

GESTIÓN LOGÍSTICA DE LOS RESIDUOS METÁLICOS

Nombre del estudiante: Nixandra Chici

Nombre del tutor/a: Dra. Valeria Bernardo y Dr. Jesús E. Martínez
Marín

14 de junio 2020

MEMORIA FINAL DEL TRABAJO DE FINAL DE GRADO

Curso: 2019-2020

Estudios: Logística y Negocios Marítimos

Tabla de contenido

<i>Tabla de contenido</i>	2
Resumen	3
1. Introducción	4
2. Antecedentes y Marco teórico	6
3. Objetivos e Hipótesis	15
4. Metodología y datos	15
5. Análisis y resultados	18
5.1. Valor del cobre	19
5.2. Precio del flete	23
5.3. Legislación	24
5.4. Estacionalidad	42
6. Conclusiones	47
7. Cronología	48
8. Bibliografía	50
9. Abreviaturas y Acrónimos	55
10. Anexos	56

Resumen

En el presente trabajo se pretende analizar los principales motivos por los cuales en la industria de los residuos metálicos es difícil exportar mercancía, en determinados momentos, en los principales países importadores del género, así como una investigación de mercado y poder dar una alternativa o una solución.

En el present treball es pretén analitzar els principals motius pels quals en la indústria dels residus metàl·lics li és difícil exportar la mercaderia en determinats moments als principals països importadors del gènere, així com una investigació de mercat i poder donar una alternativa o solució.

This final degree project, has the purpose to analyze the main reasons why it is difficult for the scrap metal industry to export merchandise, at certain times, in the main importing countries of the genre, as well as market research and to be able to give an alternative or a solution.

1. Introducción

El sector de la industria logística es muy amplio y por lo mismo hay ámbitos que siguen siendo desconocidos, como lo está la logística inversa, concretamente la logística inversa de los residuos metálicos.

Para poder comprender que implica la Logística Inversa, primero se debe entender qué es la Cadena de Suministro, la cual se podría definir como “ *el conjunto de todas las actividades y métodos relacionados con el suministro, incluidos los requisitos de almacenamiento, transporte y distribución*” Krumwiede & Sheu (2002), es decir, todas aquellas actividades que van desde la extracción de la materia prima, pasando por la fabricación de un producto y llegando hasta la entrega del producto al cliente final.

Hace algunos años, cuando la logística inversa aún era desconocida, la Cadena de Suministro finalizaba en este último escalón, cuando se entregaba el producto al cliente final, sin embargo, hay una parte desconocida de la cual no se hablaba y que es una parte esencial de la Cadena de Suministro: la Logística Inversa.

La Logística Inversa gestiona el retorno de las mercancías en la Cadena de Suministro, se ocupa de la recuperación y del reciclaje del producto, de los envases, de los embalajes y los residuos peligrosos, así como de todos los procesos de retorno por excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Es más, se anticipa al final de la vida útil del producto, con el objetivo de darle salida en mercados secundarios. Es lo que llamamos Economía Circular y forma parte de la logística inversa.

Las principales razones por las cuales nace este proyecto y por las cuales escogí centrarme en un sector y en un tema tan concreto y específico como los residuos metálicos, son una serie de motivaciones tanto personales como profesionales.

Primeramente, es debido a que es un sector muy desconocido, teniendo en cuenta la cantidad de residuos que se mueve alrededor del mundo (véase anexo, gráfico 1).

En segundo lugar es la aportación ambiental que tiene, ya que es mucho más ecológico y económico reciclar metal y darle una nueva vida, que extraer el mineral y crear nuevos productos, Wübbeke & Heroth (2014).

Finalmente, por el hecho de que no hay otro estudio previo sobre el tema, con lo cual me pareció una buena oportunidad para aportar un poco de luz en este sector ignorado.

Debido a los estudios de Logística y Negocios Marítimos que cursé en el TecnoCampus, ya había adquirido conocimientos respecto a la logística (y especialmente la logística marítima), y con las definiciones técnicas anteriores ya interiorizadas, empecé a

hacerme algunas preguntas respecto a este sector, en el cual también trabajo, en una transitaria especializada en exportaciones de residuos metálicos.

Ya sabemos cuál es el proceso logístico desde la extracción de la materia prima hasta la llegada del producto en las manos del cliente final, pero, ¿Qué es lo que pasa con ese producto una vez que ya cumplió sus funciones y llegó al final de su vida útil? ¿Qué pasa con esa lavadora o con ese motor de coche? ¿Se pueden reciclar? ¿Hasta qué punto? ¿Cuál es el proceso?

Esas fueron algunas de las preguntas que me planteé hasta que me di cuenta, gracias a mi trabajo, que hay muchos más problemas de fondo en el sector, puesto que, en determinados momentos, hay altibajos muy extremos, aunque en un principio, los residuos metálicos no sea una mercancía estacional y surgieron otras preguntas:

¿Porqué tenemos altibajos tan extremos en este sector? ¿Cuáles son los problemas del sector? ¿Porqué hay estos problemas? ¿Hay alternativas? ¿Cómo está el mercado? ¿Cuáles son los principales países importadores del género?

Una vez planteadas estas preguntas, empecé a hacer una investigación de mercado para poder dar una respuesta a las necesidades del sector. Cabe mencionar que para el presente trabajo se han tenido muchas dudas respecto a la tipología en la que debería encuadrarse y en un principio se planteo como una investigación de carácter científico, pero, puesto que no se correspondía totalmente a esta tipología sino más bien a una intervención, se decidió que fuese un trabajo mixto científico-intervención de empresa ya que en la empresa en cuestión no había posibilidad de hacer una intervención.

Seguido de la presente Introducción, el trabajo se estructura de la siguiente manera: en la Sección 2 se exponen los Antecedentes y el Marco Teórico. En la Sección 3 los Objetivos y la Hipótesis. En la Sección 4 la Metodología y los datos. En la Sección 5 el Análisis y los Resultados. El trabajo finaliza con una Sección de Conclusiones y Agradecimientos.

2. Antecedentes y Marco teórico

A lo largo de los años, se han hecho muchos estudios respecto a la logística inversa de los residuos metálicos y el impacto de este en el medio ambiente.

Para poder hacer un seguimiento claro y ordenado del hilo de las líneas de investigación encontradas, se dividió la información encontrada en 3 apartados, yendo desde la información más general a la información más específica. De esta forma tenemos el primer apartado que trata de la relación de la logística inversa y el papel fundamental que esta tiene con la cadena de suministro. En el segundo apartado, profundizamos en la relación entre la logística inversa y los residuos metálicos, ya que es el tema sobre el cual gira la investigación y finalmente, en el tercer apartado, podemos encontrar el impacto que tiene los residuos metálicos sobre algunos mercados.

A continuación, se expondrá brevemente los antecedentes del sector de la logística inversa de los residuos metálicos, en un marco temporal de 20 años, desde 1998 al 2018.

2.1. La logística inversa dentro de la cadena de suministro

Podemos afirmar que hoy en día, la logística inversa tiene un papel fundamental en la Cadena de Suministro ya que, tal y como dicen Saavedra, Iritani, Pavan, & Ometto (2018) y Wong, Al-Obaidi, & Mahyuddin (2018) hay una relación simbiótica entre la Cadena de Suministro y la Logística Inversa, hechos que corroboran Pokharel & Mutha (2009) haciendo una introducción al concepto de logística inversa: *“La investigación y la práctica en RL se centran en todos los aspectos de RL, desde la recolección de productos usados, su procesamiento y finalmente hasta los resultados del procesamiento, a saber, materiales reciclados, repuestos, productos remanufacturados y eliminación de materiales de desecho.”*

A su vez, Govindan, Soleimani, & Kannan (2015), aportan más información sobre la logística inversa, diciendo que: *“Es el proceso de planificación, implementación y control del flujo eficiente y rentable de materias primas, inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de consumo”.*

La logística inversa, según el método tradicional, empieza en los que se conocen como clientes finales en la cadena de suministro (o los primeros clientes de la logística inversa) dónde se recogen los productos que hayan llegado a final de su vida útil y se gestionan a través del reciclaje, (y así poder tener más materia prima), remanufactura (para así

poder dar una nueva vida a los productos y revenderlos a segundos mercados o a primeros clientes), reparación (para así alargar la vida de esos productos revendiéndolos a segundos mercados) y finalmente desechar las piezas que ya no se puedan utilizar de ninguna forma, tal y como explican Ying & Li-jun (2012), los cuales hablan sobre la cadena de suministro tradicional y la importancia de la incorporación de la logística inversa en ella para que así se convierta en una cadena de suministro verde.

Seguidamente, Swafford, Ghosh, & Murthy (2006) introducen otro concepto fundamental; la agilidad de la cadena de suministro, y lo definen como: *“la capacidad de la cadena de suministro para adaptarse o responder de manera rápida a un entorno cambiante del mercado”*, y continúan con la importancia de este concepto de agilidad, diciendo que la agilidad de una cadena de suministro de cualquier empresa es afectada directa y positivamente por el grado de resiliencia que hay en los procesos de fabricación y adquisición de la cadena de suministro, pero también está afectada indirectamente por la flexibilidad presente en los procesos logísticos de distribución. En resumen, nos confirman que la sinergia entre las tres flexibilidades, fabricación, adquisición y distribución, contribuyen a la agilidad de la cadena de suministro.

Una vez definidos los conceptos básicos necesarios para una buena cadena de suministro, Agrawal, Singh, & Murtaza (2015) hablan sobre la externalización de la logística inversa, que ha sido la clave en las cadenas de suministro en todo el mundo y que las empresas están mucho más centradas en las competencias básicas y en la externalización de todas las actividades que sean posibles, especialmente de la logística inversa, mientras que Krumwiede & Sheu (2002) corroboran la importancia de la logística inversa y nos dicen que el promedio de las actividades de logística inversa son aproximadamente del 4% de los costos logísticos totales para una empresa. Las empresas que externalizan la logística inversa a terceros, podrían reducir hasta el 10% de los costos logísticos anuales de su empresa.

En general, la logística inversa implica 3 etapas:

1. La recuperación: se trata del proceso de recuperación del producto del cliente. Esta etapa se ve afectada por el tipo de producto recogido y quién realiza la recuperación. Hay varias operaciones diferentes del proceso de recuperación.
 - a) Recuperaciones de devoluciones a nivel de tienda
 - b) Recuperaciones de devoluciones del consumidor
 - c) Recuperaciones del centro de recolección

2. El transporte: La etapa de transporte está especialmente involucrada en todos los aspectos de la logística inversa, ya que los fabricantes a menudo no son el destino final de sus productos devueltos y prefieren externalizar esa parte de la cadena de suministro para que eliminen esos productos.
3. El proceso de disposición: implica decisiones y acciones asociadas con el destino de un producto una vez que el producto es devuelto. Hay dos tipos: on-site y off-site.

La disposición en el sitio implica actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del cliente para manejar problemas relacionados con las preocupaciones del producto. El producto puede repararse o reemplazarse en el sitio. La disposición fuera del sitio implica el envío del producto defectuoso a una instalación diferente para su reparación, reemplazo o eliminación.

2.2. El metal y la logística inversa

También, en este segundo apartado, observamos que los residuos metálicos existentes se dividen en dos categorías, según su composición:

1. Metales ferrosos: hierro y acero
2. Metales no ferrosos: aluminio, cobre, níquel, cromo, plomo, zinc, estaño latón (cobre y zinc) y bronce (cobre y estaño).

Los usos que se dan a los metales ferrosos son para productos de construcción, equipos de transporte, maquinaria y productos metálicos, dispositivos eléctricos y/o electrónicos, mientras que los metales no ferrosos tienen múltiples usos, según la necesidad del metal. Los metales más solicitados a nivel mundial es el hierro y acero (véase apartado 4, tabla 1) seguidos por el cobre.

En el caso de las categorías de residuos metálicos, Yellishetty & Mudd (2014) hacen un estudio sobre el flujo del metal más solicitado mundialmente, el acero, de los principales países importadores y exportadores a través de un análisis de flujo de sustancias (SFA) de cuatro países: Australia, Brasil, China e India, debido a que esos países tienen una economía basada en la importación-exportación de minerales y también son los principales países que, en conjunto, forman la producción mundial del mineral de hierro, produciendo entre todas, en el año 2010, el 81% del mineral de hierro global.

Según el SFA, se concluye que al tiempo que en Australia y Brasil, el mineral de hierro se termina, por el contrario, en China e India, las existencias se acumulan.

A su vez, Park, Hong, Kim, Lee, & Hur (2011) realizan un análisis de la previsión del flujo de chatarra de acero en Corea del Sur, ya que es el tercer mayor importador mundial de residuos metálicos (véase anexo, gráfico 2), y se espera que para 2020, el flujo de acero aumente hasta en un 40%, en comparación con 2008.

2.3. Efectos de los residuos metálicos

Finalmente, en el tercer apartado se expondrá el impacto que tienen los residuos metálicos, divididos en tres categorías:

a) Efectos medioambientales

Respecto a los efectos medioambientales, Nieves (1998) explica la importancia del reciclaje de los residuos metálicos procedentes de las plantas nucleares y los riesgos físicos y ambientales que supone, debido a la exposición a radiación.

En el mismo año, Johnstone (1998) y más tarde Shinkuma & Nguyen Thi Minh Huong (2009) hablan sobre el Convenio de Basilea, que es un acuerdo multilateral sobre el medio ambiente por medio del cual 170 países de las Naciones Unidas acordaron proteger el medio ambiente y la salud humana de los efectos contaminantes provocados por los movimientos y la eliminación de desechos peligrosos, y el impacto económico y comercial que supone la aplicación del convenio, ya que más que una medida correctora, se ha convertido en una barrera comercial para aquellos residuos que se podrían reciclar sin necesidad de exportarlos.

Siguiendo con la legislación, Kumar & Putnam (2008) hablan del reglamento referente al tratamiento de residuos electrónicos en China y Corea: *“El propósito de la Directiva RAEE es la prevención de residuos de equipos y busca mejorar el desempeño ambiental de todos los involucrados en el ciclo de vida, incluidos productores, distribuidores, consumidores y especialmente las operaciones directamente involucradas en el tratamiento de residuos de equipos eléctricos y electrónicos”*.

Por su parte, Srivastava (2008), hace una introducción al concepto de cadena de suministro verde, es decir, incorporar la logística inversa en la cadena de suministro y tomar consciencia y responsabilidad sobre el impacto ambiental de un producto al final

de su vida útil. La cadena de suministro verde es integrar el cuidado del medio ambiente a la cadena de suministro, tanto en el diseño del producto, como en el suministro y selección de materiales o materia prima, los procesos de fabricación, la entrega del producto al cliente final pero también durante la gestión de la logística inversa al final de la vida útil del producto.

Hasta hace no mucho, la logística inversa no era una parte tan esencial en las organizaciones pero ahora se utilizan programas de logística inversa para las 3 Rs: reducir, reutilizar y reciclar los restos de los procesos de fabricación, distribución y otros procesos que pueden mejorar la imagen de la empresa, mientras que Wübbecke & Heroth (2014) exponen las razones del reciclaje del hierro y acero en China, que son los metales que más se importan y dicen que es una necesidad debido a:

- Suministro limitado de materia prima
- Costes elevados de materiales y energía
- La contaminación ambiental

En primer lugar, el mineral de hierro es una materia prima finita y muy preocupante, ya que la industria china explota continuamente y de forma abusiva las minas de hierro, produciendo de esta forma el 15,1% del hierro mundial, con tan solo el 9% de las reservas. Aún así la demanda es muy elevada y China no la puede satisfacer solamente con sus reservas, por lo que importa una gran cantidad. Estas importaciones de mineral de hierro representaron el 61,8% del total de las importaciones globales en el año 2011 (United States Geological Survey, 2013; World Steel Association, 2013).

Con un consumo de mineral de hierro de 1,03 mil millones de toneladas en 2012, 745,4 millones de toneladas fueron de importación (China Daily, 2013; World Steel Association, 2013) y aunque hay una previsión de aumento de producción, el suministro del mineral no podrá cumplir con esa previsión.

En segundo lugar, la industria del metal china recibe mucha presión por parte del gobierno en cuanto a la eficiencia energética y reducción de emisiones, cosa que aumentan los costos considerablemente. El proceso de fabricación de acero implica un importante consumo de energía primaria (agua dulce, piedra caliza y otros materiales) y también, como consecuencia, emite una gran cantidad de CO₂, SO₂, cenizas de carbón y otros contaminantes. *“El acero consume alrededor del 15% de la energía nacional, mientras que solo aporta el 3,14% al PIB. Emite alrededor del 6.6% del dióxido de azufre nacional. Los productores de acero chinos son entre un 15 y un 20% más*

intensivos en energía que las empresas internacionalmente avanzadas (Wang et al., 2007).”

Substituir el mineral de hierro por chatarra es una alternativa ya que reduce de manera significativa los impactos negativos ya que no hace falta fundir el hierro a tanta temperatura como el mineral primario y se salta los procesos de sinterización, peletización y coquización, que son altamente contaminantes y requieren mucha energía. El uso de una tonelada de chatarra ahorra más de 1.100 kg de mineral de hierro, 630 kg de carbón y 55 kg de piedra caliza, consume un 40% menos de energía, emite un 86% menos de aire residual que contiene CO, CO₂ y SO₂, un 76% menos de agua residual y un 72% menos de polvo residual en comparación con la fabricación de acero a base de hierro virgen (Bureau of International Recycling, 2013b; Yan , 2012; Wang, 2011).

Finalmente, en tercer lugar, extraer mineral de hierro implica un impacto enorme en el medio ambiente local, ya que el metal de hierro solo representa una parte del mineral extraído y se produce mucho sobrante.

Una vez se hayan expuesto las razones para reciclar el hierro y el acero, Hu et al. (2010) realiza un estudio sobre el reciclaje de estos en China y cómo posteriormente se utiliza en el sector de la construcción y a su vez, Zhang, Wang, Yin, & Su (2012) analizan la industria del metal, el impacto ambiental que tiene y las medidas que se toman para reducir el CO₂ que ocasiona.

De esta forma nos revela que en realidad las regulaciones no tienen ningún efecto significativo en la reducción de CO₂ ya que la mayoría de las regulaciones relacionadas con la reducción de CO₂ en China son muy flexibles, pero sí que ayudan a la elaboración de nuevas estrategias para la conservación de la energía y la reducción de CO₂.

Se necesitan regulaciones más estrictas a la hora de cumplir las regulaciones, sobretodo cuando hablamos de la industria del hierro y acero.

Mientras que Friedrich & Trois (2013) hablan sobre las emisiones que se generan en Sud-África, a causa del reciclaje del metal, Alumur, Nickel, Saldanha-Da-Gama, & Verter, (2012) hablan sobre la eliminación de productos electrónicos y nos dice que cada vez es más común la responsabilidad del productor. En el sector de los electrónicos, alrededor de todo el mundo se han promulgado regulaciones que garanticen la seguridad ambiental a la hora de que las OEM eliminen sus productos, lo que implica que las OEM tienen que desarrollar una buena logística inversa.

“La logística inversa es el proceso de planificación, implementación y control de los flujos hacia atrás de las materias primas, en el inventario del proceso, el empaque y los

productos terminados, desde un punto de fabricación, distribución o uso, hasta un punto de recuperación o un punto de eliminación adecuada. (REVLOG, 1998). En el sentido más amplio, este proceso implica la recolección, inspección, reciclaje, restauración y remanufactura de productos usados o devueltos, incluidos equipos y máquinas arrendados. La participación directa de un OEM en el proceso de logística inversa generalmente es una función del valor económico que se puede capturar al procesar los productos devueltos”.

Por su parte, Cui & Roven (2010) hablan sobre los técnicas de reciclaje del aluminio en las industrias automotrices, mientras que anteriormente, Samuel (2003) desarrolló una técnica de reciclaje del aluminio, con menos emisiones, menos consumo energético y también más porcentaje de material reutilizable

Respecto al reciclaje en el sector del transporte marítimo, Chang, Wang, & Durak (2010) dicen que: *“Al final del ciclo de vida de un barco, el barco contiene no solo varios materiales reciclables, sino también una gama de sustancias tóxicas y peligrosas. En Europa y en los Estados miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los materiales que son considerados como sustancias tóxicas y peligrosas están estrictamente controladas, pero en lo que respecta la realidad, la industria del transporte marítimo depende de los países asiáticos en desarrollo para sacar del mercado y deshacerse de los buques que hayan llegado a final de su vida útil. Estos países, no cumplen con los requisitos para gestionar las sustancias peligrosas, por lo que se evita el elevado coste que tienen los países desarrollados, aunque a posteriori surgen graves problemas de seguridad y salud, sobretodo en la zona de India, Bangladesh y Pakistán.*

Los trabajadores de esta industria están tomando riesgos diariamente por no tener señales de advertencia de peligro, no usar equipo de protección como cascos, máscaras o gafas o siquiera estar capacitados laboralmente para emplear sopletes o trabajar con sustancias peligrosas.

Por otro lado, Du, Zhu, Zhou, & Wong (2017) estudian el reciclaje de buques en China. La industria del reciclaje de buques es una parte fundamental de la economía de algunos países en vía de desarrollo, ya que es una importante fuente de empleo local. Los países principales dónde se lleva a cabo el desmantelamiento de los buques son India, Bangladesh, Pakistán, China y Turquía.

China y Turquía son los dos países que más están regulando esta industria, en lo referente a las medidas de seguridad de los trabajadores y la protección del medio ambiente. En los últimos años, India ha ido perdiendo poder de mercado (hasta el 50%

en el año 2014) que tenía frente a China y Turquía, dónde las instalaciones avanzadas y las medidas de seguridad están atrayendo a más armadores, gracias al gobierno.

Anteriormente, Rahman, Handler, & Mayer (2016) hicieron lo mismo pero en Bangladesh y dicen que en Bangladesh la producción total de acero proviene de chatarra de buques extranjeros varados en la costa, en un porcentaje de hasta el 70%.

Aún así, los análisis demuestran el desinterés de Bangladesh por la contaminación ambiental, los costos laborales extremadamente baratos y la increíble falta de derechos laborales.

Kara, Rugrungruang, & Kaebernick (2007) presentan una simulación del modelo de recogida y transporte de electrodomésticos que llegaron al final de su vida útil, concretamente el modelo hub-and-spoke.

La gestión ambiental tiene como objetivo principal reducir la cantidad de desperdicios al final de su vida útil (EOL) y también su eliminación, para así tener el control de la recuperación del producto. Eso implica la reutilización, la remanufactura y el reciclaje de materiales. A medida que estas tres preocupaciones comienzan a afectar las decisiones de compra de la población, los fabricantes estarán obligados a reconsiderar sus responsabilidades de productores y el efecto sobre el medio ambiente de que sus productos y de los procesos implicados en su fabricación, tanto en los procesos de producción y distribución, como al final de la vida útil de sus productos.

Para poder afrontar estos problemas, los productores deben ampliar y modelar la cadena de suministro tradicional y tomar en cuenta los efectos sobre el medio ambiente de todos los procesos y productos, desde la materia prima hasta al final de la vida útil del producto, proceso el cual es conocido como logística inversa.

Finalmente, Tuncuk et al. (2012) explican que hay varios métodos que se pueden emplear para limpiar las corrientes de los emisarios y así cumplir con las regulaciones ambientales y recuperar materiales que se puedan reutilizar. También, explican que lo que hace el reciclaje RAEE es reducir la huella de carbono y minimizar la cantidad de desechos de los vertederos para que así se pueda reducir el impacto de la contaminación del suelo, las aguas subterráneas y del aire causada por la liberación de componentes contaminantes y peligrosos.

b) Efectos económicos

El segundo impacto que tienen los residuos metálicos es sobre la economía, tema sobre el cual Gronostajski & Matuszak (1999) hicieron un estudio de las diferentes técnicas de reciclaje de los residuos resultantes del proceso de fabricación de un producto metálico, a partir del aluminio y de cómo, a nivel de coste y emisiones, resulta mucho más barato y ecológico reciclar aluminio que directamente extraer la materia prima ya que el aluminio solo requiere el 5% de la energía necesaria para producir el mineral.

c) Efectos sobre los mercados

Finalmente, el último impacto es sobre los mercados. En este apartado, Raci & Shankar (2005) se definen los principales problemas para tener una buena logística inversa, en la industria automotriz y resumen que algunas barreras son causadas por falta de sistemas, falta de implicación por parte de los responsables, falta de recursos financieros, personal cualificado y otros problemas menores relacionados con la política empresarial, mientras que Xuan & Yue (2016) hablan sobre la demanda de acero en China y dicen que, a día de hoy, es el mayor productor y a la vez consumidor de acero del mundo. En el año 2014, la producción de acero bruto fue de 820 millones de toneladas, casi llegando al 49,4% de la producción mundial. También, hay que tener en cuenta debido al consumo excesivo de energía en la industria del metal y acero, está provocando una gran contaminación ambiental y emisiones de gases de efecto invernadero.

▪ **Mercados existentes**

Así pues, los motivos por los cuales se escogió como principales mercados China, India y Pakistán es debido a que, en primer lugar, China e India están en el ranking 5 de los países que más cantidad de residuos de cobre importan (ver anexo, gráfico 2) pero también, por una combinación de los siguientes factores estudiados: el valor del cobre, los requerimientos para su exportación desde España, el coste de los fletes y la estacionalidad del producto, que analizaremos en los siguientes puntos.

3. Objetivos e Hipótesis

Una vez propuesta la idea del trabajo de final de grado e investigado los antecedentes existentes, en relación al tema de los residuos metálicos y las exportaciones e importaciones del género, se procede a definir la principal hipótesis:

H1- “Hay mucho mercado de residuos metálicos, excluyendo China, India o Pakistán, que no se aprovecha suficientemente.”

Partiendo de esta hipótesis general, el estudio se centrará en dos objetivos: el primero, analizar qué variables influyen en la exportación de residuos metálicos a los mercados existentes; la segunda, conocer e investigar qué otros destinos existen, a parte de los tres países mencionados, para exportar residuos metálicos que presenten las características relevantes analizadas en primer lugar.

4. Metodología y datos

Concretada la hipótesis, se procede a definir la metodología que se utilizará para dar una respuesta al estudio. Primeramente, se hará una búsqueda documental (en Google Scholar) en relación al tema, para saber cómo está el mercado de las importaciones y exportaciones de los residuos metálicos, como China, India y Pakistán, pero también buscando en otros países que podrían ser la alternativa que buscamos, como Bangladesh, Taiwán o Sud África y determinar los motivos por los cuáles hay estos altibajos en el sector. Respecto a este apartado, luego de entrevistar a distintas empresas que realizan exportaciones y a empleados de la transitaria y a la búsqueda documental, se incluyen en el análisis las siguientes variables: el valor por kilogramo de los residuos de cobre, el coste del flete, los certificados específicos necesarios para la importación de los residuos metálicos y los motivos de estacionalidad de los residuos metálicos.

Estos cuatro factores son los fundamentales ya que a través de ellos se pueden identificar los ejes principales a la hora de exportar un producto:

- El beneficio que se obtiene por la venta del producto
- El coste que supone transportar el producto hasta el importador
- Los certificados legales necesarios para hacer la compra-venta
- Los posibles inconvenientes que pueden surgir

En segundo lugar, se procederá a la realización de una base de datos para poder hacer un análisis econométrico de regresión lineal y averiguar cuál es la relación entre las diferentes variables que estudiaremos y las exportaciones a cada país de destino. Esto nos permitirá corroborar la elección de mercados alternativos

Así pues, la ecuación que estimaremos es la siguiente:

$$Expo_{i,t} = \alpha + \beta_1 Pflote_{i,t} + \beta_2 Precio_{i,t} + \beta_3 Interac_{i,t} + \delta_i + \gamma_t + \varepsilon_{i,t}$$

Donde $Expo_{i,t}$ son las toneladas exportadas de residuos metálicos al país i en el momento t ; $Pflote_{i,t}$ representa el coste de transporte; $Interac_{i,t}$ representa la interacción entre estas variables; δ_i son los efectos fijos de país; γ_t son los efectos fijos de trimestre; y, $\varepsilon_{i,t}$ es el error independiente.

Además del precio por tonelada y el coste de transporte, las exportaciones están afectadas por la regulación de cada país y por las tradiciones, como el Año Nuevo Chino y el Ramadán. Estas diferencias en las regulaciones entre países se recogen en el análisis a través de los efectos fijos por país, ya que no varían dentro del año bajo análisis. Las tradiciones se analizan posteriormente, ya que no coinciden en el tiempo y por ello no se incluyen en el panel de datos.

Los mercados existentes, como se mencionó previamente son China, India y Pakistán. Se cuenta con datos mensuales durante el año 2019, de esta forma, el panel de datos cuenta con 36 observaciones.

La variable Expo proviene de la fuente DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español) y el precio del flete proviene de los fletes de la naviera MAERSK, que están sujetos a contrato con la empresa en la que trabajo. Para la extracción de los datos cuantitativos utilizaremos la fuente de DataComex. El precio por tonelada se ha calculado teniendo en cuenta las toneladas totales exportadas en cada país y el coste total y mediante un simple calculo matemático, se pudo extraer el coste por tonelada.

En cuanto a los efectos fijos, la legislación correspondiente a las exportaciones de residuos metálicos de cobre, se obtuvieron a partir de la base de datos de European Comission; Market Acces Database.

Asimismo, se estudiarán las particularidades de cada mercado en términos regulatorios y de condiciones técnicas para poder obtener conclusiones.

A continuación, se presenta un resumen de las cantidades de residuos metálicos que se han exportado hacia China, India y Pakistán, tanto desde Europa como desde España (tabla 1) en un marco temporal de diez años (2008-2018), y observamos una curiosidad: desde Europa, los residuos metálicos que más se exportan son el hierro y acero, con el código arancelario 7204, en un porcentaje del 65%, mientras que, a su vez, desde España es el cobre, con el código arancelario 7404, con un 54% de las exportaciones.

Con unos porcentajes tan claros, que abarcan más de la mitad del mercado de las exportaciones en este sector, este estudio se focaliza en las exportaciones de residuos de cobre desde España, debido a que España tiene unos de los mejores puertos a nivel europeo y porque la información y los datos con los que contamos, a nivel nacional, son representativos.

Tabla 1. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde Europa y España hacia China, India Y Pakistán del 2008 al 2018

ESPAÑA	TONELADAS	%	EUROPA	TONELADAS	%
7204: HIERRO Y ACERO	472.134,14	32%	7204: HIERRO Y ACERO	37.033.538,46	65%
7404: COBRE	801.007,49	54%	7404: COBRE	10.997.273,67	19%
7503: NÍQUEL	41,41	0%	7503: NÍQUEL	34.926,78	0%
7602: ALUMINIO	178.620,33	12%	7602: ALUMINIO	7.864.491,46	14%
7802: PLOMO	9.118,75	1%	7802: PLOMO	371.810,90	1%
7902: CINC	26.158,30	2%	7902: CINC	838.627,36	1%
8002: ESTAÑO	0,00	0%	8002: ESTAÑO	37.118,29	0%
TOTAL	1.487.080,41	100%	TOTAL	57.177.786,92	100%

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

4.1.

A continuación, se presenta la estadística descriptiva de las variables incluidas en el análisis econométrico. Como se puede observar en la Tabla 2, la media de exportaciones de cobre mensual es de 3060.128 toneladas, con un mínimo de 446.33 y un máximo de 11606.19 toneladas. Respecto al precio por tonelada, la media de este es de 1668.322 euros, con un mínimo de 431.1 y un máximo de 3722.02 euros.

Finalmente, en cuanto al coste del flete, la media es de 559.1667 euros, el mínimo de 342 y el máximo de 825 euros.

Tabla 2: Análisis descriptivo de las variables

VARIABLE	OBS	MEAN	STD. DEV	MIN	MAX
EXPOTN	36	3060.128	2813.971	446.33	11606.19
PTN	36	1668.322	1161.151	431.1	3722.02
FLETE	36	559.1667	161.2812	342	825

Fuente: STATA

5. Análisis y resultados

En este apartado, primero nos centraremos en analizar los resultados de la investigación de los principales mercados existentes (China, India y Pakistán), para detectar los principales problemas que se encontraron en ellos. Asimismo, se estudiarán las variables relevantes en posibles destinos alternativos (Malasia, Taiwán y Tailandia).

En segundo lugar, se presenta el análisis econométrico que nos permite confirmar la importancia de cada una de las variables estudiadas en la determinación de las exportaciones a un determinado país.

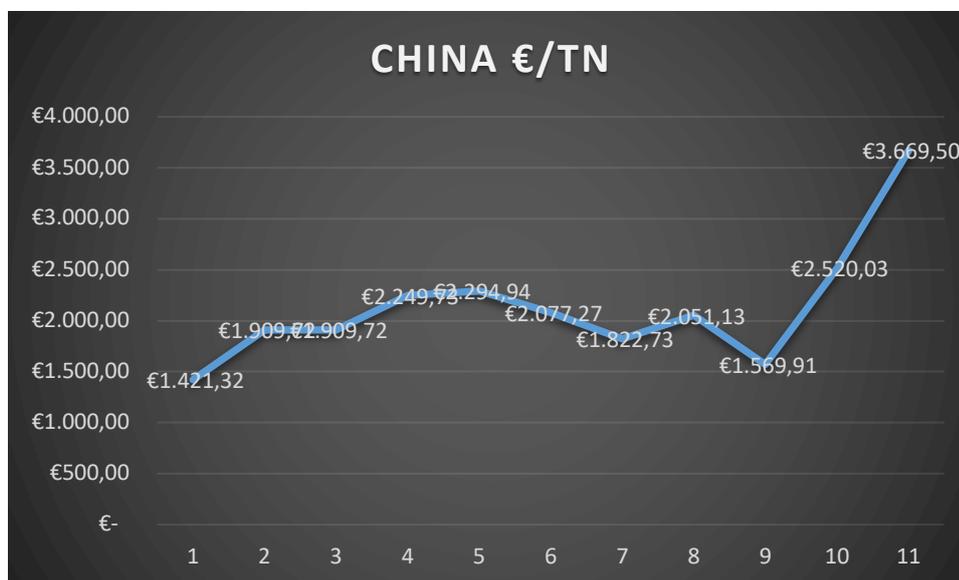
Finalmente, teniendo en cuenta todo el análisis realizado, se analizarán las alternativas de mercado que se escogieron, en función de las variables que se utilizaron al hacer la investigación de mercado.

5.1. Valor del cobre

Observando los gráficos 3-8, tanto de los mercados existentes como de los alternativos, podemos extraer y analizar el primer factor escogido para el análisis de mercado: el valor de los residuos de cobre por tonelada, de los principales mercados existentes, a partir de un simple calculo basado en el valor monetario y la cantidad de mercancía exportada, en un periodo de once años (2008/2018), y de esta forma hacer una media para poder analizar y comparar con otros mercados.

5.1.1. China

Gráfico 3. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en China



Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tal y como podemos observar en el gráfico, a lo largo de los años, el precio de los residuos de cobre para las exportaciones a China ha tenido ligeros altibajos hasta en el año 2016, en el cual se ha disparado. Tal efecto es debido a que, en ese año, las autoridades chinas restringieron las importaciones de residuos de cobre, ya que no había mucho control anteriormente.

5.1.2. India

Gráfico 4. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en India

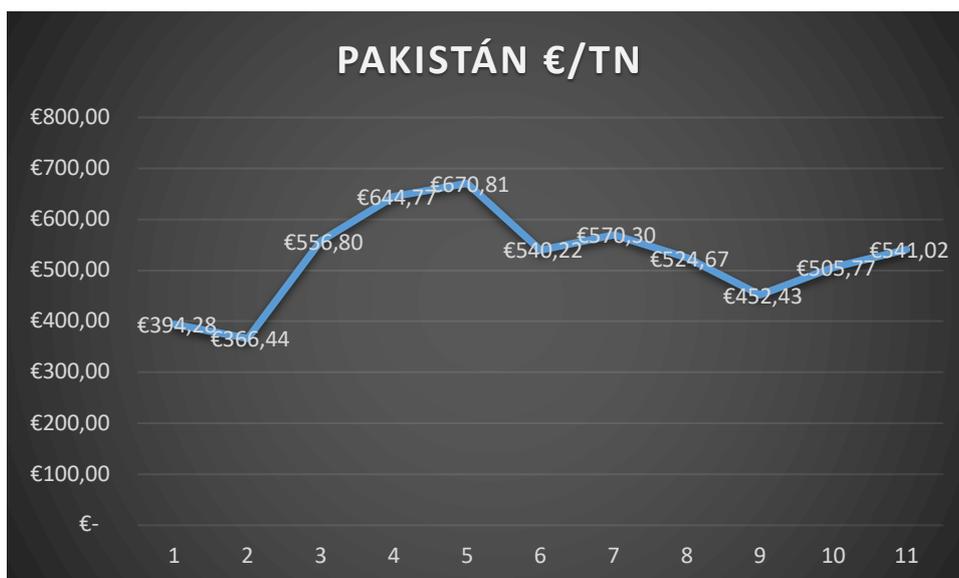


Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

En el caso de India, el gráfico tiene forma de campana de Gauss por lo que las variaciones de precio fueron al alza hasta en el año 2012, año a partir del cual ha ido disminuyendo.

5.1.3. Pakistán

Gráfico 5. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Pakistán

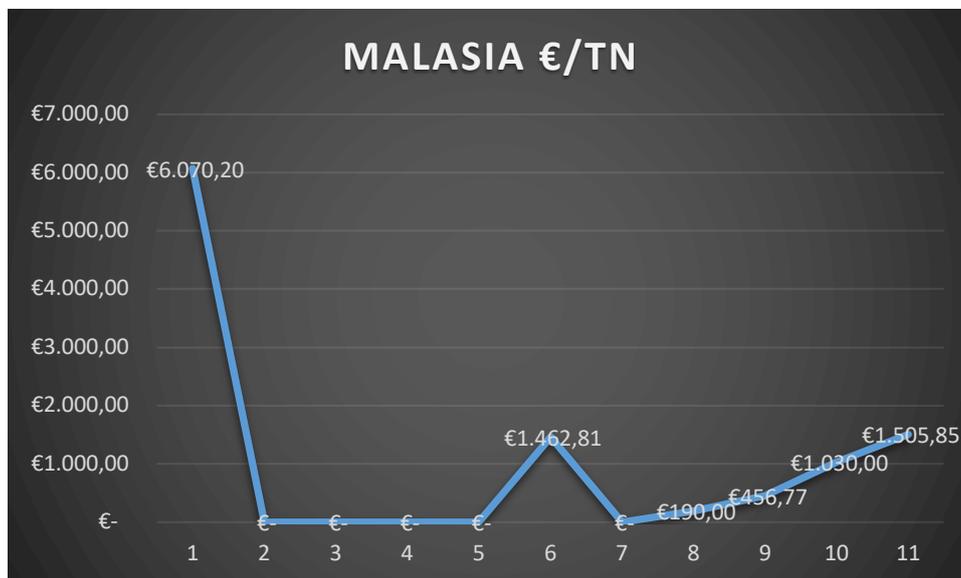


Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Respecto a Pakistán, la curva temporal tiene un efecto similar a India, hasta el año 2012 el precio ha ido aumentando, pero a partir de ahí ha ido a la baja y se ha mantenido así.

5.1.4. Malasia

Gráfico 6. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Malasia



Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

En cuanto a Malasia, observamos una caída de precio enorme. En el año 2008 el precio de los residuos de cobre era de 6.070,20 €/TN, sin embargo, desde el año 2009 hasta el 2012 no consta exportaciones hacia Malasia. En el 2010 vuelve a haber flujo de exportaciones con un coste de 1.462,81€/TN, al 2011 vuelve a disminuir, aunque hasta el presente ha ido aumentando pausadamente.

5.1.5. Taiwán

Gráfico 7. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Taiwán

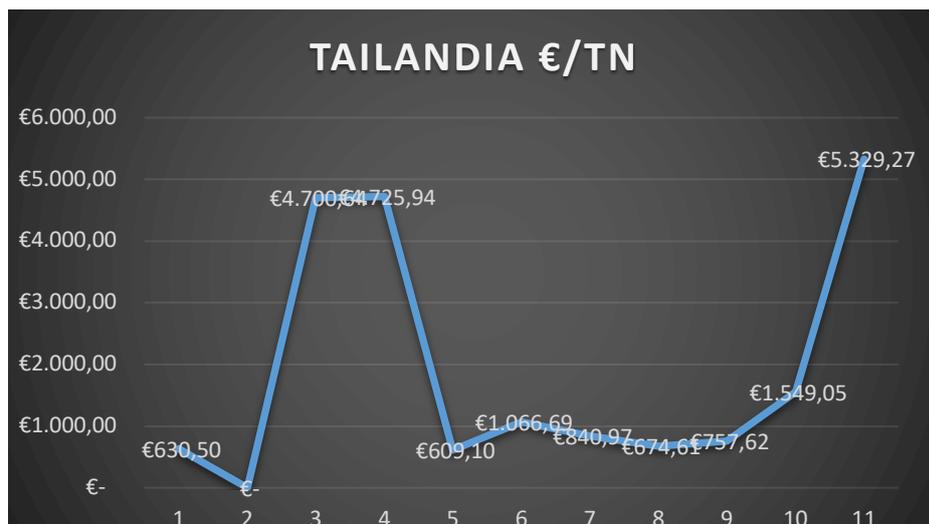


Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Referente al precio de los residuos metálicos de cobre en Taiwán, en 2009, después de la crisis, el precio bajó de 3.859,11€/TN a 1.607,99€/TN. En 2011 se recuperó y subió a 3.316,57€/TN, aunque en 2012 volvió a sufrir una caída casi al mismo nivel que en 2009 y a partir de ahí el precio se mantuvo con pequeñas fluctuaciones.

5.1.6. Tailandia

Gráfico 8. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Tailandia



Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Finalmente, respecto a Tailandia, en 2008 el precio era de 630,50€/TN y, aunque sobre el año 2009 no hay datos de exportaciones, observamos que en el 2010 el precio

aumentó desproporcionalmente hasta 4.700,64€/TN, se mantuvo en el siguiente año consecutivo y en 2012 disminuyó al mismo nivel que en 2009.

A partir del 2012, el precio se mantuvo con ligeras fluctuaciones hasta el año 2017, cuando la curva temporal muestra como el precio ha ido aumentando y en el año 2018 llegó en su punto más alto, con un precio de 5.329,27€/TN.

5.2. Precio del flete

En este apartado se analiza y compara la segunda variable escogida para el análisis: el precio del flete.

Hay que tener en cuenta de que los fletes cambian mensualmente, son personalizados para cada empresa, en función de la cantidad de TEUs que esta mueve con la naviera en cuestión y también que, durante el mes de marzo, los fletes de todas las navieras hacia todos los destinos existentes, han aumentado debido a la falta de equipo que hay por la pandemia del Coronavirus en China (véase apartado 5.4.4.).

Al analizar las tablas 5 y 6, con los fletes correspondientes al mes de febrero versus al mes de marzo, podemos ver la gran diferencia entre un mes y otro, llegando hasta doblar el flete en algunos casos, como en Port Qasim, Pakistán.

Tabla 3. Fletes de la naviera OOCL en febrero 2020, sujetos a contrato

DESTINO	USD/TEU	€/TEU
NINGBO, ZHEJIANG, CHINA	350	322'52
MUNDRA, GUJARAT, INDIA	450	514'67
PORT QASIM, KARACHI, PAKISTÁN	695	637'74
PORT KLANG, SELANGOR, MALASIA	275	253'40
KAOHSIUNG, TAIWÁN	425	391'62
LAEM CHABANG, THAILANDIA	275	253'40

Fuente: OOCL

Tabla 4. Fletes de la naviera OOCL de marzo 2020, sujetos a contrato

DESTINO	USD/TEU	€/TEU
NINGBO, ZHEJIANG, CHINA	600	553'8
MUNDRA, GUJARAT, INDIA	700	646'1
PORT QASIM, KARACHI, PAKISTÁN	945	872'33
PORT KLANG, SELANGOR, MALASIA	525	484'62

KAOHSIUNG, TAIWÁN	675	623'09
LAEM CHABANG, THAILANDIA	525	484'62

Fuente: OOCL

5.3. Legislación

En el siguiente apartado, detallamos los certificados requeridos legalmente, en función de cada país, tanto los generales, válidos para todas las mercancías como los certificados o permisos específicos para los residuos de cobre, con código arancelario 7404.

Cabe mencionar que, aunque sean certificados legalmente obligatorios, la aduana de cada país en parte tiene la libertad de exigir o no los permisos mencionados.

5.3.1. China

1. Certificados Generales

- Manifiesto de carga
- Declaración de importación aduanera
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Hoja de ruta ferroviaria
- Guía de carga
- Certificado de seguro
- Registro aduanero
- Licencia de negocios
- Licencia comercial de importación y exportación
- Registro con las autoridades aduaneras chinas

2. Certificados Específicos

- Certificado de inspección de productos

Es un certificado requerido por el despacho de aduanas y conforme el cual los productos han sido inspeccionados y aprobados para su importación.

El importador debe solicitar el certificado en la Administración General de Aduanas de la República Popular de China, (GAC).

El certificado es válido solo para una importación única y debe ser presentado en original.

- Prohibición de Importación

China es miembro del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Además, China ha ratificado y aplicado la Decisión III / 1 sobre una enmienda al Convenio de Basilea, la Enmienda de Prohibición, que no ha entrado en vigor internacionalmente hasta la fecha y tiene como objetivo prohibir todos los movimientos transfronterizos de desechos desde los países de la OCDE, los Estados miembros de la UE y Liechtenstein a otros países, especialmente en los países en vía de desarrollo. Por lo tanto, China no es un importador de desechos peligrosos según lo define el Convenio de Basilea.

Los desechos se categorizan de las siguientes formas:

2.1. Desechos prohibidos

Algunos productos están sujetos a una prohibición general de importación.

Se prohíbe la importación de materiales de desecho designados (cabello humano, productos derivados del petróleo, desechos farmacéuticos, melaza de caña de azúcar, desechos de mica, desechos de contenido de silicona, desechos de caucho vulcanizado, desechos de cuero).

En lo que respecta a los certificados de las prohibiciones de importación de los productos de desecho designados, el Ministry of Ecology and Environment (MEE) junto al MOFCOM (Ministry Of Commerce), son las autoridades responsables de la emisión de los catálogos correspondientes y, dependiendo del tipo de mercancía, el MEE puede decidir otras prohibiciones temporales o permanentes.

Los productos siguientes están sujetos a una prohibición de importación y no pueden clasificarse en términos de códigos exactos equivalentes al código arancelario chino, por lo que su importación está prohibida:

- Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de los capítulos 84, 85 y 90 del arancel aduanero chino, así como residuos de juegos electrónicos de la partida 9504
- Residuos de tubos fluorescentes y equipos similares de iluminación de residuos
- Residuos industriales y domésticos que contienen cromo, bifenilos polibromados (PBB), difenil éteres polibromados (PBDE) o sustancias tóxicas similares
- Residuos de yeso designados (gases de combustión) incluidos en la partida aduanera 2520
- Residuos de amianto incluidos en la partida aduanera 2524, tanto en polvo como en fibra, así como residuos de fibra mineral, lana de escoria, lana de roca y algodón mineral similar, fibra cerámica con propiedades físicas y químicas similares al amianto
- ciertos desechos domésticos y agrícolas (como recipientes de plástico o películas), redes de pesca usadas y desechos municipales, así como bolsas o sacos de plástico usados que contenían dichos desechos
- Residuos de pinturas.

2.2. Desechos sólidos permitidos automáticamente

Las importaciones de residuos permitidas pueden no estar destinadas a la eliminación final. Estos residuos solo pueden importarse como materias primas con fines de recuperación.

El Centro Nacional de Gestión de Residuos Sólidos, que está subordinado al Ministerio de Ecología y Medio Ambiente (MEE), es el responsable de los permisos de importación y emite de dos tipos, dependiendo del tipo de residuo:

- Permiso automático para importar residuos sólidos
- Permiso para importar residuos sólidos restringidos.

Los exportadores, además, deben solicitar en la Administración Estatal de Regulación del Mercado (SAMR) en registro como proveedor extranjero de material de basura.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) proporciona una guía para el comercio internacional de dichos bienes en virtud de su Decisión del Consejo sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos destinados a las operaciones de recuperación.

El sistema de control de la OCDE se basa en dos tipos de procedimientos de control:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Para poder ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que se importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no peligrosos para fines de recuperación a dichos países. Para poder hacerlo, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando unos cuestionarios para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos. China ya respondió a dichos cuestionarios y, en consecuencia, varios tipos de desechos se clasificaron de la siguiente manera:

- Residuos prohibidos: por ejemplo, ropa gastada y otros artículos textiles desgastados. Son residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento según se describe en el artículo 35 del Reglamento (CE) no 1013/2006; para ser controlados por las autoridades aduaneras del estado miembro de la UE, desde el que se exportan los residuos.
- Residuos no sujetos a medidas de control específicas: China aún no ha notificado materiales que puedan entrar en esta categoría.

2.3. Bienes usados

Por orden del Ministerio de Comercio se prohíbe la importación de una cantidad de bienes usados, incluida cierta maquinaria usada y productos eléctricos de segunda

mano. Para otros bienes de segunda mano, (aparatos mecánicos y electrónicos), el importador debe solicitar una licencia de importación automática. También deben estar registrados en la Administración Estatal para la Regulación del Mercado.

2.4. Inspección previa al envío (PSI)

Los productos como residuos de metal, plástico y papel y también algunas máquinas y equipos eléctricos usados requieren una inspección previa al envío en el país de exportación. El exportador debe solicitar la inspección en una sucursal local de la Compañía de Certificación e Inspección (CCIC), una compañía de inspección autorizada por la Administración de Certificación y Acreditación de la República de China, bajo la Administración Estatal para Regulación del Mercado.

5.3.2. India

1. Certificados Generales

- Manifiesto de carga
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Guía de carga
- Número de identificación fiscal de bienes y servicios
- Registro de la empresa

2. Certificados Específicos

- Licencia para importar artículos restringidos

Es un documento que confirma que su portador está autorizado para importar artículos clasificados como restringidos en el código arancelario indio.

Es un documento que se requiere para el despacho de aduanas y el acceso al mercado y la licencia debe ser solicitada por el importador ante dos autoridades:

- Dirección General de Comercio Exterior (DGFT)
- Ministerio de Comercio e Industria

El período de validez es de dos años si no se especifica lo contrario.

- Permiso de Importación para Residuos

Es un documento que permite la importación de desechos peligrosos y otros desechos para reciclaje, recuperación, reutilización, utilización o con procesamiento, es un requerimiento para el despacho de aduana y es válido para una sola importación.

El importador debe solicitar el permiso a:

- Ministerio de Medio Ambiente
- Bosques y Cambio Climático
- División de Gestión de Sustancias Peligrosas.

Solo se puede otorgar un permiso de importación si el importador posee instalaciones ecológicamente racionales, así como arreglos adecuados para el tratamiento y la eliminación de los desechos generados.

- Documento de movimiento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos

Es un documento que proporciona al Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático la información necesaria para evaluar la aceptabilidad del movimiento propuesto de residuos peligrosos destinado al reciclaje, recuperación, reutilización, utilización o co-procesamiento. Incluye espacio para acusar recibo de la notificación y el consentimiento para transportar los desechos a través de la India. Previamente al Documento de Movimiento para Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos se tiene que conceder la Notificación de Movimiento para Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos. Es un requerido para el despacho de aduanas y el acceso al mercado.

La autoridad competente en India es el Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático, División de Gestión de Sustancias Peligrosas. La Notificación es

válida para múltiples movimientos de residuos dentro de un año, siempre que no se exceda la cantidad permitida por el Ministerio, sin embargo, se requiere un Documento de movimiento separado para cada transacción individual.

- Inspección previa al envío de los residuos metálicos, acero secundario y papel usado

La importación de desechos y desechos metálicos, así como de papel usado, está sujeta a una inspección previa al envío. Dicha inspección es para verificar que los productos en cuestión no hayan estado en contacto y no hayan sido contaminados por materiales o desechos peligrosos, tóxicos o radiactivos.

En el caso de los desechos metálicos, también se debe asegurar que no contengan ningún tipo de armas, municiones, minas, proyectiles, cartuchos vivos o usados o cualquier otro material explosivo. Además de un certificado de inspección, los importadores deben presentar una copia del contrato de venta, afirmando que ninguno de los materiales mencionados anteriormente son parte del envío de importación.

Además, los desechos metálicos sueltos, comprimidos y sueltos solo pueden importarse a través de puertos designados. En el caso de las importaciones de desechos y desechos metálicos de países seguros (Australia, Canadá, los Estados miembros de la Unión Europea, Nueva Zelanda y los Estados Unidos de América) no se requiere un certificado de inspección previa al envío, siempre y cuando los envíos se despachan a través de los puertos de Chennai, Jawaharlal Nehru Port Trust (JNPT), Kandla, Krishnapatnam, Mumbai, Mundra y Tuticorin. En cambio, los envíos deben ir acompañados de un certificado del proveedor o de la autoridad del depósito de chatarra en el sentido de que no contienen materiales radiactivos ni explosivos.

Es válido para una sola importación.

Residuos peligrosos y no peligrosos

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) proporciona una guía para el comercio internacional de dichos bienes en virtud de su Decisión del Consejo sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos destinados a las operaciones de recuperación.

El sistema de control de la OCDE se basa en dos tipos de procedimientos de control:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Para poder ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que se importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no peligrosos para fines de recuperación a dichos países. Para poder hacerlo, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando unos cuestionarios para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos. La India ya respondió a dichos cuestionarios y, en consecuencia, varios tipos de desechos se clasificaron de la siguiente manera:

- Residuos prohibidos: India aún no ha notificado materiales que puedan entrar en esta categoría.
- Residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento: India aún no ha notificado materiales que puedan pertenecer a esta categoría.
- Residuos no sujetos a medidas de control específicas en India: India aún no ha notificado materiales que puedan entrar en esta categoría.

5.3.3. Pakistán

1. Certificados Generales

- Manifiesto de carga
- Declaración de bienes
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Guía de carga
- Certificado de seguro

- Número de impuesto nacional (NTN)
- Registro de impuestos de ventas
- Registro Comercial

2. Certificados Específicos

- En Pakistán no hay requerimientos específicos para el código arancelario 7404.

Residuos peligrosos y no peligrosos

Las importaciones de desechos peligrosos en Pakistán, tanto para fines de recuperación como para disposición final, están prohibidas de acuerdo con las regulaciones del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, 1989, del cual el país es signatario. Además, toda la generación, recolección y transporte de desechos peligrosos, incluido el tipo de desechos que se generan como resultado de las transacciones de importación de productos químicos y sustancias tóxicas y peligrosas, está sujeto a un estricto control por parte de las autoridades pakistaníes.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) proporciona una guía para el comercio internacional de dichos bienes en virtud de su Decisión del Consejo sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos destinados a las operaciones de recuperación.

El sistema de control de la OCDE se basa en dos tipos de procedimientos de control:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Para poder ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que se importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no peligrosos para fines de recuperación a dichos países. Para poder hacerlo, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando unos cuestionarios para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos.

Pakistán ya ha respondido a dichos cuestionarios y, en consecuencia, varios tipos de residuos se han clasificado de la siguiente manera:

- Desechos prohibidos: Residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento.
- Desechos no sujetos a medidas de control específicas en Pakistán: Los procedimientos de control, que deben seguirse en Pakistán según las leyes nacionales aplicables, deben ser controlados por las autoridades aduaneras pakistaníes en el momento de la importación de los residuos en Pakistán.

Dado que los códigos de residuos establecidos por el Convenio de Basilea y los Códigos del Sistema Armonizado (HS CODE) solo pueden compararse en un nivel aproximado, se debe consultar a las autoridades pakistaníes antes de importar los materiales.

Los residuos no peligrosos están además sujetos a inspección previa al envío (PSI) y si se estipula en la Orden de Política de Importación de Pakistán, los desechos no peligrosos seguidamente enumerados, requieren además un certificado de no objeción del Ministerio de Cambio Climático y solo pueden ser retirados de los puertos marítimos:

- trigo
- pesticidas
- armas y municiones
- calderas de vapor y generadoras de vapor usadas
- calderas de agua sobrecalentadas usadas
- ambulancias usadas
- camiones de eliminación de residuos usados
- vehículos de bomberos usados
- motores primarios usados con una capacidad de motor de 380 HP y más
- volquetes usados diseñados para uso fuera de carretera
- camiones de pulverización o rociadores usados
- grúas móviles / camiones usados
- autobuses usados con una capacidad de asiento de cuarenta o más
- equipo de manejo de tierra usado
- ciertos tipos de residuos

5.3.4. Taiwán

1. Certificados Generales

- Formulario de preinscripción para embarcaciones
- Manifiesto de carga para aeronaves
- Manifiesto de carga para embarcaciones
- Declaración de importación aduanera
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Guía de carga

2. Certificados Específicos

- Permiso para Importar Residuos Peligrosos

Es un documento que permite la importación real de residuos industriales o peligrosos y es requerido para el despacho de aduana.

El permiso debe ser solicitado por el importador en la autoridad local correspondiente y, en caso de residuos peligrosos, en la Administración de Protección Ambiental.

Hay que mencionar que es válido para una cantidad limitada aprobada dentro de los tres años (para desechos industriales) o un año (para desechos peligrosos) a menos que la EPA especifique lo contrario en cada caso.

- Documento de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos

Un documento que proporciona a la Administración de Protección Ambiental la información necesaria para evaluar la aceptabilidad del movimiento de residuos peligrosos propuesto destinado a la eliminación final o la recuperación. Incluye espacio para acusar recibo de la notificación y el consentimiento para transportar los residuos. El documento se requiere previamente para poder hacer el Permiso para Importar

Residuos Peligrosos y seguidamente para el Documento de Movimiento para Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos.

Requerido para el despacho de aduanas y el acceso al mercado y se pide a la autoridad competente de Taiwán, que es la Administración de Protección Ambiental.

La notificación es válida para movimientos múltiples de los desechos dentro de un año, siempre que no se exceda la cantidad permitida por la EPA pero, hay que tener en cuenta de que también se requiere un documento de movimiento separado para cada transacción individual.

Taiwán no es parte en el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, pero se ha comprometido para su aplicación, por lo que la importación de residuos peligrosos está restringida y solo puede ser realizada por organizaciones de Grado A. Aún así, queda a discreción de la Administración de Protección del Medio Ambiente (EPA) decidir si se permite el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, especialmente en el caso de la disposición final.

Para la importación de residuos industriales o peligrosos, se debe solicitar un Permiso para Importar Residuos Peligrosos en la autoridad local correspondiente en Taiwán que coopera con la EPA. Para esto, el importador debe estar registrado y autorizado para llevar a cabo dichos procedimientos (como poder deshacerse de este tipo de residuos). Además, tres días antes de la fecha de llegada del envío a Taiwán, el importador debe presentar información sobre la importación a la autoridad local apropiada, que designarán los procedimientos de control pertinentes.

Como prerrequisito para el permiso de importación, debe obtenerse una Notificación de movimientos transfronterizos de desechos peligrosos. Solo después de la emisión del permiso se pueden cargar las mercancías en cuestión en el país de exportación. Un documento de movimiento para movimientos transfronterizos de desechos peligrosos debe acompañar a cada envío.

Los desechos no peligrosos designados pueden ser elegibles para su importación a Taiwán. La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) proporciona una guía para el comercio internacional de los desechos no peligrosos. El sistema de control de la OCDE se basa en dos tipos de procedimientos de control:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Para poder ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que se importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no peligrosos para fines de recuperación a dichos países. Para poder hacerlo, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando unos cuestionarios para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos. Así pues, varios tipos de desechos se han clasificado de la siguiente manera:

- Desperdicios prohibidos: residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento.
- Residuos no sujetos a medidas de control específicas: procedimientos de control, que deben seguirse en cada país según sus leyes nacionales aplicables.

5.3.5. Malasia

1. Certificados Generales

- Manifiesto de carga
- Declaración de importación aduanera
- Declaración de valor imponible
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Guía de carga
- Certificado de seguro

- Registro de la empresa

2. Certificados Específicos

- Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos

Es un documento requerido para acompañar los envíos de residuos peligrosos destinados a operaciones de recuperación en virtud del Convenio de Basilea. Proporciona a las autoridades pertinentes la información necesaria para controlar cada movimiento transfronterizo individual de residuos peligrosos.

Es requerido para el despacho de aduana y válido para una sola importación.

Residuos peligrosos y no peligrosos

Malasia es miembro del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación y ha ratificado la Decisión de Prohibición III / 1.

La importación de desechos peligrosos y tóxicos al país para su disposición final está prohibida. La autoridad responsable de la importación de residuos es el Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente.

Las mercancías reguladas por el Convenio de Basilea solo se pueden importar después de la presentación de la Notificación de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y si el envío va acompañado de un Documento de movimiento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos.

Los desechos no peligrosos designados se pueden importar a Malasia, una vez que hayan pasado el sistema de control de la OCDE, que se basa en:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Para poder ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que estos importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no

peligrosos para fines de recuperación en estos países. Por lo tanto, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando los cuestionarios respectivos para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos.

En Malasia se clasificaron de la siguiente manera:

- Residuos prohibidos: residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento
- Residuos no sujetos a medidas de control específicas en Malasia: procedimientos de control, que deben seguirse en Malasia bajo sus leyes nacionales aplicables y ser controlado por las autoridades aduaneras de Malasia en el momento de la importación de los residuos en Malasia.

Los importadores deben solicitar una licencia de importación para desechos programados o una licencia de importación para desechos plásticos, dependiendo de la clasificación de los desechos que se importarán.

5.3.6. Tailandia

1. Certificados Generales

- Manifiesto de carga
- Declaración de importación aduanera
- Factura comercial
- Factura de proforma
- Lista de empaque
- Certificado de origen no preferencial
- Prueba de origen preferencial
- Guía aérea
- Guía de carga
- Certificado de seguro

2. Certificados Específicos

- Licencia de importación para residuos no peligrosos

Es un documento que prueba que su portador está autorizado para importar desechos no peligrosos que están sujetos a licencias de importación por parte del Departamento de Obras Industriales.

Es un requerimiento para el despacho de aduana que el importador debe solicitar la licencia en el Ministerio de Industria, Departamento de Obras Industriales, División de Gestión de Residuos Industriales.

La licencia emitida es válida por seis meses para importaciones de hasta 1.000 toneladas, y doce meses para importaciones superiores a 1.000 toneladas.

El importador debe operar un sitio de producción que haya sido aprobado por el Departamento de Obras Industriales.

- Notificación de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos

Un documento que proporciona al Departamento de Obras Industriales la información necesaria para evaluar la aceptabilidad del movimiento de residuos peligrosos propuesto para la recuperación en virtud del Convenio de Basilea. Incluye espacio para acusar recibo de la notificación y el consentimiento para transportar los residuos. El documento es un requisito previo para el Documento de Movimiento para Movimientos Transfronterizos de Residuos Peligrosos.

La notificación es válida para múltiples movimientos de los residuos dentro de un año, siempre que no se exceda la cantidad permitida por el Departamento de Obras Industriales. Sin embargo, se requiere un documento de movimiento separado para cada transacción individual.

- Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos

Un documento requerido para acompañar los envíos de residuos peligrosos destinados a operaciones de recuperación en virtud del Convenio de Basilea. Proporciona a las autoridades pertinentes la información necesaria para controlar cada movimiento transfronterizo individual de residuos peligrosos.

Es requerido para el despacho de aduana y válido para una sola importación.

Residuos peligrosos

Tailandia es miembro del Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. La importación de residuos peligrosos solo está permitida para su uso como materia prima para fines de producción. Los importadores deben obtener un Certificado de Registro de Sustancias Peligrosas del Departamento de Obras Industriales, si corresponde, y asegurarse de que la autoridad responsable del país de exportación notifique previamente, de conformidad con las disposiciones del Convenio de Basilea. Además, a los importadores se les puede solicitar que soliciten un Permiso de importación para sustancias peligrosas en el Departamento de Obras Industriales y que presenten información detallada sobre los desechos y su uso previsto.

Residuos no peligrosos

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) proporciona una guía para el comercio internacional de dichos bienes en virtud de su Decisión del Consejo sobre el Control de los movimientos transfronterizos de los desechos destinados a las operaciones de recuperación.

El sistema de control de la OCDE se basa en dos tipos de procedimientos de control:

- **Procedimiento de control ecológico:** para los desechos que presentan un bajo riesgo para la salud humana y el medio ambiente y, por lo tanto, no están sujetos a ningún otro control que los que normalmente se aplican en las transacciones comerciales.
- **Procedimiento de control ámbar:** para los desechos que presentan un riesgo suficiente para justificar su control en consecuencia.

Con el fin de ayudar a los países fuera de la OCDE a garantizar que estos importen solo los tipos de desechos que acuerden, se regulan las exportaciones de desechos no peligrosos para fines de recuperación a dichos países. Por lo tanto, los posibles países de destino proporcionan información sobre los desechos permitidos completando los cuestionarios respectivos para los desechos no peligrosos y para las mezclas de desechos.

Tailandia ya respondió a dichos cuestionarios y, en consecuencia, varios tipos de residuos se clasificaron de la siguiente manera:

- Residuos prohibidos: Residuos sujetos a notificación previa por escrito y consentimiento como se describe en el artículo 35 del Reglamento (CE) no 1013/2006, para ser controlados por las autoridades aduaneras del Estado miembro de la UE desde el que se exportan los residuos
- Residuos no sujetos a medidas de control específicas en Tailandia: procedimientos de control, que deben seguirse en Tailandia bajo sus leyes nacionales aplicables y ser controlado por las autoridades aduaneras tailandesas en el momento de la importación de los residuos a Tailandia.

Tabla 5. Resumen de las variables estudiadas

	€/KG	FLETE	REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	TONELADAS EXPORTADAS
CHINA	2,13	553'8	1.Certificado de inspección 2.Certificado de prohibición de importación 3.Certificado de pre-envío (PSI)	693.228.968,60
INDIA	2,70	646'1	1.Licencia para importar artículos restringidos 2.Permiso de Importación para Residuos 3.Notificación de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos 4.Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos 5.Inspección de pre-envío (PSI)	32.281.757,00
PAKISTÁN	0,54	872'33	NO HAY	75.496.761,00
MALASIA	1,33	484'62	1.Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos	5.016.083,00
TAIWÁN	1,79	623'09	1.Permiso para Importar Residuos Peligrosos 2.Notificación de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos 3.Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos	7.548.593,00
TAILANDIA	2,59	484'62	1.Licencia de importación para residuos no peligrosos 2.Notificación de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos 3.Documento para movimientos transfronterizos de residuos peligrosos	3.009.072,00

Fuente: European Commission; Market Access Database

5.4. Estacionalidad

En este apartado, se analizará los motivos por los cuáles no se puede exportar la mercancía hacia China, India y Pakistán, en determinados momentos y razones por las cuales se han buscado mercados alternativos.

5.4.1. Año Nuevo Chino

El Año Nuevo Chino es la mayor festividad en determinados países de Asia (China, Taiwán, Hong Kong, Macao y Singapur). A diferencia de otros países, tanto de Oriente como de Occidente, donde se celebra el Año Nuevo el 31 de Diciembre, en estos países, la fecha para el Año Nuevo se establece en función del calendario lunisolar, es decir, las celebraciones empiezan el primer día intermedio de la luna nueva mas próxima entre el solsticio de invierno (entre el 21 y el 23 de diciembre) y el equinoccio de primavera (entre el 19 y el 21 de marzo), por lo que el día intermedio entre esas dos fechas es entre el 3 y el 5 de febrero y terminan al cabo de 15 días con el Festival de los Faroles.

En estas fechas, las importaciones-exportaciones hacia y desde China y demás países que se acogen a la celebración, se paralizan.

5.4.2. Época de alfalfa

Según los datos estadísticos de AEFA (Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa deshidratada), España exportó en el 2018, 664.899 toneladas de alfalfa deshidratada y en el 2019, 652.187 toneladas, durante la campaña de alfalfa, que dura desde abril a octubre.

Tabla 6. Mayores importadores de alfalfa desde España

PAÍS	2018	2019
Emiratos Árabes Unidos	295.069	307.554
China	133.201	174.213
Francia	28.031	25.727
Jordania	30.521	23.278
Arabia Saudí	9.310	17.593

Fuente: AEFA

España se sitúa en el primer puesto como el mayor exportador de alfalfa deshidratada desde Europa y ocupa el segundo puesto a nivel mundial, detrás de los Estados Unidos. En el 2019, por países importadores, destacan sobre el resto los Emiratos Árabes Unidos con 307.554 toneladas (47 % del total exportado) y China con 174.713 toneladas (26,7% del total exportado) y seguidamente, aunque con menor cantidad está Francia con 25.727 toneladas, Jordania con 23.278 y Arabia Saudí con 17.593 toneladas, completando así los cinco principales destinos.

Debido a la cantidad que se exporta y puesto que el transporte utilizado es marítimo, muchas veces, no hay buques o equipo disponibles ya que están siendo empleados para transportar la alfalfa.

5.4.3. Ramadán

El Ramadán es la celebración más importante para los países con religión musulmana. La festividad sigue el calendario lunar, por lo que siempre toca en fechas diferentes. Es una celebración en la cuál todos los musulmanes aprenden a tener fuerza y paciencia, tanto mental como moral, por lo que, durante un mes, la rutina diaria se convierte en rituales de rezo y tiempo con la familia y comunidad.

Es por eso que, en esta época, las exportaciones a los países musulmanes disminuyen mucho ya que las jornadas laborales disminuyen considerablemente para poder compaginar trabajo y espiritualidad.

5.4.4. Pandemia del Coronavirus en China

El caso de la epidemia del Coronavirus es muy incierto puesto que es muy reciente y aún no se sabe exactamente cómo surgió el brote y tampoco se ha descubierto una vacuna.

El epicentro de la epidemia es la ciudad de Wuhan, en la provincia de Hubei, en la China Central. Se caracteriza por síntomas de un simple resfriado, pero que se puede agravar hasta causar la muerte. En total hay cerca de 3.000 muertes causadas por el virus, el cual se ha expandido en varios países asiáticos y también en Europa, dónde hasta la fecha hay 11 muertes en Italia.

El virus se expande por vía oral y a través del aire y la única precaución que se puede tomar es aumentando la higiene, lavándose las manos constantemente, evitar llevarlas a la boca y desinfectando los objetos que toquemos.

Esta crisis afecta directamente a todas las exportaciones con China ya que la situación es más grave ahí, pero también al comercio con el resto del mundo.

El principal problema viene dado porque los contenedores no están siendo retirados de los puertos chinos ya que los operarios y los transportistas no trabajan y están siendo confinados, de esta forma evitan el contacto con otras personas frente al alarma de la posibilidad de contagio.

Esta situación desencadena otros problemas, ya que, al no retirar la mercancía, los contenedores no pueden seguir su tráfico, y en el origen, escasea equipo para exportar, cosa que provoca, por una parte, un aumento del flete y, por otra parte, la omisión de algunos puertos en China.

- **Estimaciones**

Una vez realizado el estudio documental y explicadas las variables, analizaremos mediante un ejercicio estadístico de regresión lineal múltiple, las diferentes variables escogidas para realizar el presente trabajo y así poder comprobar si es cierto que los diferentes factores están relacionados entre si y si justifica los países escogidos como mercados alternativos.

Por lo tanto, la base muestra las toneladas de residuos metálicos, correspondiente los países que se analizan, China, India y Pakistán y que se exportaron mensualmente, en el periodo de un año, así como el precio por tonelada.

También tenemos el flete relacionado a cada mes, la variable "legislación" pero que por ser un factor cualitativo que no varía en el tiempo, se han creado unas variables *dummy* para poder identificarlas.

Cabe mencionar que los datos seleccionados para realizar el análisis corresponden al año 2019 y que la variable "estacionalidad" no sale reflejada en la regresión lineal debido a que hay factores, como el Ramadán, que son imposible de cuantificar ya que no suelen coincidir en la misma fecha dos años seguidos o el caso del COVID-19, que es un caso excepcional.

La ecuación se estima realizando una pooled estimation y el Modelo de Efectos Fijos. La estimación preferida es la de efectos fijos, ya que recoge aquellos factores inobservables de los individuos y que permanecen constantes en el tiempo como la legislación.

Modelo MCO

Tabla 7: Análisis modelo MCO

EXPOTN	COEF.	STD. ERR.	T	P> T	[95% CONF. INTERVAL]
PTN	-8.47573	1.797577	-4.72	0.000***	-12.15219 -4.799272
FLETE	-10.19606	3.225701	-3.16	0.004***	-16.79336 -3.598756
INTERACC	.0141929	.0021677	6.55	0.000***	.0097593 .0186264
T4	734.1053	641.9318	1.14	0.262	578.7927 2047.003
T3	516.0143	592.9876	0.87	0.391	-696.7816 1728.81
T2	-13.28262	618.3249	-0.02	0.983	-1277.899 1251.334
CONS	7057.174	1364.583	5.17	0.000	4266.289 9848.059

Fuente: STATA

Number of obs = 36
F (6, 29) = 27.57
Prob > F = 0.0000
R-squared = 0.8508
Adj R-squared = 0.8200
Root MSE = 1194

Como podemos observar en el modelo MCO, las variables del precio por tonelada (PTN) y la variable flete son altamente significativas ya que en los ambos casos p-value < 0.05, al igual que la interacción entre dichas variables.

Los coeficientes son negativos, lo que indica que a un menor precio por tonelada y del flete, aumentan las exportaciones.

Asimismo, se observa que las dummies de tiempo no son significativas, lo que indicaría que las exportaciones no tienen una estacionalidad trimestral.

La tabla nos muestra que a nivel global, el modelo es muy significativo ya que Prob.= 0.05 > F= 0.0000 y también vemos que R-squared = 0.8508, es decir, que el modelo MCO explica el 85% de la variabilidad de las exportaciones.

Modelo de efectos fijos

Tabla 8: Análisis modelo de Efectos Fijos

EXPOTN	COEF.	STD. ERR.	T	P> T	[95% CONF. INTERVAL]
PTN	-12.2608	3.293095	-3.72	0.001 ***	-19.01768 -5.50393
FLETE	-19.8773	8.685727	-2.29	0.030 ***	-37.69894 -2.055661
INTERACC	.0167082	.0040233	4.15	0.000 ***	.0084532 .0249632
T4	263.5573	591.5506	0.45	0.659	-950.2044 1477.319
T3	-437.9735	617.7144	-0.71	0.484	-1705.419 829.4718
T2	-411.0896	565.3668	-0.73	0.473	-1571.126 748.9472
CONS	16487.64	5846.469	2.82	0.009	4491.679 28483.61
sigma_u	4219.2959				
sigma_e	1063.0133				
rho	.94031427 (fraction of variance due to u_i)				

Fuente: STATA

Fixed-effects (within) regression	Number of obs = 36
Group variable: id	Number of groups = 3
R-sq:	Obs per group:
within = 0.5413	min = 12
between = 0.0226	avg = 12.0
overall = 0.0013	max = 12
	F (6,27) = 5.31
corr(u_i, Xb) = -0.6508	Prob > F = 0.0010
F test that all u_i=0: F(2, 27) = 4.79	Prob > F = 0.0166

Por otra parte, analizado el modelo de efectos fijos, observamos que, en primer lugar, al igual que en el modelo MCO, el p-value < 0.05 para las variables de flete y precio/tonelada, al igual que la interacción entre estos. Nuevamente

se recoge que la relación entre el precio del flete y el precio por tonelada con las exportaciones es negativa. A mayor precio por tonelada y del flete, aumentan las exportaciones.

De la misma forma que con el modelo MCO, se observa que las *dummies* de tiempo tampoco son significativas, lo cual indicaría que las exportaciones no tienen una estacionalidad trimestral, tal y como pasa con el modelo anterior.

Asimismo, observamos que, a nivel global, al igual que en análisis MCO el modelo es significativo y Prob. = 0.05 > F= 0.0010 y que el modelo explica el 54% de la variabilidad de la variable dependiente, dentro de cada individuo y, aunque el modelo MCO explica el 85% de la varianza, hay que tomar en cuenta que el modelo de efectos fijos es más seguro ya que tiene en cuenta efectos fijos inobservables, que el MCO no recoge.

5.5. Mercados alternativos

Finalmente, tras realizar el análisis econométrico, las alternativas a los mercados existentes son Taiwán, Malasia y Tailandia, debido al conjunto de las variables escogidas para la investigación de mercado.

En primer lugar, la legislación de dichos países es muy flexible, por lo que la aduana no pone dificultades a la hora de importar residuos de cobre, a diferencia de otros países, como los Estados Unidos, donde la legislación es mucho más estricta.

En segundo lugar, aunque en algunos mercados alternativos, el €/TN es lo suficientemente alto como para hacer la competencia a algunos de los principales mercados existentes y el coste de los fletes y las operaciones portuarias son mucho más económicas por ser países poco desarrollados, es decir, hay un nicho de mercado,

donde las navieras se puede colocar, sin costes elevados, sin mucha restricción legislativa, por lo que pueden actuar según sus intereses.

Finalmente, el coste del flete hacia dichos destinos es inferior a los mercados principales.

6. Conclusiones

Una vez finalizado el estudio, recordemos que el objetivo de éste era conocer e investigar qué otros destinos existen, a parte de los principales mercados existentes de China, India y Pakistán, para exportar residuos metálicos.

En primer lugar, se recopilaron los datos de las exportaciones de todos los residuos metálicos procedentes de Europa hacia China, India y Pakistán, en un período de diez años (2008-2018) y, puesto que hay una clara diferencia entre la cantidad exportada de residuos de hierro y acero y los demás residuos metálicos, se decidió hacer el estudio centrándonos en un único tipo de residuo.

En el momento que se recopilaron los datos de las exportaciones desde Europa, se hizo lo propio con datos desde España, lo cual nos hizo descubrir que a diferencia de Europa, desde dónde el residuo metálico más exportado es el hierro y acero, desde España, el más exportado es el residuo de cobre, lo cuál nos hizo decidir realizar el estudio de exportaciones desde España, ya que, debido a la importancia de los puertos españoles en Europa, éstos se convierten en un factor de valor añadido a la hora de exportar y también debido a que los datos recopilados de las exportaciones son más que representativos.

En segundo lugar, en lo que se refiere a las variables estudiadas, el estudio se realizó en base a cuatro factores: el valor del residuo de cobre por kilogramo, el precio del flete por TEU, la legislación en función de los países importadores y la estacionalidad o problemas que puede haber en el sector. Estos cuatro factores nos permiten visualizar los principales puntos a tener en cuenta a la hora de hacer una compra venta: el beneficio que se obtiene, el principal coste soportado, la legislación que se debe cumplir en el país que se exporta y los inconvenientes que puedan surgir.

De esta forma, se cruzaron y analizaron, mediante un análisis de regresión lineal, los factores mencionados de los principales países importadores de residuos de cobre: el

mercado de los mayores importadores de residuo de cobre + el coste de los fletes en función de las rutas disponibles y el tiempo que se tarda en llegar a destino + una burocracia flexible para que de esta forma se tarde lo menos posible en legalizar los documentos requeridos para las importaciones.

El factor de la estacionalidad y los inconvenientes que puedan surgir en los países de importación, principalmente debido a fiestas religiosas, no se pudo analizar ya que es un tema muy subjetivo e imposible de cuantificar debido a que algunos factores de la estacionalidad, ej. El Ramadán, no coincide dos años seguidos en las mismas fechas. Aún así, se aplicaron dos modelos de regresión lineal múltiple, el modelo MCO y el Modelo de Efectos Fijos y se obtuvo como resultados muy similares en ambos modelos, pero que, a la hora de tener una visión global, observamos que mediante el modelo MCO, las variables escogidas explican el 85% de la varianza, a diferencia del modelo de efectos fijos, que solo explica el 54%.

Finalmente, vemos que ambos modelos son significativos, y se pudo confirmar y buscar como mercados alternativos, países similares a los mercados principales, pero sin el factor religión, como Malasia, Taiwán y Tailandia.

Así pues, queda demostrada la hipótesis que nos planteamos de que hay mucho mercado alternativo que no se aprovecha suficientemente y alcanzamos con el objetivo de conocer e investigar cuáles son.

7. Cronología

Tabla 9. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la 1ª memoria

FECHA	ACTIVIDAD
23 septiembre	1er contacto con el tutor para pensar en un tema
23 septiembre-13 octubre	Concretar el tema y presentarlo oficialmente en el eCampus
7 noviembre	2ª tutoría
8-12 noviembre	Búsqueda de información sobre el tema escogido
13 noviembre	3ª tutoría
14-25 noviembre	Ampliar la búsqueda de información de los antecedentes en Google Académico
27 noviembre	4ª tutoría
28 noviembre- 8 diciembre	Preparar los antecedentes y marco teórico

8-15 diciembre	Definiendo la hipótesis y metodología
15-22 diciembre	Preparando la metodología
27 diciembre	Subir la 1ª memoria al eCampus

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la 2ª memoria

FECHA	ACTIVIDAD
Enero	5º tutoría
Enero	Corregir aspectos de la primera entrega
1-17 febrero	Investigar y seleccionar bases de datos para la parte empírica
19 febrero	6ª tutoría
25 febrero-1 marzo	Repasar datos y gráficos, cerrar la parte estadística
4 marzo	Subir la 2ª memoria al eCampus
6-12 marzo	Preparar la presentación oral del Tribunal de Seguimiento
16 marzo	Enviar a los tutores la presentación
25/26/27 de marzo	Tribunal de Seguimiento

Fuente: elaboración propia

Tabla 11. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la memoria final

FECHA	ACTIVIDAD
Abril	7º tutoría
Abril-12 mayo	Corregir aspectos de la 2ª entrega
13- 20 mayo	Redactar conclusiones, valoraciones y agradecimientos
25 mayo- 14 junio	Repasar todo el trabajo y modificar el necesario
28 junio	Subir la memoria final
29 junio-4 julio	Preparar la presentación oral
5 julio	Enviar a los tutores la presentación
06/07/08 de julio	Tribunal Final

Fuente: elaboración propia

8. Bibliografía

1. Papers

- Agrawal, S., Singh, R. K., & Murtaza, Q. (2015). A literature review and perspectives in reverse logistics. *Resources, Conservation and Recycling*. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.02.009>
- Alumur, S. A., Nickel, S., Saldanha-Da-Gama, F., & Verter, V. (2012). Multi-period reverse logistics network design. *European Journal of Operational Research*, 220(1), 67–78. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.12.045>
- Chang, Y. C., Wang, N., & Durak, O. S. (2010). Ship recycling and marine pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 60(9), 1390–1396. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.05.021>
- Cui, J., & Roven, H. J. (2010). Recycling of automotive aluminum. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China (English Edition)*, 20(11), 2057–2063. [https://doi.org/10.1016/S1003-6326\(09\)60417-9](https://doi.org/10.1016/S1003-6326(09)60417-9)
- Du, Z., Zhu, H., Zhou, Q., & Wong, Y. D. (2017). Challenges and solutions for ship recycling in China. *Ocean Engineering*, 137(January 2016), 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.04.004>
- Friedrich, E., & Trois, C. (2013). GHG emission factors developed for the recycling and composting of municipal waste in South African municipalities. *Waste Management*, 33(11), 2520–2531. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.05.010>
- Govindan, K., Soleimani, H., & Kannan, D. (2015). Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. *European Journal of Operational Research*, 240(3), 603–626. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>
- Gronostajski, J., & Matuszak, A. (1999). Recycling of metals by plastic deformation: an example of recycling of aluminium and its alloys chips. *Journal of Materials Processing Technology*, 92–93, 35–41. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(99\)00166-1](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(99)00166-1)
- Hu, M., Pauliuk, S., Wang, T., Huppes, G., van der Voet, E., & Müller, D. B. (2010). Iron and steel in Chinese residential buildings: A dynamic analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(9), 591–600. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.10.016>
- Johnstone, N. (1998). The implications of the Basel Convention for developing countries: The case of trade in non-ferrous metal-bearing waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 23(1–2), 1–28. [https://doi.org/10.1016/S0921-3449\(98\)00002-0](https://doi.org/10.1016/S0921-3449(98)00002-0)
- Kara, S., Rugrungruang, F., & Kaebnick, H. (2007). Simulation modelling of reverse

- logistics networks. *International Journal of Production Economics*, 106(1), 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.04.009>
- Krumwiede, D. W., & Sheu, C. (2002). A model for reverse logistics entry by third-party providers. *Omega*, 30(5), 325–333. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(02\)00049-X](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(02)00049-X)
- Kumar, S., & Putnam, V. (2008). Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors. *International Journal of Production Economics*, 115(2), 305–315. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.11.015>
- Nieves, L. A. (1998). *Radioactive Contaminated Scrap Metal*. 0032(6), 1089–1103.
- Park, J. A., Hong, S. J., Kim, I., Lee, J. Y., & Hur, T. (2011). Dynamic material flow analysis of steel resources in Korea. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), 456–462. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.12.007>
- Pokharel, S., & Mutha, A. (2009). Perspectives in reverse logistics: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 53(4), 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.11.006>
- Raci, V., & Shankar, R. (2005). Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technological Forecasting and Social Change*, 72(8), 1011–1029. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.07.002>
- Rahman, S. M. M., Handler, R. M., & Mayer, A. L. (2016). Life cycle assessment of steel in the ship recycling industry in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, 135, 963–971. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.014>
- Saavedra, Y. M. B., Iritani, D. R., Pavan, A. L. R., & Ometto, A. R. (2018). Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1514–1522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>
- Samuel, M. (2003). A new technique for recycling aluminium scrap. *Journal of Materials Processing Technology*, 135(1), 117–124. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(02\)01133-0](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(02)01133-0)
- Shinkuma, T., & Nguyen Thi Minh Huong. (2009). The flow of E-waste material in the Asian region and a reconsideration of international trade policies on E-waste. *Environmental Impact Assessment Review*, 29(1), 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2008.04.004>
- Srivastava, S. K. (2008). Network design for reverse logistics. *Omega*, 36(4), 535–548. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.11.012>
- Swafford, P. M., Ghosh, S., & Murthy, N. (2006). The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing. *Journal of Operations Management*, 24(2), 170–188. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.05.002>
- Tuncuk, A., Stazi, V., Akcil, A., Yazici, E. Y., & Deveci, H. (2012). Aqueous metal

- recovery techniques from e-scrap: Hydrometallurgy in recycling. *Minerals Engineering*, 25(1), 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2011.09.019>
- Wong, Y. C., Al-Obaidi, K. M., & Mahyuddin, N. (2018). Recycling of end-of-life vehicles (ELVs) for building products: Concept of processing framework from automotive to construction industries in Malaysia. *Journal of Cleaner Production*, 190, 285–302. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.145>
- Wübbecke, J., & Heroth, T. (2014). Challenges and political solutions for steel recycling in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.03.004>
- Xuan, Y., & Yue, Q. (2016). Forecast of steel demand and the availability of depreciated steel scrap in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.02.003>
- Yellishetty, M., & Mudd, G. M. (2014). Substance flow analysis of steel and long term sustainability of iron ore resources in Australia, Brazil, China and India. *Journal of Cleaner Production*, 84(1), 400–410. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.046>
- Ying, J., & Li-jun, Z. (2012). Study on Green Supply Chain Management Based on Circular Economy. *Physics Procedia*, 25, 1682–1688. <https://doi.org/10.1016/j.phpro.2012.03.295>
- Zhang, B., Wang, Z., Yin, J., & Su, L. (2012). CO₂ emission reduction within Chinese iron & steel industry: Practices, determinants and performance. *Journal of Cleaner Production*, 33, 167–178. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.012>

2. Tablas

Tabla 1. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde Europa y España hacia China, India Y Pakistán del 2008 al 2018. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 2: Análisis descriptivo de las variables. **Fuente:** Datos de STATA.

Tabla 3. Fletes de la naviera OOCL en Febrero, sujetos a contrato. **Fuente:** OOCL. Disponible en < <https://www.oocl.com/eng/Pages/default.aspx> > (marzo, 2020)

Tabla 4. Fletes de la naviera OOCL en Marzo, sujetos a contrato. **Fuente:** OOCL. Disponible en < <https://www.oocl.com/eng/Pages/default.aspx> > (marzo, 2020)

Tabla 5. Resumen de las variables estudiadas. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de European Commission; Market Access Database. Disponible en <

https://madb.europa.eu/madb/datasetPreviewFormIFpubli.htm?datacat_id=IF&from=publi > (Marzo, 2020).

Tabla 6. Mayores importadores de alfalfa desde España. **Fuente:** AEFA Asociación Española de Fabricantes de Alfalfa deshidratada). Disponible en < <https://www.alfalaspain.es/category/estadisticas/> > (marzo, 2020).

Tabla 7: Análisis modelo MCO. **Fuente:** Datos de STATA.

Tabla 8: Análisis modelo de Efectos Fijos. **Fuente:** Datos de STATA.

Tabla 9. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la 1ª memoria. **Fuente:** elaboración propia.

Tabla 10. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la 2ª memoria. **Fuente:** elaboración propia.

Tabla 11. Tabla con resumen de los pasos que se siguieron para elaborar la memoria final. **Fuente:** elaboración propia.

Tabla 12: Resumen de las exportaciones a China. **Fuente:** DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (diciembre, 2019).

Tabla 13: Tabla con resumen de los antecedentes. **Fuente:** elaboración propia.

Tabla 15. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde la Unión Europea. **Fuente:** DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_ue.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 15. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde España. **Fuente:** DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 16. Media del precio del cobre en China. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 17. Media del precio del cobre en India. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 18. Media del precio del cobre en Pakistán. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 19. Media del precio del cobre en Malasia. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 20. Media del precio del cobre en Taiwán. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

Tabla 21. Media del precio del cobre en Tailandia. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (marzo, 2020).

3. Gráficos

Gráfico 1: Toneladas de residuos metálicos exportados a China. **Fuente:** elaboración propia a partir de datos de DataComex.

Gráfico 2: Ranking países importadores de residuos de cobre. **Fuente:**

OECD (Observatory of Economic Complexity). Disponible en < <https://oec.world/en/profile/hs92/7404/> > (marzo, 2020).

Gráfico 3. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en China. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

Gráfico 4. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en India. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

Gráfico 5. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Pakistán. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

Gráfico 6. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Malasia. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

Gráfico 7. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Taiwán. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

Gráfico 8. Media del precio por tonelada de los residuos de cobre en Tailandia. **Fuente:** Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior

Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (junio, 2020)

4. Base de datos

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de DataComex (Estadísticas del Comercio Exterior Español). Disponible en < http://datacomex.comercio.es/principal_comex_es.aspx > (mayo, 2020).

Fuente: Fletes de la naviera MAERSK, sujetos a contrato. Disponible en < <https://www.maersk.com> > (mayo, 2020).

9. Abreviaturas y Acrónimos

EOL: End Of Life

RAEE: Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

RL: Reverse Logistics

OEM: Original Equipment Manufacturer

SI/ ISI: Chinese Iron & Steel Industry

GAC: Administración General de Aduanas de la República Popular de China

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos

MEE: Ministry of Ecology and Environment

MOFCOM: Ministry Of Commerce

SAMR: Administración Estatal de Regulación del Mercado

CCIC: Compañía de Certificación e Inspección

PSI: Pre-Shipment Inspeccion

DGFT: Dirección General de Comercio Exterior

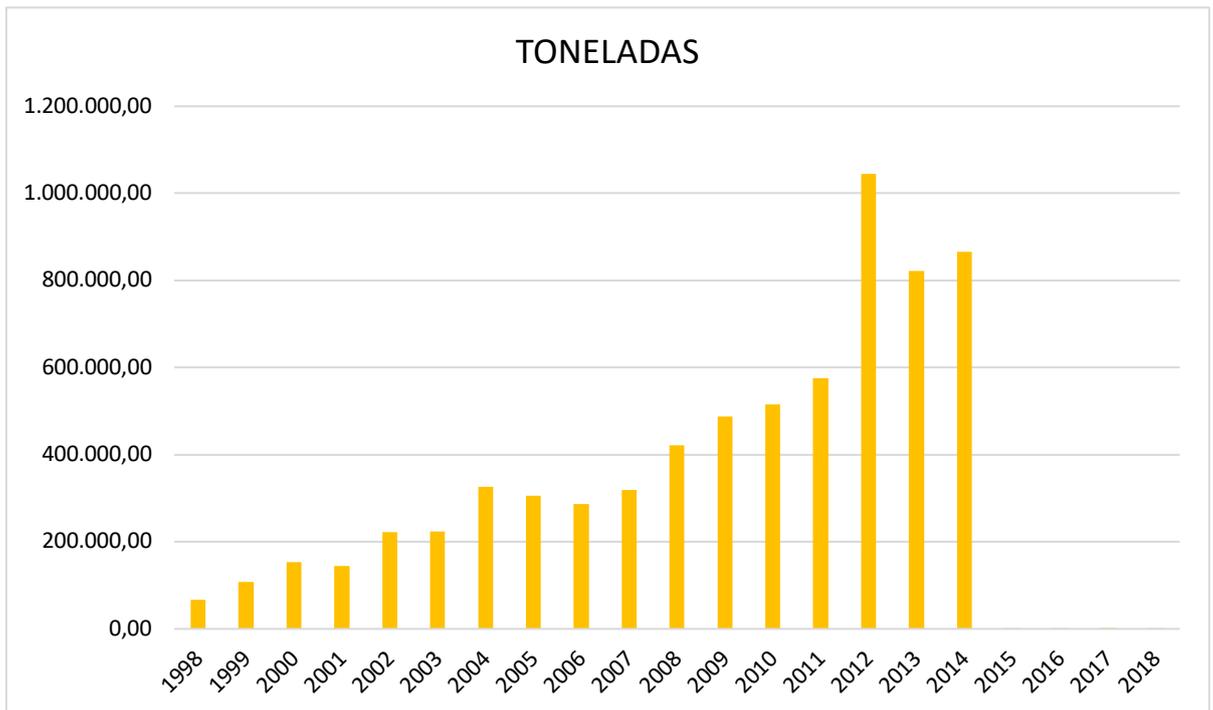
HS CODE: Códigos del Sistema Armonizado

EPA: Administración de Protección del Medio Ambiente

TEU: Twenty-foot Equivalent Unit

10. Anexos

Gráfico 1: Toneladas de residuos metálicos exportados a China



Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Gráfico 2: Ranking países importadores de residuos de cobre



Fuente: OEC

Tabla 12: resumen de las exportaciones de residuos metálicos China

AÑO EXP.	MILLONES €	TONELADAS
1998	59,82	66.945,7
1999	89,27	107.200,56
2000	147,3	153.484,18
2001	150,83	143.887,35
2002	183,73	222.750,26
2003	161,51	224.109,24
2004	246,73	326.057,75
2005	300,95	305.555,04
2006	405,61	287.374,09
2007	461,17	318.718,71
2008	436,68	420.920,21
2009	352,73	487.323,14
2010	637,4	514.678,81
2011	716,33	575.307,18
2012	886,68	1.043.976,81
2013	742,57	821.288,32
2014	722,43	865.829,76
2015	686,96	516,49
2016	594,15	244,06
2017	830,79	2477,31
2018	1.024,87	378,67
TOTAL	9.838,51	9.758.761,14

Fuente: DataComex

Tabla 13. Tabla con resumen de los antecedentes

AUTOR/ES	AÑO	REVISTA	TÍTULO	INFORMACIÓN
(Agrawal et al., 2015)	2015	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>A literature review and perspectives in reverse logistics.</i>	Expone los tipos de red RL (reparación, remanufactura, reciclaje y reutilización directa (concretamente de la red de mercado secundario).
(Kumar & Putnam, 2008)	2008	INT. J. PRODUCTION ECONOMICS	<i>Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors.</i>	Reglamento referente al tratamiento de equipos eléctricos con restos de químicos, en China y Corea.
(Alumur et al., 2012)	2012	EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH	<i>Multi-period reverse logistics network design.</i>	Red de RL en las OEM en mercados secundarios.
(Govindan et al., 2015)	2015	EUROPEAN JOURNAL OF OPERATIONAL RESEARCH	<i>Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future.</i>	Definiciones SCM y RL.
(Kara et al., 2007)	2007	INT. J. PRODUCTION ECONOMICS	<i>Simulation modelling of reverse logistics networks.</i>	Simulación de sistemas de recolección y el transporte de electrodomésticos usados, desde los consumidores hasta el destino final, en Sydney, (hub-and-spoke).
(Krumwiede & Sheu, 2002)	2002	OMEGA	<i>A model for reverse logistics entry by third-party providers.</i>	Importancia de la logística inversa en la

				gestión de la cadena de suministro.
(Raci & Shankar, 2005)	2005	TECHNOLOGICAL FORECASTING & SOCIAL CHANGE	<i>Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics</i>	Barreras en la aplicación de la RL en el sector automotriz.
(Pokharel & Mutha, 2009)	2009	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>Perspectives in reverse logistics: A review.</i>	Antecedentes en la RL.
(Alumur et al., 2012)	2012	OMEGA	<i>Network design for reverse logistics.</i>	Green SCM.
(Saavedra et al., 2018)	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	<i>Theoretical Contribution of Industrial Ecology to Circular Economy.</i>	Análisis de la contribución teórica de la ecología industrial a la economía circular.
(Tuncuk et al., 2012)	2012	MINERALS ENGINEERING	<i>Aqueous metal recovery techniques from e-scrap: Hydrometallurgy in recycling.</i>	Extracción de metales a partir de equipos electrónicos-eléctricos (RAEE).
(Swafford et al., 2006)	2006	JOURNAL OF OPERATIONS MANAGEMENT	<i>The antecedents of supply chain agility of a firm: Scale development and model testing.</i>	Cadena de Suministro ágil.
(Ying & Li-jun, 2012)	2012	PHYSICS PROCEDIA	<i>Study on Green Supply Chain Management Based on Circular Economy.</i>	Cadena de suministro verde versus cadena de suministro tradicional.
(Samuel, 2003)	2003	JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY	<i>A new technique for recycling aluminium scrap.</i>	Técnica para el reciclaje de aluminio.

(Hu et al., 2010)	2010	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>Iron and steel in Chinese residential buildings: A dynamic analysis.</i>	Análisis de la demanda de hierro y acero y la disponibilidad de chatarra del sector de la vivienda, en China.
(Park et al., 2011)	2011	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>Dynamic material flow analysis of steel resources in Korea</i>	Flujos de recursos de acero (Corea del Sur).
(Xuan & Yue, 2016)	2016	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>Forecast of steel demand and the availability of depreciated steel scrap in China.</i>	Producción y reciclaje del acero en China.
(Wübbecke & Heroth, 2014)	2014	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>Challenges and political solutions for steel recycling in China.</i>	La economía circular y el reciclaje de acero en China.
(Gronostajski & Matuszak, 1999)	1999	JOURNAL OF MATERIALS PROCESSING TECHNOLOGY	<i>The recycling of metals by plastic deformation: an example of recycling of aluminium and its alloys chips.</i>	Métodos de reciclaje de virutas y aleaciones de aluminio.
(Yellishetty & Mudd, 2014)	2014	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	<i>Substance flow analysis of steel and long term sustainability of iron ore resources in Australia, Brazil, China and India.</i>	Análisis de flujo de acero e hierro de los principales países exportadores y/o importadores.

(Zhang et al., 2012)	2012	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	<i>CO 2 emission reduction within Chinese iron & steel industry: Practices, determinants and performance.</i>	Estudio sobre medidas para reducir las emisiones de CO2 a casusa de la industria del metal, en China.
(Shinkuma & Nguyen Thi Minh Huong, 2009)	2009	ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT REVIEW	<i>The flow of E-waste material in the Asian region and a reconsideration of international trade policies on E-waste.</i>	Impacto ambiental debido al reciclaje electrónico y su regulación en China.
(Johnstone, 1998)	1998	RESOURCES, CONSERVATION AND RECYCLING	<i>The implications of the Basel Convention for developing countries: the case of trade in non-ferrous metal-bearing waste.</i>	Efectos económicos y ambientales de la prohibición del comercio de desechos peligrosos con valores secundarios.
(Nieves, 1998)	1998	PERGAMON	<i>Analysis of Disposition Alternatives for Radioactively Contaminated Scrap Metal.</i>	Impacto del reciclaje de los residuos metálicos radioactivos.
(Friedrich & Trois, 2013)	2013	WASTE MANAGEMENT	<i>GHG emission factors developed for the recycling and composting of municipal waste in South African municipalities.</i>	Emisiones a partir del reciclaje del metal en Sud-África.
(Du et al., 2017)	2017	OCEAN ENGINEERING	<i>Challenges and solutions for ship recycling in China.</i>	Industria de desmantelamiento de buques, en China.

(Chang et al., 2010)	2010	MARINE POLLUTION BULLETIN	<i>Ship recycling and marine pollution.</i>	Medidas y políticas ambientales para controlar el reciclaje y la contaminación del reciclaje de buques.
(Rahman et al., 2016)	2016	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	<i>Life cycle assessment of steel in the ship recycling industry in Bangladesh.</i>	Impacto ambiental de la industria del reciclaje de buques en Bangladesh.
(Cui & Roven, 2010)	2010	SCIENCE DIRECT	<i>Recycling of automotive aluminum</i>	Beneficios ambientales y técnicas de reciclaje de aluminio de la industria automotriz.
(Wong et al., 2018)	2018	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	<i>Recycling of End-of-Life Vehicles (ELVs) for building products: Concept of processing framework from automotive to construction industry in Malaysia.</i>	Economía circular: colaboración entre la industria automotriz y la industria de construcción para la gestión de los residuos de vehículos al final de su vida útil .

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde la Unión Europea

AÑO	7204:HIERRO Y ACERO	7404: COBRE	7503: NÍQUEL	7602: ALUMINIO	7802: PLOMO	7902: CINC	8002: ESTAÑO
2008	2.123.486,49	865.327,10	1.296,10	432.411,30	22.434,90	78.735,80	10.735,50
2009	4.269.356,94	1.036.426,80	2.331,20	818.705,70	42.007,80	99.095,10	15.996,80
2010	3.179.828,28	1.062.925,75	4.051,78	716.942,03	49.557,57	98.503,31	4.075,51
2011	3.433.028,09	1.202.970,98	5.240,06	671.985,43	42.524,08	81.482,63	2.223,46
2012	3.660.097,11	1.089.719,70	12.066,36	783.840,42	25.651,31	74.282,00	2.735,63
2013	2.210.078,86	954.071,78	6.768,55	633.941,37	23.494,92	64.545,69	331,73
2014	2.575.030,33	919.028,72	1.291,86	678.439,52	32.253,45	62.326,84	483,55
2014	2.807.509,51	892.651,25	477,98	628.057,92	22.683,47	50.159,34	200,00
2016	3.545.383,55	862.992,17	765,18	681.397,04	30.058,96	58.359,97	252,08
2017	2.645.194,68	912.763,44	284,87	585.859,87	34.900,60	63.734,76	78,57
2018	6.584.544,62	1.198.395,98	352,84	1.232.910,86	46.243,84	107.401,92	5,46
TOT AL	37.033.538,5	10.997.273,7	34.926,78	786.4491,46	371.810,9	838.627,36	37.118,29

Fuente: DataComex

Tabla 15. Toneladas de residuos metálicos exportadas desde España

AÑO	7204: HIERRO Y ACERO	7404: COBRE	7503: NÍQUEL	7602: ALUMINIO	7802: PLOMO	7902: CINC	8002: ESTAÑO
2008	38.928,57	38.468,11	0,00	4.040,34		3.234,07	0,00
2009	64.298,11	37.653,16	0,00	16.369,33	440,94	3.382,86	0,00
2010	63.974,30	45.310,93	0,00	18.200,29	427,80	2.795,16	0,00
2011	90.661,97	45.221,63	0,00	11.520,37	313,52	2.055,16	0,00
2012	75.654,95	87.563,03	0,00	21.900,75	71,99	1.947,04	0,00
2013	48.482,28	93.248,77	0,00	18.657,28	1.582,27	2.842,61	0,00
2014	25.209,37	87.917,73	0,00	17.038,09	1.458,17	3.187,05	0,00
2014	23.342,62	90.088,42	14,63	19.279,79	2.066,56	2.754,85	0,00
2016	15.055,42	88.526,67	26,78	16.011,90	1.234,10	1.060,01	0,00
2017	12.134,11	106.325,4 9	0,00	15.495,82	599,00	1.090,53	0,00
2018	14.392,43	80.683,57	0,00	20.106,37	924,41	1.808,97	0,00
TOTA L	472.134,14	801.007,4 9	41,41	178.620,33	9.118,75	26.158,30	0,00

Fuente: DataComex

Tabla 16. Media del precio del cobre en China

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	51.351.584,33	36.129.519,00	1,42131935
2009	42.639.522,27	34.171.880,00	1,90972428
2010	81.175.227,31	42.506.255,00	1,90972428
2011	87.769.547,43	39.013.440,00	2,24972593
2012	172.612.770,25	75.214.432,00	2,29494215
2013	172.440.790,87	83.013.236,00	2,07726863
2014	137.003.340,43	75.163.912,00	1,82272765
2014	159.335.083,88	77.681.452,00	2,05113421
2016	122.076.320,49	77.760.022,00	1,56991108
2017	227.202.656,43	90.158.602,60	2,52003303
2018	229.036.233,41	62.416.218,00	3,66949874
TOTAL	1.482.643.077,10	693.228.968,60	2,13874945

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tabla 17. Media del precio del cobre en India

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	2.838.743,59	1.178.805,00	2,40815367
2009	4.732.600,47	2.304.665,00	2,05348737
2010	6.073.236,82	2.159.720,00	2,81204824
2011	9.259.158,97	3.279.342,00	2,82348074
2012	11.569.579,12	3.260.807,00	3,54807234
2013	11.462.919,49	3.350.679,00	3,42107361
2014	14.603.793,56	4.929.415,00	2,96258147
2014	8.602.269,06	2.785.712,00	3,08799656
2016	5.275.650,32	2.739.878,00	1,92550556
2017	7.128.130,00	3.212.868,00	2,218619
2018	5.858.691,89	3.079.866,00	1,90225545
TOTAL	87.404.773,29	32.281.757,00	2,70755936

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tabla 18. Media del precio del cobre en Pakistán

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	457.279,27	1.159.790,00	0,39427765
2009	431.153,48	1.176.610,00	0,36643704
2010	359.110,20	644.950,00	0,55680316
2011	1.888.420,86	2.928.846,00	0,64476618
2012	6.096.144,99	9.087.786,00	0,6708064
2013	3.719.341,42	6.884.851,00	0,54022105
2014	4.462.269,83	7.824.404,00	0,57030156
2014	5.048.007,76	9.621.251,00	0,5246727
2016	3.631.584,69	8.026.770,00	0,45243413
2017	6.551.715,36	12.954.020,00	0,50576696
2018	8.216.678,67	15.187.483,00	0,54101649
TOTAL	40.861.706,53	75.496.761,00	0,54123788

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tabla 19. Media del precio del cobre en Malasia

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	45.526,52	7.500,00	6,07020267
2009	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00
2013	148.752,81	101.690,00	1,46280667
2014	0,00	0,00	0,00
2014	2.910,80	15.320,00	0,19
2016	365.764,82	800.760,00	0,45677209
2017	35.596,80	34.560,00	1,03
2018	6.108.106,06	4.056.253,00	1,50584938
TOTAL	6.706.657,81	5.016.083,00	1,33703087

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tabla 20. Media del precio del cobre en Taiwán

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	1.380.829,79	357.810,00	3,85911459
2009	777.638,08	483.610,00	1,60798594
2010	1.990.061,78	905.700,00	2,19726375
2011	387.474,98	116.830,00	3,31657092
2012	1.206.954,57	700.843,00	1,72214686
2013	1.120.880,68	613.880,00	1,82589542
2014	783.298,16	489.740,00	1,59941634
2014	646.140,84	382.320,00	1,69005242
2016	609.076,95	365.040,00	1,66852112
2017	1.455.322,69	801.140,00	1,81656476
2018	3.164.755,91	2.331.680,00	1,3572857
TOTAL	13.522.434,43	7.548.593,00	1,79138476

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex

Tabla 21. Media del precio del cobre en Tailandia

AÑO	EUROS	KGS	€/KG
2008	187.068,58	296.697,00	0,63050378
2009	0,00	0,00	0,00
2010	214.349,18	45.600,00	4,70063991
2011	1.679.745,66	355.431,00	4,72594022
2012	10.464,42	17.180,00	0,60910477
2013	26.112,49	24.480,00	1,06668668
2014	159.864,11	190.095,00	0,84096957
2014	309.066,38	458.140,00	0,67461121
2016	13.879,52	18.320,00	0,75761572
2017	1.371.048,57	885.088,00	1,54905339
2018	3.826.632,52	718.041,00	5,32926744
TOTAL	7.798.231,43	3.009.072,00	2,59157356

Fuente: elaboración propia a partir de datos de DataComex