esto, algunos cuestionarios no se cumplieron por completo en la primera ronda, pero en la mayoría de los casos los datos necesarios se obtuvieron durante las conversaciones de seguimiento.

VI. Análisis del consumo de energía en las terminales de contenedores del Cono Sur

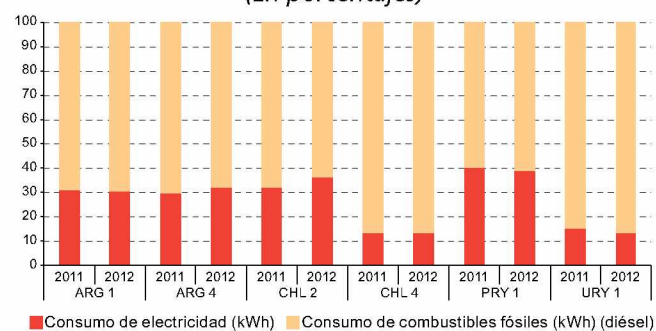
A. Fuentes de energía y patrones generales de consumo

Durante las últimas décadas, América Latina y el Caribe ha experimentado un crecimiento de la demanda de transporte basado en combustibles fósiles, como consecuencia del

aumento de los ingresos per cápita, un efecto cerrojo tecnológico y las políticas de transporte tradicionales. Dada la necesidad de mantener la seguridad energética en la región y la probable continuación del crecimiento económico y de la población, es necesario realizar nuevas investigaciones sobre posibles medidas y políticas para separar la demanda de transporte de las fuentes tradicionales de energía y del desarrollo económico tradicional.

La disminución del consumo de combustibles fósiles a través del aumento de la eficiencia energética y la electrificación de los puertos se considera parte de la solución para reducir la dependencia de los combustibles fósiles, tanto en América Latina y el Caribe como en otras partes del mundo. Actualmente, la mayor parte de la energía utilizada en los puertos de América Latina y el Caribe se genera a partir de combustibles fósiles. El análisis de la encuesta reveló que, en promedio, menos del 30% de la energía utilizada en las terminales de contenedores es eléctrica (véase el gráfico 1). Por un lado, estos resultados indican que existe un gran potencial para el cambio de los combustibles fósiles a la electricidad, con la consiguiente reducción de las emisiones del ámbito 1. Por otro lado, esto supone un reto significativo, ya que este tipo de conversión tendría que conjugarse con inversiones en la red eléctrica y en la generación de electricidad, para compensar la nueva demanda y, en particular, los niveles máximos de demanda. Al mismo tiempo, los resultados muestran que la proporción de uso de electricidad está comenzando a aumentar lentamente en la mayoría de las terminales estudiadas. Además, la distribución de grupos de consumo de energía puede variar considerablemente, dependiendo ante todo del porcentaje de contenedores refrigerados, que a menudo generan el 60% del consumo total de electricidad de una terminal durante la temporada de frutas.

Gráfico 1
CONSUMO DE ENERGÍA EN VARIAS TERMINALES POR TIPO DE FUENTE DE ENERGÍA, 2011 Y 2012
(En porcentajes)

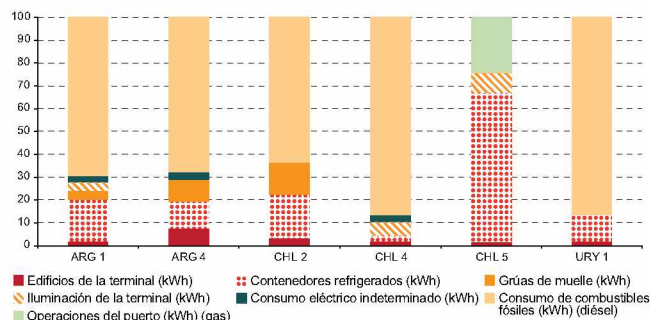


Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

En las terminales habituales de contenedores, el consumo de energía eléctrica se distribuye, en promedio, de la siguiente forma: a) contenedores refrigerados de

mercancías congeladas o enfriadas (40%); b) grúas pórtico (40%); c) iluminación de la terminal (12%), y d) talleres y edificios de administración (8%). El consumo de combustibles fósiles (diésel o gas) se distribuye, en promedio, como se indica a continuación: a) operaciones de apilamiento (68%); b) transporte horizontal de cajas, por ejemplo con camiones (30%), y c) operaciones con otros vehículos y equipos, como las que utilizan vagones de terminal y carretillas elevadoras (2%). El análisis de las terminales estudiadas arrojó resultados diversos. Parece ser que la mayor parte del consumo de electricidad en las terminales corresponde a los contenedores refrigerados, seguidos por las grúas pórtico (en las terminales que usan estos equipos). Por desgracia, utilizando los datos disponibles actualmente no es posible desagregar el uso de diésel por grupos de procesos. Por lo tanto, el siguiente paso de la investigación consistirá en diferenciar el uso de combustibles fósiles por grupos de procesos, un dato necesario para determinar en qué áreas puede reducirse el consumo de energía. También se descubrió que una de las terminales estudiadas utiliza una proporción sustancial de gas en sus operaciones, un hecho muy significativo (véase el gráfico 2).

Gráfico 2
DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA EN VARIAS TERMINALES ESTUDIADAS EN 2012
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

B. El reto de los contenedores refrigerados para el consumo de energía

Entre 2010 y 2011², la costa este de América del Sur exportó más de 700.000 TEU de contenedores refrigerados (APL Logistics Ltd., 2013). El 19% de esas unidades, unos 135.000 contenedores, correspondía a la Argentina. El Uruguay, por su parte, realiza el 7% de las exportaciones de la subregión en contenedores refrigerados, casi 50.000 TEU (Drewry, 2012).

En 2010 y 2011, el 78% de las exportaciones de la subregión en contenedores refrigerados, más de 400.000 TEU, correspondía a

productos de carne. La carne de pollo (entero o pechugas) es la principal categoría de carne exportada, ya que constituye el 73% de todas las exportaciones de carne de la subregión, seguida por la carne de vacuno con unas 57.000 TEU (14%). El 5% de las exportaciones de carne, 19.000 TEU, fueron de carne de cerdo (APL Logistics Ltd., 2013).

Las exportaciones de fruta fresca constituyen el 10% del total de exportaciones en contenedores refrigerados, es decir, 53.000 TEU (APL Logistics Ltd., 2013)³. Entre 2009 y 2011, las exportaciones chilenas de pescado y fruta fresca y congelada en contenedores refrigerados aumentaron de unas 240.000 TEU a más de 300.000, lo que supone un crecimiento de más del 25% (Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL), 2012).

Uno de los retos que plantean las mercancías en contenedores refrigerados es su estacionalidad (Vagle, 2013). Esta característica da lugar a significativas variaciones y niveles máximos de consumo de energía, que determinan el número de conexiones de contenedores refrigerados que se necesitan para una operación eficiente de la terminal. La temporada alta de la fruta solo dura tres meses y, por lo tanto, crea un exceso de infraestructura de contenedores refrigerados durante el resto del año.

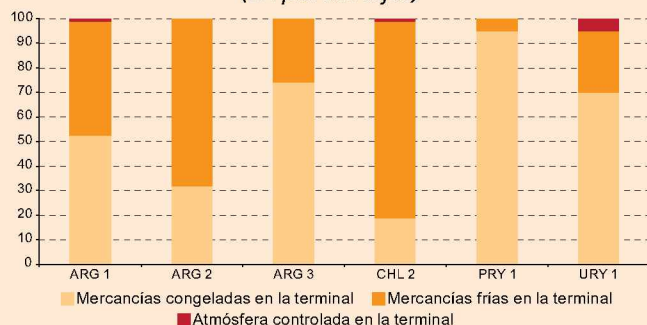
Otra característica de las mercancías que se trasladan en contenedores refrigerados es que son muy variadas y, como se ha mencionado anteriormente, esto requiere diferenciar entre mercancías congeladas, frías y de atmósfera controlada, con patrones de consumo de energía muy diferentes. A pesar de que suele pensarse que las mercancías congeladas consumen más energía que las frías o las de atmósfera controlada, los autores afirman que estas dos últimas categorías requieren un suministro constante de energía, porque incluso la más pequeña variación de temperatura puede tener un efecto negativo sobre la calidad de las mercancías. En el gráfico 3 se muestra que las mercancías frías constituyen una parte significativa de las mercancías en contenedores refrigerados en algunas de las terminales estudiadas. Es necesario realizar un estudio detallado de los requisitos energéticos de estas mercancías para poder estimar el consumo de energía.

Los autores también plantearon la siguiente pregunta: ¿cuál es la diferencia real entre los niveles de energía consumidos por las TEU de contenedores refrigerados y de contenedores secos, cuando se tienen en cuenta todos los procesos de la terminal?

² De noviembre de 2010 a noviembre de 2011.

³ En comparación con los datos de APL Logistics Ltd. (2013), Drewry (2012) indicó que las exportaciones de fruta representaban un mayor porcentaje del total de las exportaciones marítimas en contenedores refrigerados. La fruta, los frutos secos y el jugo y la piel de cítricos constituyeron el 20% del total de los envíos en contenedores refrigerados (en unidades equivalentes) en 2010.

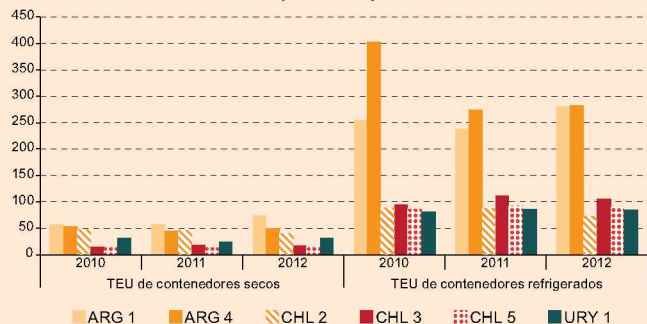
Gráfico 3
MERCANCIAS EN CONTENEDORES REFRIGERADOS
EN VARIAS TERMINALES ESTUDIADAS,
DESGLOSADAS POR TIPOS, 2012
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

En el gráfico 4 se muestra la diferencia en cuanto a consumo de energía entre estos dos tipos de contenedores de forma general, sin tener en cuenta los distintos tipos de mercancías que se transportan en los contenedores refrigerados. En este caso particular, se tuvo en cuenta el consumo de energía en forma de combustibles fósiles y de electricidad para la refrigeración, la iluminación de la terminal, los edificios y las grúas. Los cálculos se basan en una ecuación adaptada de la metodología utilizada en Buhaug y otros (2009) para la comparación entre contenedores refrigerados y secos.

Gráfico 4
COMPARACIÓN DE LA ENERGÍA CONSUMIDA POR
LAS UNIDADES EQUIVALENTE DE 20 PIES (TEU) DE
CONTENEDORES REFRIGERADOS Y SECOS EN VARIAS
TERMINALES ESTUDIADAS, 2010-2012
(En kWh)



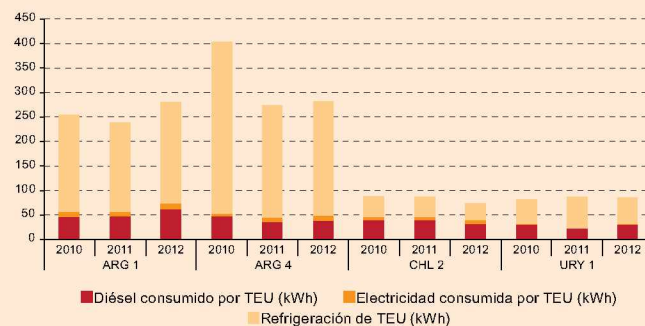
Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

Los resultados muestran las inmensas diferencias que existen en cuanto a la energía consumida entre la manipulación de contenedores refrigerados y secos, en todos los puertos y terminales estudiados. Las diferencias son consecuencia de la energía consumida en la

refrigeración, en comparación con las mercancías que no requieren esa refrigeración.

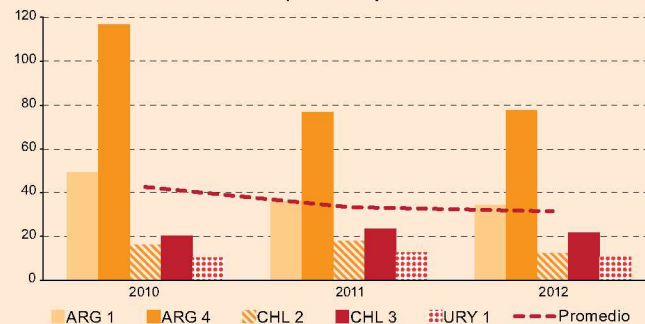
Para lograr una mejor comprensión, el consumo total de energía se estimó por TEU de contenedores refrigerados procesada en cada terminal, considerando todos los procesos y todas las fuentes de energía (véanse los gráficos 5 y 6). Los resultados muestran variaciones significativas entre las terminales. Si bien las terminales Argentina 1 y Argentina 4 redujeron su consumo total de energía por TEU de contenedores refrigerados entre 2010 y 2011, en las demás terminales el consumo se mantuvo inalterado o creció ligeramente. Sin embargo, entre 2011 y 2012, Argentina 1 y Argentina 2 incrementaron su consumo energético total por TEU de contenedores refrigerados, mientras que las demás terminales mantuvieron o redujeron su consumo.

Gráfico 5
ENERGÍA CONSUMIDA POR UNIDAD EQUIVALENTE
DE 20 PIES (TEU) DE CONTENEDORES REFRIGERADOS
EN VARIAS TERMINALES ESTUDIADAS, POR
FUENTES DE ENERGÍA, 2010-2012
(En kWh)



Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

Gráfico 6
ENERGÍA CONSUMIDA EN LA REFRIGERACIÓN POR UNIDAD
EQUIVALENTE DE 20 PIES (TEU) DE CONTENEDORES
REFRIGERADOS EN VARIAS TERMINALES ESTUDIADAS,
POR DÍA DE ALMACENAMIENTO, 2010-2012
(En kWh)



Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

A pesar de que las diferencias entre las terminales se redujeron en este sentido, siguieron siendo significativas. El indicador utilizado deja un cierto margen a la interpretación, ya que las reducciones y las diferencias de consumo pueden deberse a varias causas. Un aspecto clave que debe tenerse en cuenta es el tiempo de permanencia en la terminal de las unidades refrigeradas, que no se consideró en estas mediciones. Las terminales con menores tiempos de permanencia tendrán consumos de energía por TEU de contenedores refrigerados considerablemente menores.

Tampoco se tuvieron en cuenta las posibles diferencias en las tecnologías utilizadas en las distintas terminales. Para lograr unas mediciones más precisas, se estimó el consumo total de energía por TEU de contenedores refrigerados (véase el gráfico 5) y el consumo de energía para refrigeración por TEU de contenedores refrigerados. En promedio, los resultados muestran una tendencia positiva similar en términos de consumo de energía. Sin embargo, las causas de estas reducciones deben investigarse terminal por terminal, para determinar si se deben a un aumento de la eficiencia operativa o son el resultado de cambios tecnológicos (véase un estudio general sobre los avances en la productividad y los cambios tecnológicos de las terminales en América Latina y el Caribe en Wilmsmeier, Tovar y Sánchez, 2013), del tipo de mercancías o incluso de las condiciones en las que se entregan las mercancías.

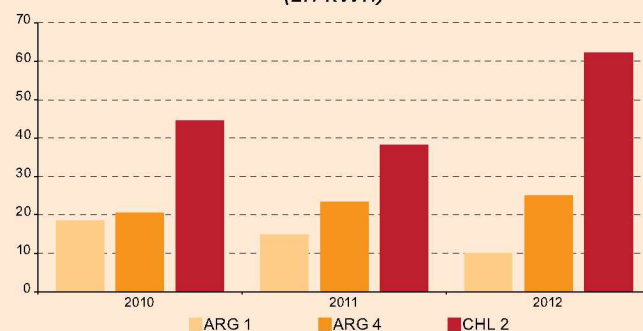
Este factor surgió en las entrevistas con las terminales. Los operadores señalaron que la mercancía que utiliza contenedores refrigerados suele embalsarse y enviarse a la terminal en contenedores que no están previamente refrigerados. Por lo tanto, se precisa una significativa cantidad de energía para enfriar por primera vez las unidades hasta la temperatura necesaria. Además del crecimiento del consumo de energía, este hábito también hace que aumente el riesgo para las mercancías durante la cadena de suministro, pone en peligro la calidad de los productos y crea costos logísticos adicionales en etapas posteriores de la cadena de frío.

En el gráfico 6 se presenta el consumo real de energía de la refrigeración por TEU de contenedores refrigerados, por cada día de almacenamiento (tiempo de permanencia), para tres terminales. Esto permite tener en cuenta las diferencias en caso de tiempos de permanencia más cortos o más prolongados. Resulta interesante observar que el consumo de energía por hora puede ser más de diez veces inferior en las terminales más eficientes. Este hecho indica que existe un gran potencial para el ahorro de energía y para las medidas que aumenten la eficiencia. Además, los puertos y las terminales deben adaptarse a los períodos de máxima demanda de contenedores refrigerados y, por lo tanto, las terminales que exportan productos con un mayor grado de estacionalidad no pueden alcanzar altos niveles de eficiencia de uso de las conexiones de contenedores refrigerados a lo largo de todo el año.

C. Grúas pórtico

Generalmente, se considera que la operación eléctrica de las grúas de las terminales de contenedores es más respetuosa con el medio ambiente que el uso de otras fuentes de energía (es decir, combustibles fósiles) y muchas terminales están trabajando para electrificar sus operaciones. Si bien la electrificación no supone ningún reto en cuanto a los aspectos técnicos y operativos de la terminal, la electrificación completa de la terminal puede tener efectos y repercusiones significativos en la red eléctrica a la que está conectada la terminal. Se estima que el consumo de energía por traslado, utilizando una grúa pórtico, es de unos 6 kWh.

Gráfico 7
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR HORA DE OPERACIÓN DE UNA GRÚA PÓRTICO EN VARIAS TERMINALES ESTUDIADAS, 2010-2012 (En kWh)



Fuente: Elaboración de los autores basada en la Encuesta de Consumo de Energía y Eficiencia Energética de la Unidad de Servicios de Infraestructura de la CEPAL.

La comparación del consumo de energía de grúas pórtico mostró grandes diferencias entre las terminales estudiadas. En el caso de las grúas, el nivel tecnológico es especialmente relevante en lo referente al consumo de energía. Para entender plenamente la viabilidad económica de los cambios tecnológicos, los resultados de las terminales individuales se compararon con los equipos utilizados en el puerto y se descubrió una fuerte correlación positiva entre la antigüedad de los equipos y el consumo de energía. Por lo tanto, se podrían conseguir ahorros significativos si se llevan a cabo cambios tecnológicos como parte de una estrategia integrada a largo plazo.

VII. Medidas propuestas para puertos y terminales

Los resultados relativos al consumo actual de energía de las terminales de contenedores muestran que es necesario actuar. Estos resultados son especialmente relevantes para el sector y para los encargados de formular políticas, dada la urgente necesidad de mejorar la competitividad y la

seguridad energética y de afrontar el cambio climático. En este contexto, se han elaborado los siguientes seis puntos de acción para ayudar a descubrir soluciones de eficiencia energética para los puertos:

- 1 **“Solo se puede mejorar lo que se mide”**
Los puertos y las terminales deberían instalar un sistema de monitoreo de la energía para evaluar el consumo energético actual y sus costos.
- 2 **“Identificar las fuentes de consumo energético”**
Los puertos y terminales deberían identificar sus fuentes de consumo energético, para determinar el potencial de reducción del consumo.
- 3 **“Formular un plan de eficiencia energética y reducción del consumo en procesos”**
Los puertos y terminales deberían formular un plan de eficiencia energética y reducción del consumo en procesos, para coordinar las acciones de eficiencia energética.
- 4 **“Implementar medidas y estrategias de eficiencia energética”**
Los puertos y terminales deberían implementar medidas y estrategias de eficiencia energética de manera coordinada, centrándose especialmente en los procesos con mayor potencial de reducción del consumo energético.
- 5 **“Obtener certificados de eficiencia energética para demostrar el éxito”**
Los puertos y terminales deberían solicitar certificados de eficiencia energética para demostrar su éxito y lograr una ventaja competitiva.
- 6 **“Formular una estrategia de sostenibilidad a largo plazo para satisfacer las futuras necesidades de energía”**
Los puertos y terminales deberían formular una estrategia a largo plazo para satisfacer las futuras necesidades de energía, especialmente si se ha planificado una ampliación o electrificación del puerto o terminal.

VIII. Conclusión y perspectivas

En este *Boletín FAL* se estudia la relevancia del consumo energético como base para identificar el potencial de eficiencia energética y los cálculos de la huella de carbono en el Cono Sur. La investigación y la experiencia de campo mientras se reunían los datos revelaron la urgente necesidad de aumentar la sensibilización sobre este tema, a la vez que se detectó un gran interés por parte de los operadores de terminales y otras partes interesadas, que cada vez son más conscientes del potencial de las medidas para mejorar la eficiencia energética.

Los resultados también subrayan la importancia de conocer con detalle los patrones y fuentes de consumo de energía, a la vez que muestran que aún es necesario realizar más investigaciones para comprender mejor estos temas. Además de determinar el consumo, esta primera investigación de la eficiencia energética y el consumo de energía en las terminales de contenedores de América del Sur no solo muestra la dimensión ambiental, sino también la dimensión económica del uso de la energía y las formas de lograr que las terminales de contenedores se conviertan en infraestructuras más sostenibles. Los

resultados presentados no son relevantes únicamente para los operadores de terminales, sino también para los encargados de formular políticas, las autoridades portuarias y los operadores logísticos y de transporte, ya que estas cifras proporcionan información que permite realizar comparaciones entre distintas terminales y países.

Por ejemplo, los encargados de formular políticas y las autoridades portuarias deberían apoyar los esfuerzos de los puertos y terminales por reducir el consumo de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero. Ese apoyo puede tomar diversas formas, como ayudar a las terminales y otros operadores a utilizar tecnologías “verdes”; establecer tasas diferenciadas para puertos y terminales en relación con el consumo de energía; implementar la gestión energética para los puertos en conjunto, con objeto de permitir el uso de aplicaciones de reparto de la carga y de red inteligente (red general); realizar actividades de “corretaje” de energía para fomentar que se firmen contratos respetuosos con el medio ambiente y económicamente ventajosos con los proveedores, y desarrollar una matriz energética que incluya la generación propia de energía, utilizando, por ejemplo, generadores eólicos, instalaciones de paneles solares o la energía de las mareas.

Actualmente, se están llevando a cabo nuevas investigaciones sobre este tema con el objetivo de incluir los diversos tipos de terminales en toda América Latina y el Caribe, así como para determinar de forma más específica los indicadores de eficiencia energética. Al mismo tiempo, se ha intensificado el diálogo con las terminales a partir de estos primeros resultados con respecto a los factores y determinantes subyacentes que influyen en los patrones de consumo energético actuales y del pasado. La finalidad última consiste en determinar objetivos e indicadores apropiados de desempeño energético para las terminales de contenedores, tanto para permitir su comparación como para proporcionar una base que permita realizar cálculos comparables de huellas de carbono en el futuro.

A. Agradecimientos

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los operadores de puertos y terminales de la Argentina, Chile, el Paraguay y el Uruguay que están prestando su apoyo a nuestra iniciativa y que nos han proporcionado datos relevantes y detallados. Esperamos seguir profundizando en nuestro diálogo. También queremos dar las gracias a Eric Petri, del Sistema de Empresas (SEP) del Gobierno de Chile, por su colaboración con nuestra investigación facilitando las comunicaciones con los puertos de Chile.

IX. Bibliografía

- Acciario, M. y otros (2013), "Innovative Green Ports: A Framework for the Success of Innovation in Ports in the Area of Sustainability", presentado en la conferencia anual de la Asociación Internacional de Economistas Marítimos (IAME), 3 a 5 de julio, Marsella (Francia).
- Acciario, M., H. Ghiara e I. Cusano (2013), "The Role of Ports as Energy Managers", presentado en la conferencia anual de la Asociación Internacional de Economistas Marítimos (IAME), 3 a 5 de julio de 2013, Marsella (Francia).
- Acciario, M. (2013), *Fully Sustainable Energy Management: The Port as an Energy Hub*, presentación en Managing Environmental Performance for Ports and Terminals, 29 y 30 de enero de 2013, Londres.
- APL Logistics Ltd. (2013). *Reefer trade ECSA: Market statistics*, Santiago.
- Buhaug, Ø., J.J. Corbett, Ø. Endresen, V. Eyring, J. Faber, S. Hanayama, D.S. Lee, D. Lee, H. Lindstad, A.Z. Markowska, A. Mjelde, D. Nelissen, J. Nilsen, C. Pålsson, J.J. Winebrake, W. Wu, K. Yoshida (2009), *Second IMO GHG Study 2009*, Organización Marítima Internacional, Londres, abril de 2009.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2013), Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe (BADECEL), [en línea], Santiago de Chile, [marzo de 2013] http://websie.eclac.cl/badecel/badecel_new/basededatos.asp.
- ____ (2012), Base de datos de transporte internacional (BTI), [en línea], Santiago, Chile.
- ____ (2013), "Energy efficiency and mobility - roadmap towards a greener economy in Latin America and the Caribbean (executive summary)", presentado en el IV Diálogo Político sobre Eficiencia Energética en América Latina y el Caribe: Eficiencia Energética y Movilidad, Ciudad de México, 21 y 22 de noviembre.
- Drewry Maritime Research (2012), *Reefer Shipping Market Annual Review and Forecast 2012/13*. http://www.drewry.co.uk/publications/view_publication.php?id=389.
- Espiñeira (2013), Women's International Shipping and Trading Association (WISTA), <http://www.buenosairesherald.com/article/137150/increasing-port-awareness-of-need-to-cut-energy-consumption> (fecha de consulta: 15 de enero de 2013).
- Fitzgerald W.B. y otros (2011), "Energy use of integral refrigerated containers in maritime transportation", *Energy Policy* 39 (4), abril.
- Froese, J. y S. Toeter (2013), "Reduction of Carbon Footprint of Ports and Terminals – Fiction and Reality", GreenPort South Asia Conference 2013, Bombay (India).
- Horngren, C. T., Foster, G. y Datar, S. M. (2000), *Cost Accounting: A Managerial Emphasis*. New Jersey: Prentice Hall.
- Lin, B., J. Collins y R.K. Su (2011), "Supply chain costing: an activity-based perspective", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 31 No. 10.
- Monios, J. y G. Wilmsmeier (2013), "The influence of container type diversification on British port development strategies", estudio presentado en la conferencia anual de la Asociación Internacional de Economistas Marítimos (IAME), Marsella (Francia).
- Organización Internacional de Normalización (ISO) (2011), "ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use". http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51297.
- ____ (2006), "ISO 14064-1: Greenhouse gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals". http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=38381
- Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) (2013), "Simulación de Medidas de Eficiencia Energética en los Sectores Industrial y Transporte de América Latina y el Caribe al Año 2030", Quito.
- Terminal Puerto Arica (2012), "Greenhouse Gas Report", <http://www.tpa.cl/huella2012/>.
- Vagle, R.O. (2013), "Reefer trade in South America and the growing importance of energy efficiency", actas de la conferencia anual de la Asociación Internacional de Economistas Marítimos (IAME), Marsella (Francia).
- Wilmsmeier, G., B. Tovar y R. J. Sánchez (2013), "The evolution of container terminal productivity and efficiency under changing economic environments", *Research in Transportation Business & Management*, volumen 8, octubre, ISSN 2210-5395, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rtbm.2013.07.003>.