

Recepción: 24/08/2017

Aceptación: 31/04/2017

Publicación: 23/02/2018

FACTORES IMPULSORES DE LA INVERSIÓN EN MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL TRANSPORTE MARÍTIMO DE MERCANCÍAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

INVESTMENT DRIVERS FOR ENERGY EFFICIENCY MEASURES IN MARITIME SHIPPING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Ángeles Longarela-Ares¹

1. Máster Universitario en Administración y Dirección de Empresas (MBA), Máster Universitario en Banca y Finanzas, Licenciada en Administración y Dirección de Empresas por la Universidade da Coruña. Investigadora Predoctoral Xunta de Galicia (Plan I2C). Universidade da Coruña, Grupo de Investigación en Regulación, Economía y Finanzas (GREFIN), Departamento de Empresa, Facultad de Economía y Empresa, Elviña, 15071 A Coruña, España. E-Mail: angeles.maria.longarela.ares@udc.es. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0488-4950>

Citación sugerida:

Longarela-Ares, Á. (2018). Factores impulsores de la inversión en medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo de mercancías: Una revisión sistemática de la literatura. *3C Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 7(1), 12-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3cemp.2018.070133.12-31/>.

RESUMEN

La reducción de emisiones nocivas y costes energéticos derivados de los buques de mercancías son objetivos clave para el transporte marítimo. Una mayor inversión en medidas costo-eficientes podría ayudar a alcanzar estas metas. En consecuencia, estudiar los factores que incentivan su adopción se vuelve de interés para fomentar la inversión. Este trabajo presenta una revisión de literatura sobre inversión en eficiencia energética en el transporte marítimo, con especial atención a la toma de decisiones e impulsores de la inversión.

ABSTRACT

The reduction of harmful emissions and energy costs derived from merchant ships are key objectives for maritime shipping. Greater investment in cost-efficient measures could help achieve these goals. Consequently, the study of the factors that incentivise their adoption becomes interesting to encourage investment. This paper presents a literature review of investment in energy efficiency in maritime shipping focusing on decision-making and investment drivers.

PALABRAS CLAVE

Eficiencia Energética, Inversión, Impulsores, Toma de Decisiones, Transporte Marítimo de Mercancías.

KEY WORDS

Energy efficiency, Investment; Drivers; Decision-making; Maritime Shipping.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe un creciente interés por el fomento de las inversiones en medidas de eficiencia energética en sectores como el residencial, el industrial y el transporte. Este interés viene propiciado por los efectos nocivos de la contaminación y por los elevados costes que puede suponer el consumo energético.

En el caso del transporte marítimo, a pesar de ser uno de los medios que menos emisiones nocivas genera, la necesidad de una mayor eficiencia energética es evidente. Esto se debe a la tendencia al aumento progresivo del comercio por vía marítima, que actualmente supone el 90% del tráfico de mercancías mundial (International Maritime Organization (IMO), 2009; Rojon y Dieperink, 2014). El aumento progresivo del comercio por mar lleva parejo un incremento del consumo energético de los buques y, por lo tanto, mayores emisiones nocivas y costes energéticos. Debido a las previsiones del incremento de emisiones (hasta un 250% en 2050 (International Maritime Organization (IMO), 2014)), y el alto porcentaje que los costes energéticos implican dentro de los costes operacionales de los buques (60-70%) (Rehmatulla y Smith, 2015a) su reducción se convierte en un punto clave de las decisiones políticas y empresariales. Este hecho se ve potenciado por los requisitos gubernamentales, orientados a la protección del medio ambiente y por la búsqueda de un mayor ahorro económico por parte de las empresas de transporte marítimo.

Para aumentar la eficiencia energética en los buques de mercancías es importante el fomento de aquellos factores impulsores que incentiven la inversión. Esto permitiría aumentar el número de tareas realizadas manteniendo el mismo consumo de energía o reducir la energía empleada a la hora de realizar una actividad (Croucher, 2011). Una mayor inversión en medidas costo-eficientes implica que realizando la menor inversión posible se consiga el mayor efecto, es decir, que la inversión tenga una buena relación coste/eficacia.

Sin embargo, a pesar de que existen fuerzas impulsoras, también existen diversos obstáculos que dificultan la toma de decisiones de inversión en eficiencia energética y reducen la velocidad de difusión de las innovaciones (Brown, 2001). Reducir estas barreras y potenciar las fuerzas impulsoras permitiría aumentar el nivel de inversión en medidas costo-eficientes e innovadores y podría contribuir a que el transporte de mercancías se afianzase como sector estratégico en Europa.

En este documento se presenta una revisión de la literatura sobre las fuerzas impulsoras de la toma de decisiones de inversión en eficiencia energética, centrándose en el transporte marítimo de mercancías, para crear una visión general sobre el estado actual de la cuestión.

La estructura del presente documento se recoge a continuación: la sección “Metodología” explica el proceso de revisión llevado a cabo; la sección “Resultados” aborda el estado actual de la cuestión a partir de la literatura seleccionada y la sección “Conclusiones” presenta una breve reflexión sobre el estado actual de la cuestión y recomendaciones de futuras líneas de investigación.

2. METODOLOGÍA

Para realizar la revisión de literatura que se presenta en este trabajo se llevó a cabo una estrategia de búsqueda sistemática (Tranfield et al., 2003; vom Brocke et al. 2009) y se siguieron recomendaciones de rigor metodológico para revisiones de literatura. El objetivo es obtener una visión global del estado del arte sobre el tema e identificar las líneas de investigación más relevantes.

La revisión se ha desarrollado considerando las bases de datos electrónicas Web of Science y Scopus. Se emplearon como términos de búsqueda las palabras “energy efficiency”, “investment”, “decision-making”, “maritime transport” y “driver”. Siguiendo el enfoque utilizado en Engelken et al. (2016), se buscaron dichos términos en el título, *abstract* y palabras clave de los artículos, con variaciones (“shipping” en lugar de “maritime transport”) y combinaciones de los mismos. Se asumió que si los términos de búsqueda no podían ser encontrados dentro de estos campos el artículo no se centraba en el tema objeto de estudio.

En la primera búsqueda se incluyeron exclusivamente artículos académicos en inglés con *peer-review*, debido a la mayor calidad de estas publicaciones en comparación con contribuciones a congresos u otro tipo de publicaciones (vom Brocke et al. 2009). Se omitieron también libros, capítulos de libro y documentos de discusión. Se obtuvieron 1251 artículos publicados hasta febrero de 2017.

Posteriormente, se filtraron los artículos obtenidos según criterios de calidad y afinidad temática. Se excluyeron aquellos artículos publicados en revistas académicas con un JCR Impact Factor 2015 o CiteScore de Scopus 2015 inferior al 0,7 o equivalente (Bouncken, 2015), para mantener el umbral de calidad. Se descartaron las publicaciones no relacionadas con las áreas de Economía y Empresa, Energía y Medio Ambiente y Transporte para garantizar la afinidad temática con el objeto de la revisión. A la hora de seleccionar los artículos relacionados o no con las mencionadas áreas el proceso se basó en la clasificación temática que las bases de datos utilizadas hacen de las revistas científicas. Para los artículos restantes, se aplicó el criterio de la autora al considerar la proximidad del tema de las publicaciones con el objeto de la revisión. Además, con el fin de evitar duplicidades se eliminaron aquellos trabajos que aparecían repetidos en las bases de datos utilizadas y en las diferentes combinaciones de términos utilizadas. Este proceso llevó a la exclusión de 1218 artículos.

Para evitar pasar por alto estudios relevantes, se analizaron adicionalmente las referencias de los trabajos identificados a través de la metodología descrita. Adicionalmente, y debido a la novedad del tema y al interés de los informes profesionales y técnicos de los sectores del transporte marítimo y la energía, se incluyeron también estudios relevantes de instituciones internacionales. Este proceso llevó a la adición de 12 artículos. En base a esto, la lista de literatura revisada finalmente supone un total de 45 referencias bibliográficas, tal como se recoge en la Tabla 1.

Para identificar los temas principales de la revisión, se analizó la muestra varias veces y se desarrollaron patrones de temas recurrentes. Se agruparon las publicaciones según

categorías previamente definidas: eficiencia energética en el transporte marítimo, decisiones de inversión y fuerzas impulsoras de la inversión en eficiencia energética, en general y en el transporte marítimo. Posteriormente, se procedió a su análisis.

Tabla 1. Selección de literatura.

Resultados de búsqueda	Número de Artículos
Web of Knowledge	740
Scopus	511
Total de artículos de bases de datos	1251
Razones para la exclusión	
Duplicados	62
Artículos que no cumplen los criterios de calidad establecidos	176
Artículos de áreas científicas no afines	859
Artículos sin relación directa con el tema	121
Artículos excluidos	1218
Resultados de búsqueda en bases de datos	33
Resultados de búsqueda en las referencias	12
Total de Artículos incluidos en la Revisión de Literatura	45

3. RESULTADOS

Existen pocos estudios centrados en la inversión en medidas de eficiencia energética en el ámbito del transporte marítimo y, en concreto, en las fuerzas impulsoras de la inversión. La mayoría de autores llevaron a cabo sus investigaciones en sectores como el residencial o el industrial. Sin embargo, hay puntos en común que pueden ser aplicados, con particularidades, al sector marítimo. Tras realizar una selección de literatura sobre el tema, se ha visto que los temas más recurrentes son: la brecha de eficiencia energética, las barreras a la inversión en eficiencia energética y las fuerzas impulsoras que pueden ayudar a superar o reducir dichas barreras.

Las principales barreras a la eficiencia energética pueden ser catalogadas en diversos tipos. Una de las clasificaciones más extendidas distingue entre barreras organizacionales, comportamentales y económicas (Sorrell et al. 2000; Thollander y Palm, 2013). A su vez, dentro de las barreras económicas se encuentran las barreras de mercado (falta de acceso a capital, costes ocultos, riesgo, etc.) y los fallos de mercado (conflictos de intereses o *split incentives* entre las partes implicadas en la decisión de inversión (armador-fletador en el transporte marítimo), fallos informacionales, problemas de agencia entre la parte que asume el desembolso de capital (generalmente, el armador) y la parte que se apropia del ahorro energético (generalmente, el fletador), etc.) (DeCanio, 1993; Velthuisen, 1993; Jaffe y Stavins, 1994a, 1994b; Sorrell et al. 2000; Acciaro et al. 2013; Rojon y Dieperink, 2014; Armstrong y Banks, 2015; Balland et al. 2015; Rehmatulla et al. 2015a).

Estas barreras inhiben las decisiones de inversión y dificultan la adopción de medidas costo-eficientes. Su existencia da lugar a una brecha de eficiencia energética o *energy efficiency*

gap, entendida como la diferencia entre el nivel de inversión actual y un nivel superior que sería el óptimo desde el punto de vista del consumidor o empresa (Hirst y Brown, 1990; DeCanio, 1998a; Jaffe y Stavins, 1994a, 1994b; Sorrell et al. 2000; Brown, 2001; Acciaro et al. 2013; Jafarzadeh y Utne, 2014).

Para superar las barreras causantes de la brecha de eficiencia energética y, en consecuencia, reducir las emisiones nocivas a la atmósfera y los costes de consumo energético se deben potenciar las fuerzas impulsoras (*driving forces*) o factores impulsores (*drivers*), objeto de este trabajo.

Una fuerza impulsora es un factor que puede ayudar a reducir o superar una barrera o motivar la inversión en medidas de eficiencia energética (Thollander and Ottosson, 2008; Sudhakara Reddy, 2013; Wentemi Apeaning y Thollander, 2013). Estas fuerzas pueden clasificarse, según Thollander y Ottosson (2008), en tres grupos relacionados con: el mercado (reducción de costes energéticos, aumento de precios de la energía y competencia internacional), con las políticas energéticas (subvenciones o préstamos, información de expertos y auditorías energéticas) y con aspectos organizacionales y comportamentales (imagen responsable con el medioambiente, gestores comprometidos, estrategias a largo plazo, gestión ambiental y condiciones de trabajo). Autores como Sudkhara Reddy (20013) distinguen entre seis impulsores específicos: la concienciación, la disminución de los precios de la tecnología, el aumento de los precios de la energía, el atractivo de la tecnología, los beneficios no energéticos y las regulaciones ambientales.

Otras clasificaciones identifican factores económicos, regulatorios, informacionales y de formación como las de Trianni et al. (2013) y Cagno et al. (2015); factores financieros, informacionales, organizacionales y externos como la de Thollander et al. (2013) y factores económicos, factores relacionados con el cumplimiento de los requisitos legales y los requisitos del consumidor, como la categorización de Armstrong y Banks (2015). Hrovatin et al. (2016) siguen la clasificación de fuerzas impulsoras de Thollander y Ottosson (2008) y añaden una cuarta categoría, la regulación.

En cualquier caso, todas las clasificaciones coinciden en la definición de las mismas fuerzas impulsoras, las cuales se recopilarán en este trabajo. Su estudio contribuye a crear una visión más amplia para ayudar a los responsables de las políticas relacionadas con estos factores, a las empresas y a los decisores a conocerlas mejor y a potenciar su efecto positivo sobre la inversión en eficiencia energética.

Como se ha comentado, la mayoría de los autores han llevado a cabo sus investigaciones en el ámbito residencial e industrial, por lo que se tratará en primer lugar la literatura relacionada con estos ámbitos y, posteriormente, aquella relacionada con el sector del transporte marítimo, al cual se pueden trasladar las fuerzas impulsoras de otros sectores.

Sector residencial

Blumstein et al. (1980) fueron unos de los primeros autores en estudiar las barreras a la inversión en medidas de eficiencia energética y cómo superarlas en el ámbito residencial.

Propusieron una clasificación de las mismas (conflicto de intereses, falta de información, regulación, estructura del mercado, financiación y costumbre) como resultado de una serie de entrevistas y recalando la necesidad de incrementar los esfuerzos por superar las barreras a la inversión. Jaffe y Stavins (1994a, 1994b) son también autores destacados a la hora de hablar de barreras y de la brecha de eficiencia energética, definiendo la relación propietario-inquilino o *landlord-tenant* entre el decisor de la inversión (propietario) y quien se beneficia del ahorro en costes energéticos (inquilino) en el ámbito residencial. Esta relación puede ser trasladada al ámbito del transporte marítimo como la relación armador-fletador. Sin embargo, son autores que se centraron más en barreras que en fuerzas impulsoras.

Halme et al. (2005) identificaron las principales tendencias en temas de sostenibilidad y se centraron en la demanda y oferta de productos de casas unifamiliares eficientes, en las oportunidades empresariales y en la gestión de la transición hacia un negocio ambientalmente sostenible. Consideran que los costes del ciclo de vida y de inversión son factores que influyen en la toma de decisiones y que el aumento de los precios de la energía, la aplicación de tasas y los certificados energéticos pueden ayudar a incentivar la inversión.

Cooremans (2012), a diferencia de otros autores, no se centra tanto en las barreras y fuerzas impulsoras ni en la brecha de eficiencia energética. Su estudio se basa en factores organizacionales y externos que influyen en el proceso de toma de decisiones, en los actores implicados y en las características de la inversión. Su objetivo es ver si las características de la inversión en eficiencia energética son relevantes para las empresas, en línea con un trabajo similar de DeCanio y Watkins (1998b) que afirmaba que las características de la empresa eran importantes a la hora de invertir. Cooremans (2012) crea un modelo de toma de decisiones de inversión y ve que la categoría de la inversión influye en la evaluación y requisitos de rentabilidad y en la decisión tomada y, que más del 50% de las empresas estudiadas no consideran las inversiones en eficiencia energética como categoría.

Wang et al. (2015) utiliza el análisis de costo-beneficio para superar las barreras a la inversión en eficiencia energética en el sector residencial chino. Considera que las dificultades de financiación podrían ser aliviadas, o incluso no ser consideradas como barreras, y su modelo puede ayudar a tomar decisiones efectivas en la promoción de la política de renovación de edificios.

Aravena et al. (2016) se centraron en el sector residencial irlandés examinando un esquema de eficiencia energética (*Government's Home Energy Saving (HES)*) e investigaron los motivos para invertir en medidas costo-eficientes en tres fases del proceso de decisión. Estas fases son: decidir solicitar subvenciones o financiación; decidir invertir después de obtener financiación y decidir invertir en medidas adicionales después de la decisión anterior. Se centraron en conocer las motivaciones para invertir y la coherencia entre ellas a lo largo del proceso de decisión y al considerar diferentes medidas. Además de barreras económicas consideraron la importancia de factores psicológicos, sociales y ambientales. Concluyeron que los factores monetarios o económicos eran el principal motivo para invertir y, a pesar de ser un factor secundario, una mayor comodidad y conveniencia

también influían en la decisión de inversión. Sin embargo, vieron que los beneficios ambientales apenas afectaban a las decisiones. Si se aplicase al transporte marítimo, la comodidad y la conveniencia no parecen directamente extrapolables, sin embargo, los beneficios ambientales podrían ser más relevantes.

3.1. SECTOR INDUSTRIAL Y EMPRESARIAL

En el sector industrial, Harris y Anderson (2000) investigaron los factores que influyen en la decisión de una empresa al invertir en eficiencia energética y prestan especial atención a las implicaciones políticas, aunque no en factores impulsores propiamente dichos. El estudio se basa en una encuesta de 100 empresas participantes en el Programa de Auditoría de Energía Empresarial (EEAP) del Gobierno del Commonwealth, entre 1991 y 1997 para conocer los niveles de implementación de las recomendaciones de los informes de auditoría en cada empresa. Se centraron en las reglas que utilizan las empresas en sus decisiones de inversión para evaluar inversiones como, por ejemplo, el Valor Actual Neto o *Payback*. Vieron que el criterio más utilizado era el *Payback* y que la implementación de las recomendaciones era alta y las auditorías eran rentables.

DeGroot et al. (2001) llevaron a cabo un estudio para identificar los factores que determinan el comportamiento a la hora de invertir por parte de las empresas y ver si variaban entre sectores y tipos de empresas. Con una muestra de 135 organizaciones de 9 sectores industriales y aplicando los modelos de elección discreta llegaron a la conclusión de que los ahorros en costes por la reducción del uso de energía y las políticas relacionadas con la financiación pública o temas fiscales son fuerzas impulsoras relevantes a la hora de favorecer la toma de decisiones de inversión en eficiencia energética.

Del Rio González (2005) analizó tres conjuntos de factores interrelacionados que previenen, pero también estimulan, la adopción de tecnologías limpias: los factores externos e internos de la empresa, las condiciones de los posibles adoptantes y las características de la tecnología ambiental, aplicado a la industria de la pasta y el papel en España. Concluyen que las decisiones de inversión son el resultado de una interacción entre estos factores y recomiendan políticas públicas para la promoción efectiva y eficiente de la difusión de tecnología limpia.

Thollander y Ottosson (2008) clasificaron las fuerzas impulsoras en factores relacionados con el mercado, instrumentos políticos, políticas energéticas potenciales y factores comportamentales y organizacionales, aplicando su estudio al sector industrial del papel. Su estudio es uno de los primeros trabajos que proporciona una clasificación de las fuerzas impulsoras teniendo en cuenta estudios previos sobre cómo influyen en las inversiones en tecnologías limpias. Hrovatin et al. (2016) sigue la clasificación de fuerzas impulsoras de Thollander y Ottosson (2008) y añade una cuarta categoría de regulación. Emplea datos sobre inversiones reales en lugar de las previstas, examina las decisiones de inversión a lo largo de varios años y examina las relaciones entre los diferentes tipos de inversiones. Concluye que es menos probable que exista brecha de eficiencia energética en las empresas grandes y con buenos resultados, por lo que las medidas de política deberían

dirigirse especialmente a PYMEs. Otros trabajos que se centran en PYMEs son, por ejemplo, el de Henriques y Catarino (2016) y Fresner et al. (2017).

Hasanbeigi et al. (2009) investigaron las barreras y fuerzas impulsoras para la mejora de la eficiencia energética en la industria tailandesa. Vieron que la reducción del coste del producto mediante la disminución del coste energético es el principal motor de la inversión y que diversas políticas de eficiencia energética pueden afectar el proceso de toma de decisiones. Otros factores impulsores de la inversión son el aumento de precios de la energía, la influencia en la calidad del producto, la mejora de la reputación mediante una imagen responsable con el medioambiente y el cumplimiento de la regulación sobre emisiones.

Wentemí Apeaning y Thollander (2013) llevaron a cabo una investigación cualitativa sobre las barreras y factores impulsores de la implementación de medidas de eficiencia energética y prácticas de gestión energética en el sector industrial de un país en vías de desarrollo como Ghana. Identificaron la existencia de una brecha de eficiencia energética que produce una lenta adopción de estas medidas y vieron que las principales barreras eran de carácter económico, como la falta de acceso a capital, y la falta de un marco político adecuado. En cuanto a factores impulsores, las reducciones de costes resultantes de un menor consumo energético y el aumento de los precios de la energía como los más relevantes.

De acuerdo a Trianni et al. (2013) para mejorar la eficiencia energética se debe pasar por varias fases en el proceso de toma de decisiones: concienciación, identificación de necesidades y oportunidades, identificación tecnológica y planificación de la intervención adecuada, análisis financiero y de la financiación e instalación efectiva, puesta en marcha y formación. En cada paso, existirán barreras y factores impulsores de carácter económico-financiero, regulatorio e informacional.

Cagno y Trianni (2013) se centraron en los medios que promueven la adopción de medidas de eficiencia energética en PYMEs y en los aspectos que pueden influir en las fuerzas impulsoras de la inversión. Desarrollaron una investigación empírica con empresas italianas basada en el estudio de casos. La investigación señala como fuerzas impulsoras la financiación pública, las presiones externas, como el aumento de los precios de la energía, la introducción o aumento de las tarifas de los recursos consumidos y las emisiones contaminantes, la presencia en la compañía de personas ambiciosas y con espíritu emprendedor y la sensibilidad de la gerencia al tema. A su vez, presentan un análisis preliminar de cómo el tamaño de la empresa, el sector, la complejidad de la cadena de suministro y las características de innovación pueden afectar a los factores impulsores de la inversión. Posteriormente, Cagno et al. (2015) realizaron una investigación en empresas manufactureras holandesas para conocer los instrumentos políticos, las fuerzas impulsoras y las barreras en el proceso de decisión de inversión en PYMEs y el papel que cada actor juega en las diferentes fases del proceso, basándose en las clasificaciones de barreras previamente utilizadas por autores como Trianni et al. (2013).

La clasificación de Cagno y Trianni (2013) sirvió como base para Brunke et al. (2014) quienes se centraron en estudiar las fuerzas impulsoras y las barreras a la inversión en eficiencia

energética en la industria siderúrgica sueca, a través de un enfoque de métodos mixtos. Determinaron que las principales barreras y fuerzas impulsoras recaen dentro de las categorías económica y comportamental. Asimismo, vieron que las empresas necesitan priorizar la gestión energética dentro de la organización como factor impulsor para la adopción de medidas costo-eficientes y consideraron otros factores impulsores, como aspectos regulatorios e informacionales.

Lee (2014) estudió las fuerzas impulsoras en la industria siderúrgica y encontró que los factores basados en el mercado y los de comportamiento desempeñan un papel importante en la inversión en eficiencia energética hacia el desarrollo sostenible y afectan seriamente a la eficiencia energética en la industria.

Finalmente, en Trianni et al. (2017) desarrollan un marco para describir el efecto de los impulsores sobre las barreras en el proceso de toma de decisiones e identificar las principales partes interesadas en promoverlos. Además, definen las fuerzas impulsoras desde la perspectiva del tomador de decisiones de inversión. Identifican, de este modo, factores internos y externos y, a su vez, distinguen factores relacionados con cuestiones reglamentarias, económicas, informativas y de capacitación profesional.

3.2. SECTOR DEL TRANSPORTE MARÍTIMO

En el transporte marítimo, Acciaro et al. (2013) han estudiado los factores que determinan la brecha de eficiencia energética a través de encuestas a compañías navieras noruegas. Su objetivo era comprender las barreras, especialmente técnicas. Concluyen que además de los factores técnicos, las cuestiones legales y de gestión pueden suponer obstáculos importantes para la implementación de medidas de eficiencia energética en buques y, aunque no abordan especialmente el tema de las fuerzas impulsoras, señalan que los incentivos financieros y la regulación pueden ayudar a superar las barreras.

Stulgis et al. (2014) y Stevens et al. (2015) también consideran como factores impulsores importantes la regulación de las emisiones nocivas (*Emission Control Areas* (ECAs) y *Energy Efficiency Design Index* (EEDI)) y el aumento de la eficiencia operacional de los buques a través de directrices de la IMO (*Ship Energy Efficiency Management Plan* (SEEMP)) y los mecanismos financieros. Stulgis et al. (2014) se centra, especialmente, en la financiación a través de terceros o *Third-Party Financing* y Stevens et al. (2015) hace referencia a la financiación pública.

Autores como Rojon y Dieperink (2014) y Rehmatulla et al. (2015b) se centraron en identificar las barreras y factores impulsores o oportunidades para la adopción de tecnologías de propulsión mediante el viento. En el caso de Rojon y Dieperink (2014), adoptaron un enfoque de sistemas de innovación tecnológica. Para su estudio llevaron a cabo una revisión de artículos de periódico sobre el tema en buscadores del ámbito marítimo, como Lloyds List o Lexus Nexus, y realizaron entrevistas semiestructuradas con expertos del sector y proveedores de las tecnologías analizadas. Llegaron a la conclusión de que las diferentes barreras podrían ser superadas con una mayor difusión del conocimiento sobre las tecnologías de propulsión mediante el viento, mecanismos financieros alternativos y mecanismos basados en el mercado y una mayor implicación política y

normativa. Rehmatulla et al. (2015b) se centraron en el estudio de la viabilidad de las tecnologías de propulsión mediante el viento como medida de eficiencia energética en los buques y en las barreras a la inversión desde el punto de vista de los proveedores de la tecnología y de los usuarios. Para ello llevaron a cabo un estudio empírico basado en un análisis de contenido cualitativo. Mediante el análisis de los datos obtenidos en encuestas y workshops determinaron que, para superar barreras como la falta de capital, los conflictos de intereses y los problemas informacionales, un factor impulsor importante podría ser la financiación a través de terceros.

Otros autores, como Jafarzadeh y Utne (2014), se centran en la superación de las barreras a la adopción de medidas costo-eficientes mediante el desarrollo de un marco de referencia que muestre las barreras para los armadores y los gerentes de energía. Su marco de referencia consiste en: analizar las barreras, determinar su criticidad, asignar posibles medidas para superar las barreras más críticas, evaluar la influencia de la superación de algunas barreras sobre los demás y documentar los resultados y el seguimiento. Este proceso puede ayudar a armadores y gerentes de energía a priorizar y superar las barreras para mejorar la eficiencia energética de los buques y ser de utilidad a investigadores y políticos. Además, es aplicable no solo al ámbito marítimo sino en general.

Armstrong y Banks (2015) estudian las barreras a la adopción de medidas costo-eficientes en el transporte marítimo. Adoptan un enfoque sistémico o basado en procesos para el estudio de la implementación de cambios operacionales y para conseguir optimizar la eficiencia energética. El motivo para ello es simplificar el flujo de información y las responsabilidades para una toma de decisiones efectiva e informada, al contar con la integración de los diferentes *stakeholders* implicados en grandes organizaciones.

Balland et al. (2015) estudiaron la brecha de eficiencia energética en el transporte marítimo, las barreras que la ocasionan y los criterios a la hora de seleccionar medidas de control de emisiones costo-eficientes que puedan ayudar a tomar decisiones de inversión más adecuadas a las preferencias del decisor. Para ello, desarrollaron un modelo de optimización multicriterio para la selección de controles de emisiones que incorpora factores cualitativos y subjetivos y lo aplicaron a la compañía Grieg Shipping. Los autores concluyen que los factores no financieros tienen un papel relevante en la toma de decisiones y selección de los controles de emisiones, pero no se centran en profundidad en los factores impulsores de la inversión en medidas de eficiencia energética.

3.3. FUERZAS IMPULSORAS DE LA INVERSIÓN EN EFICIENCIA ENERGÉTICA

Una vez revisada la literatura, se llegó a la conclusión de que las fuerzas impulsoras de los ámbitos residencial e industrial son aplicables al transporte marítimo de mercancías y, que en general, la mayoría de los autores identifican los mismos factores en sus estudios. A continuación, se recogen las fuerzas impulsoras de la inversión en medidas de eficiencia energética más recurrentes en la literatura revisada, prestando especial atención al sector del transporte marítimo. Asimismo, en las tablas 2 y 3 se resumen las fuerzas impulsoras en

los ámbitos residencial e industrial y en el transporte marítimo, respectivamente, haciendo referencia a algunos de los autores considerados.

- **Mecanismos económico-financieros:**

- **Financiación a través de terceros o *Third-Party Financing*:** permitiría superar barreras como la falta de acceso a capital, el conflicto de intereses y los problemas informacionales (Rehmatulla et al. 2015b). Son métodos usados en el ámbito residencial y el de las energías renovables conocidos como Energy Service Company (ESCO) y que pueden ser adaptados al ámbito del transporte marítimo, con métodos conocidos como *Self-Financing Fuel-Saving Mechanism* (SFFSM) y *Saves as You Sail* (SAYS) (Painuly et al. 2003; BASE, 2006; Wentemi Apeaning y Thollander, 2013; Stulgis et al. 2014; Rehmatulla et al. 2015b). En estos modelos financieros, un tercero aporta el capital inicial de la inversión y obtiene un retorno del ahorro en coste de combustible generado por las ganancias en eficiencia que se derivan de la tecnología implantada.
- **Financiación pública:** el acceso a subvenciones y préstamos, los incentivos financieros por parte de los responsables políticos o la creación de un fondo de tecnología marítima de bajas emisiones de carbono (un Fondo Fiduciario de múltiples donantes o *Multi-Donor Trust Fund* (MDTF)) por parte de la IMO (Rojon y Dieperink, 2014) podrían proporcionar el tipo de capital que permitiría a las empresas probar nuevas tecnologías (Blumstein et al. 1980; deGroot et al. 2001; BASE, 2006; Hasanbeigi et al. 2009; Acciaro et al. 2013; Cagno y Trianni, 2013; Cagno et al. 2015; Brunke et al. 2014; Jafarzade y Utne, 2014; Lee, 2014; Rehmatulla et al. 2015b; Stevens et al. 2014; Trianni et al. 2017).
- **Reducción de Costes:** autores como DeGroot et al. (2001), del Rio González (2005), Thollander y Ottosson (2008), Hasanbeigi et al. (2009), Wentemi Apeaning y Thollander (2013), Brunke et al. (2014), Lee (2014) y Cagno et al. (2015) consideran que la reducción de costes resultantes de un menor uso de energía también puede actuar como un impulsor para implementar medidas de eficiencia energética.
- **Mecanismos basados en el mercado (*market-based mechanisms*):** estos mecanismos consisten en colocar un precio en las emisiones de GHG y así, aumentar los costes del consumo de combustible para reducir las emisiones nocivas y potenciar la adopción de tecnologías costo-eficientes (International Maritime Organization (IMO), 2009, Rojon y Dieperink, 2014). Adicionalmente, los mecanismos basados en el mercado permitirían la generación de fondos para la adaptación y transferencia de tecnologías. Otros autores como Blumstein et al. (1980), de Groot et al. (2001), Halme et al. (2005), Cagno y Trianni (2013), Wentemi Apeaning y Thollander (2013), Lee (2014) y Cagno et al. (2015) también consideran como un factor impulsor la introducción o aumento de las tasas sobre los recursos energéticos consumidos o sobre las emisiones contaminantes.
- **Regulación y políticas:** los impactos medioambientales ocasionados por las emisiones de la industria marítima atraen cada vez más la atención de legisladores y organizaciones (Blumstein et al. 1980; de Groot et al. 2001; BASE, 2006; Hasanbeigi et al. 2009; Stevens et al. 2015; Hrovatin, 2016; Trianni et al. 2017). Esta situación genera una presión sobre las compañías navieras para encontrar nuevas formas de reducir su

impacto en el entorno (Acciaro et al. 2013). Las directrices de la IMO para el control de emisiones en determinadas zonas (*Emission Control Areas (ECAs)*), para la reducción de las emisiones en los barcos construidos desde 2013 (*Energy Efficiency Design Index (EEDI)*) y el plan para aumentar la eficiencia operacional de los buques (*Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)*) y prevenir la contaminación atmosférica, suponen un incentivo a la inversión en eficiencia energética por parte de los propietarios de los buques, debido a su obligado cumplimiento (Stulgis et al. 2014; Armstrong y Banks, 2015; Cagno et al. 2015; Rehmatulla et al. 2015b). Los certificados de ahorro energético también se consideran motores para la implementación de medidas costo-eficientes (Wentemi Apeaning y Thollander, 2013; Halme et al. 2005, Aravena et al. 2016), así como las iniciativas de la Unión Europea que buscan mejorar la obtención de información verificada y fiable sobre la operativa de los buques (*Monitoring Reporting and Verification (MRV)*) (Armstrong y Banks, 2015). Además, la adopción de estándares internacionales, como ISO50001, por parte de las compañías puede favorecer la implementación de medidas operacionales (Jafarzadeh y Utne, 2014; Armstrong y Banks, 2015).

- **Redes empresariales e iniciativas grupales:** compartir experiencias dentro de una misma industria y entre los departamentos de una empresa hace más accesible la información, reduce el coste de obtenerla y favorece la difusión del conocimiento sobre medidas de eficiencia energética innovadoras. Esto ayuda a mejorar la comunicación entre los *stakeholders* de una misma organización y facilita la toma de decisiones de inversión (Hasanbeigi et al. 2009; Wentemi Apeaning y Thollander, 2013; Jafarzadeh y Utne, 2014; Rojon y Dieperink, 2014; Armstrong y Banks, 2015). Autores como Rojon y Dieperink (2014) consideran que la IMO podría jugar un papel importante en este sentido y Rehmatulla et al. (2015b) creen que una mayor financiación pública, que permitiese probar nuevas tecnologías, permitiría recopilar información útil sobre su funcionamiento. Se debe a que un mayor conocimiento de su operativa incrementaría la disposición de los decisores a probar nuevas medidas (Blumstein et al. 1980; Cagno y Trianni, 2013). Estas iniciativas animarían a los propietarios de los buques a invertir, harían que los bancos y prestamistas estuviesen más dispuestos a financiar la implementación de medidas de eficiencia energética y permitirían superar las barreras relacionadas con fallos informacionales, como la falta de mejores sistemas de monitorización y verificación de datos (Jafarzadeh y Utne, 2014).
- **Aumento de los precios de la energía:** el incremento de los precios del petróleo y sus fluctuaciones son considerados factores impulsores importantes para la inversión en medidas que permitan un mayor ahorro en costes energéticos (DeGroot et al. 2001; del Rio González, 2005; Rohdin et al. 2007; Thollander y Ottosson, 2008; Hasanbeigi et al. 2009; Cagno y Trianni, 2013; Wentemi Apeaning y Thollander, 2013; Rojon y Dieperink, 2014; Rehmatulla, 2015b). Se debe a que, al aumentar los precios, o bien se hace necesario buscar energías alternativas o mejorar las tecnologías o medidas adoptadas para reducir los costes de consumo energético. Según De Groot et al. (2001), del Rio González (2005), Thollander y Ottosson (2008) y Wentemi Apeaning y Thollander (2013) el aumento de precios de la energía es una fuerza impulsora relacionada con el mercado y asociada con la necesidad de la empresa de incrementar o garantizar dividendos futuros.

- **Otros factores que favorecen la inversión:** algunos autores, además de los impulsores comentados, consideran que determinadas políticas empresariales y estudios previos a la decisión de inversión pueden reducir riesgos y fomentar la adopción de medidas costo-eficientes.
 - Jafarzadeh y Utne (2014) apuestan por una mejor gestión de los presupuestos y ven en el análisis de sensibilidad una forma de ayudar a verificar los efectos de posibles variaciones futuras como, por ejemplo, los efectos de los precios del combustible sobre la viabilidad económica de una inversión.
 - Autores como Thollander y Ottoson (2008), Hasanbeigi et al. (2009), Cagno y Trianni (2013), Lee (2014), Cagno et al. (2015), Brunke et al. (2014) consideran fuerzas impulsoras importantes las cuestiones relacionadas con la gestión energética, la realización de auditorías energéticas, la ambición de los tomadores de decisiones y el compromiso de la alta dirección con la eficiencia energética, especialmente cuando los recursos para las inversiones son limitados.
 - Otra fuerza impulsora relevante es la concienciación medioambiental y la presión de *shareholders* y *stakeholders* para aumentar la imagen responsable de las compañías como parte de sus políticas de Responsabilidad Social Corporativa (deGroot et al. 2001; Wentemi Apeaning y Thollander, 2013; Lee, 2014; Rojon y Dieperink, 2014; Armstrong y Banks, 2015; Cagno et al. 2015; Trianni et al. 2017).

Tabla 2. Fuerzas impulsoras de la inversión en medidas de eficiencia energética en el ámbito residencial e industrial.

<i>Driving forces o Fuerzas Impulsoras /Autores</i>	DeGroot et al. (2001)	Halme et al. (2005)	Thollander y Ottoson (2008), Thollander et al. (2013)	Hasanbeigi et al. (2009), Cagno y Trianni (2013), Wentemi Apeaning y Thollander (2013), Brunke et al. (2014), Cagno et al. (2015), Trianni et al. (2017)	Wang et al. (2015), Aravena et al. (2016)
Mecanismos económico-financieros	X	X	X	X	X
Mecanismos basados en el mercado	X	X	X	X	
Regulación y políticas	X	X		X	X
Redes empresariales e iniciativas grupales			X	X	
Aumento de los precios de la energía		X	X	X	
Otros	X	X	X	X	X

Tabla 3. Fuerzas impulsoras de la inversión en medidas de eficiencia energética en el transporte marítimo de mercancías.

<i>Driving Forces</i> o Fuerzas Impulsoras / Autores	Acciario et al. (2013), Stulgis et al. (2014), Stevens et al. (2015)	Jafarzadeh y Utne (2014)	Rojon y Dieperink (2014)	Rehmatulla et al. (2015b)	Armstrong y Banks (2015)
Mecanismos económico- financieros	X	X	X	X	X
Mecanismos basados en el mercado			X		
Regulación y políticas	X	X	X	X	X
Redes empresariales e iniciativas grupales		X	X	X	X
Aumento del precio de la energía			X	X	
Otros		X	X	X	X

4. CONCLUSIONES

Las fuerzas impulsoras juegan un papel importante en la toma de decisiones de inversión en medidas de eficiencia energética. En el transporte marítimo, la decisión de invertir generalmente recae sobre el propietario de los buques.

Como se ha visto, la literatura coincide en que lo primordial para que los decisores lleven a cabo la inversión en una determinada medida es encontrar mecanismos que aumenten la conciencia de los impactos ambientales de la industria naviera y que fomenten la adopción de las innovaciones costo-eficientes. Para lograrlo, se debe facilitar el acceso a financiación y a información sobre las medidas a adoptar, así como establecer estrategias de gestión y actuación política adecuadas. Estos mecanismos pueden ser tanto financieros como legales e incluso iniciativas del ámbito empresarial, pero también son necesarias medidas del ámbito institucional.

La mayoría de estudios sobre la inversión en eficiencia energética en el transporte marítimo son relativamente recientes y escasos, sobre todo en lo que a fuerzas impulsoras se refiere. Se centran especialmente en clasificar las barreras y factores impulsores para ampliar el conocimiento sobre el tema; en la investigación de casos de estudio y en el análisis de las percepciones sobre los factores que inhiben y los que impulsan la adopción de medidas

costo-eficientes, desde el punto de vista de los diferentes actores implicados en la toma de decisiones de inversión.

Estos estudios sirven de ayuda en los sectores que abarcan, entre ellos el del transporte marítimo, para diseñar y proponer estrategias que ayuden a reducir la brecha de eficiencia energética y a buscar soluciones para fomentar la adopción de medidas costo-eficientes e innovadoras.

Se requiere más investigación en áreas como la financiación a través de terceros o *Third-Party Financing* (Brunke et al. 2014; Rehmatulla et al. 2015b; Aravena et al. 2016), el desarrollo de políticas que fomenten el acceso a capitales y a información veraz y de confianza sobre la operativa de los buques y regulaciones que incentiven la implementación de medidas de eficiencia energética.

5. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha contado con la financiación de las ayudas de apoyo a la etapa predoctoral del Plan gallego de investigación, innovación y crecimiento 2011-2015 (Plan I2C) para el año 2014 (Ref. ED481A-2015/224) y de las ayudas “Redes de investigación (redes)” (Ref. ED341D R2016/014), Proxectos Plan Galego IDT, ambas ayudas de la Consellería de Cultura, Educación e Ordenación Universitaria, Xunta de Galicia.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciaro, M., Hoffmann, P.N. y Eide, M.S. (2013). The Energy Efficiency Gap in Maritime Transport, *Journal of Shipping and Ocean Engineering*, 3, 1-10. Recuperado de: <<http://www.davidpublishing.com/davidpublishing/Upfile/3/3/2014/2014030371606417.pdf>>.
- Armstrong, V.N. y Banks, C. (2015). Integrated approach to vessel energy efficiency. *Ocean Engineering*, 110, Part B, 39-48. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.10.024>>.
- Aravena, C., Riquelme, A. y Denny, E. (2016). Money, Comfort or Environment? Priorities and Determinants of Energy Efficiency Investments in Irish Households. *Journal of Consumer Policy*, 39(2), 159-186. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s10603-016-9311-2>>.
- Balland, O., Girard, C., Stein Ove, E. y Fagerholt, K. (2015). Optimized selection of vessel air emission controls-moving beyond cost-efficiency. *Maritime Policy and Management*, 42(4), 362-376. DOI: <<https://doi.org/10.1080/03088839.2013.872311>>.
- BASE (Basel Agency for Sustainable Energy) UNEP Sustainable Energy Finance Initiative (SEFI) (2006). Public finance mechanisms to increase investment in energy efficiency, A Report For Policymakers And Public Finance Agencies, Recuperado de: <<http://energy-base.org/wp-content/uploads/2013/11/SEFI-Public-Finance-Mechanisms-to-Increase-Investment-in-Energy-Efficiency.pdf>>.
- Blumstein, C., Krieg, B., Schipper, L. y York, C. (1980). Overcoming social and Institutional barriers to energy conservation. *Energy*, 5, 355–371. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0360-5442\(80\)90036-5](https://doi.org/10.1016/0360-5442(80)90036-5)>.
- Bouncken, R.B., Gast, J., Kraus, S. y Bogers, M. (2015). Coopetition: a systematic review, synthesis, and future research directions. *Review of Managerial Science*, 9(3), 577-601. <<https://doi.org/10.1007/s11846-015-0168-6>>.
- Brown, M.A. (2001). Market failures and barriers as a basis for clean energy policies. *Energy Policy*, 29(14), 1197-1207. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(01\)00067-2](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(01)00067-2)>.
- Brunke, J.C., Johansson, M. y Thollander, P. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, 84, 509–525. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.078>>.
- Cagno, E. y Trianni, A. (2013). Exploring drivers for energy efficiency within small- and medium-sized enterprises: first evidences from Italian manufacturing enterprises. *Applied Energy*, 104, 276–285. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.10.053>>.
- Cagno, E., Trianni, A., Abeelen, C., Worrell, E. y Miggiano, F. (2015) Barriers and drivers for energy efficiency: Different perspectives from an exploratory study in the Netherlands. *Energy Conversion and Management*, 102, 26-38. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.04.018>>.

- Cooremans, C. (2012). Investment in energy efficiency: do the characteristics of investments matter? *Energy Efficiency*, 5, 497–518. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s12053-012-9154-x>>.
- Croucher, M. (2011). Potential problems and limitations of energy conservation and energy efficiency. *Energy Policy*, 39, 5795-5799. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.011>>.
- DeCanio, S.J. (1993). Barriers within firms to energy-efficient investments. *Energy Policy*, 21, 906-914. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0301-4215\(93\)90178-l](https://doi.org/10.1016/0301-4215(93)90178-l)>.
- DeCanio, S.J. (1998a). The efficiency paradox: bureaucratic and organizational barriers to profitable energy-saving investments. *Energy Policy*, 26 (5), 441–454. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(97\)00152-3](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(97)00152-3)>.
- DeCanio, S. y Watkins, W.E. (1998b). Investment in Energy Efficiency: Do the Characteristics of Firms Matter? *The Review of Economics and Statistics*, 80(1), 95-107. DOI: <<https://doi.org/10.1162/003465398557366>>.
- de Groot, F. H. L., Verhoef, E. T. y Nijkamp, P. (2001). Energy saving by firms: decision-making, barriers and policies. *Energy Economics*, 23(6), 717–740. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(01\)00083-4](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(01)00083-4)>.
- del Rio González, P. (2005). Analysing the factors influencing clean technology adoption: a study of the Spanish pulp and paper industry. *Business Strategy and the Environment*, 14(1), 20–37. DOI: <<https://doi.org/10.1002/bse.426>>.
- Engelken, M., Römer, B., Drescher, M., Welp, I.M. y Picot A. (2016) Comparing drivers, barriers and opportunities of business models for renewable energies: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 795–809. DOI: <<http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.163>>.
- Fresner, J., Morea, F., Krenn, C., Uson, J.A. y Tomasi, F. (2017). Energy efficiency in small and medium enterprises: Lessons learned from 280 energy audits across Europe. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1650-1660. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.126>>.
- Halme, M., Nieminen, J., Nykänen, E., Sarvaranta, L. y Savonen, A. (2005) Business from sustainability: Drivers for energy efficient housing. VTT Tiedotteita - Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, 2310, 3-61. Recuperado de: <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2005/T2310.pdf>>.
- Harris, J., Anderson, J. y Shafron, W. (2000). Investment in energy efficiency: a survey of Australian firms. *Energy Policy*, 28(12), 67–876. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00075-6](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00075-6)>.
- Hasanbeigi, A., Menke, C. y du Pont, P. (2010). Barriers to energy efficiency improvement and decision-making behavior in Thai industry. *Energy Efficiency*, 3(1), 33-37. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s12053-009-9056-8>>.

- Henriques, J. y Catarino, J. (2016). Motivating towards energy efficiency in small and medium enterprises. *Journal of Cleaner Production*, 139(15), 42–50. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.026>>.
- Hirst, E. y Brown, M. (1990). Closing the efficiency gap: barriers to the efficient use of energy. *Resources, Conservation and Recycling*, 3, 267–281. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0921-3449\(90\)90023-W](https://doi.org/10.1016/0921-3449(90)90023-W)>.
- Hrovatin, N., Dolšak, N. y Zorić, J. (2016). Factors impacting investments in energy efficiency and clean technologies: empirical evidence from Slovenian manufacturing firms. *Journal of Cleaner Production*, 127, 475–486. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.039>>.
- International Maritime Organization (IMO) (2009). Buhaug, Ø., Corbett, J.J., Endresen, Ø., Eyring, V., Faber, J., Hanayama, S., Lee, D.S., Lee, D., Lindstad, H., Markowska, A.Z., Mjelde, A., Nelissen, D., Nilsen, J., Pålsson, C., Winebrake, J.J., Wu, W. y Yoshida, K. (Eds.), Second IMO GHG Study 2009, London, UK. Recuperado de <http://www.ce.nl/publicatie/second_imo_ghg_study_2009/941>.
- International Maritime Organization (IMO) (2014). Smith, T.W.P., Jalkanen, J.P., Anderson, B.A., Corbett, J., Faber, J., Hanayama, S., O'Keefe, E., Parker, S., Johansson, L., Aldous, L., Raucci, C., Traut, M., Ettinger, S., Nelissen, D., Lee, D.S., Ng, S., Agrawal, A., Winebrake, J.J., Hoen, M., Chesworth, S. y Pandey A. (Eds.), Third IMO GHG study 2014, London, UK. Recuperado de <http://www.cedelft.eu/publicatie/third_imo_ghg_study_2014/1525>.
- Jafarzadeh, S. y Utne, I.B. (2014). A framework to bridge the energy efficiency gap in shipping. *Energy*, 69, 603–612. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.03.056>>.
- Jaffe, A. y Stavins, R. (1994a). The Energy Paradox and the Diffusion of Conservation Technology. *Resource and Energy Economics*, 16(2), 91–122. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0928-7655\(94\)90001-9](https://doi.org/10.1016/0928-7655(94)90001-9)>.
- Jaffe, A. y Stavins, R. (1994b). The energy-efficiency gap. What does it mean? *Energy Policy*, 22 (10), 804–810. DOI: <[https://doi.org/10.1016/0301-4215\(94\)90138-4](https://doi.org/10.1016/0301-4215(94)90138-4)>.
- Lee, K.H. (2015). Drivers and barriers to energy efficiency management for sustainable development. *Sustainable Development*, 23(1), 16–25. DOI: <<https://doi.org/10.1002/sd.1567>>.
- Painuly, J., Park, H., Lee, M.-K. y Noh, J. (2003). Promoting energy efficiency financing and ESCOs in developing countries: mechanisms and barriers. *Journal of Cleaner Production*, 11(6), 659–665. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00111-7](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00111-7)>.
- Rehmatulla, N. y Smith, T. (2015a). Barriers to energy efficient and low carbon shipping. *Ocean Engineering*, 110, 102–112. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2015.09.030>>.
- Rehmatulla, N., Parker, S., Smith, T. y Stulgis, V. (2015b). Wind technologies: Opportunities and barriers to a low carbon shipping industry. *Marine Policy*, 75, 217–226. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.12.021>>.

- Rohdin, P., Thollander, P. y Solding, P. (2007). Barriers to and drivers for energy efficiency in the Swedish foundry industry. *Energy Policy*, 35(1), 672-677. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.01.010>>.
- Rojon, I. y Dieperink, C. (2014). Blowin' in the wind? Drivers and barriers for the uptake of wind propulsion in international shipping. *Energy Policy*, 67, 394-402. <<http://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.12.014>>.
- Sorrell, S., Schleich, J., Scott, S., O'Malley, E., Trace, F., Boede, E., Ostertag, K. y Radgen, P. (2000). Reducing Barriers to Energy Efficiency in Public and Private Organizations. SPRU's (Science and Technology Policy Research) Recuperado de: <<http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/publications/reports/barriers/final.html>>.
- Stevens, L., Sys, C., Vanellander, T. y van Hassel, E. (2015). Is new emission legislation stimulating the implementation of sustainable and energy-efficient maritime technologies? *Research in Transportation Business and Management*, 17, 14-25. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.10.003>>.
- Stulgis, V., Smith, T., Rehmatulla, N., Powers, J. y Hoppe, J. (2014). Hidden Treasure: Financial Models For Retrofits, Research Report. London, UK: The Carbon War Room y UCL Energy Institute. Recuperado de: <<http://carbonwarroom.com/sites/default/files/reports/CWR%20Shipping%20Efficiency%20Finance%20Report.pdf>>.
- Sudhakara Reddy, B. (2013). Barriers and drivers to energy efficiency - A new taxonomical approach. *Energy Conversion and Management*, 74, 403-416. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.06.040>>.
- Thollander, P., Backlund, S., Trianni, A. y Cagno, E. (2013). Beyond barriers—a case study on driving forces for improved energy efficiency in the foundry industries in Finland, France, Germany, Italy, Poland, Spain, and Sweden. *Applied Energy*, 111, 636–643. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.036>>.
- Thollander, P. y Ottosson (2008). An energy-efficient Swedish pulp and paper industry - exploring barriers to and driving forces for cost-effective energy efficiency investments. *Energy Efficiency*, 1(1), 21-34. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s12053-007-9001-7>>.
- Tranfield, D., Denyer, D. y Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <<https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>>.
- Trianni, A., Cagno, E., Marchesani, F. y Spallina, G. (2017). Classification of drivers for industrial energy efficiency and their effect on the barriers affecting the investment decision-making process. *Energy Efficiency*, 10(1), 199-215. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s12053-016-9455-6>>.
- Velthuisen, J. (1993). Incentives for investment in energy efficiency: and econometric evaluation and policy implications. *Environmental and Resource Economics*, 3, 153-169. DOI: <<https://doi.org/10.1007/BF00338782>>.

- Vom Brocke, J., Simons, A., Niehaves, B., Reimer, K., Plattfaut, R. y Clevén, A. (2009). Reconstructing The Giant: On The Importance of Rigour in Documenting The Literature Search Process. En Proceedings of the 17th European conference on information systems, ECIS 2009. Verona. Recuperado de <http://aisel.aisnet.org/ecis2009/161>
- Wang, X., Lu, M., Mao, W., Ouyang, J., Zhou, B. y Yang, Y. (2015). Improving benefit-cost analysis to overcome financing difficulties in promoting energy-efficient renovation of existing residential buildings in China. *Applied Energy*, 141, 119-130. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.12.001>>.
- Wentemí Apeaning, R. y Thollander, P. (2013). Barriers to and driving forces for industrial energy efficiency improvements in African industries: a case study of Ghana's largest industrial area. *Journal of Cleaner Production*, 53, 204-213. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.04.003>>.