



TÍTULO DE LA COMUNICACIÓN: ECOEFICIENCIA, HUELLA

ECOLÓGICA Y DEL CARBONO EMPRESARIAL: UN ESTUDIO

COMPARATIVO

AUTOR 1: INGRID MATEO-MANTECÓN

Email: mateoi@unican.es

AUTOR 2: PEDRO CASARES HONTAÑÓN

Email: casaresp@unican.es

AUTOR 3: PABLO COTO-MILLÁN

Email: cotop@unican.es

DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA

UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

ÁREA TEMÁTICA: 5. Energía, sostenibilidad, recursos naturales y medio ambiente

RESUMEN: En este trabajo, después de una breve introducción sobre el mercado de emisiones de CO₂, y los principales indicadores para la cuantificación del desarrollo sostenible, se presentan como herramientas para el estudio de la sostenibilidad, la huella ecológica corporativa (HEC) y la huella del carbono corporativa (HCC), o emisiones equivalentes de CO₂. Siendo la definición de HE: *“Es una medida de cuanta superficie biológicamente productiva, incluyendo agua y tierra, que precisa un individuo,*

población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los residuos que genera, empleando la tecnología y prácticas de gestión más frecuentes”, (GFN, 2007).

Concretamente, en esta comunicación se emplea el método compuesto de las cuentas contables (MC3), metodología derivada de la inicialmente propuesta por Wackernagel y Rees, (1995), cuyo ámbito de aplicación eran las poblaciones y/o los agentes individuales. Y que ha sido modificada para su aplicación a las empresas. (Carballo, (2009), y Domenech, (2007), entre otros).

Así, se calcula y analizan los principales resultados del cálculo de la HEC y de la HCC, que se derivan de la actividad económica de una de una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte de España, utilizando la metodología explicada. Realizándose una comparación de los resultados obtenidos con los de la Autoridad Portuaria de Gijón en el año 2006.

Adicionalmente se realiza el cálculo, la comparación y el análisis de los resultados de algunos indicadores de ecoeficiencia de las dos empresas objeto de estudio, los cuales se obtienen dividiendo los resultados económicos del ejercicio por los resultados obtenidos con el “impacto ambiental”, en este caso medido por la HEC-HCC (Lehni, 1999).

Para finalizar se proporcionan algunas medidas a implementar por las empresas para mejorar su sostenibilidad total.

PALABRAS CLAVE: Huella ecológica, emisiones de CO₂, Método Compuesto de las Cuentas Contables (MC3).

1. Introducción

Tradicionalmente, uno de los problemas con el que nos encontramos cuando analizamos los bienes ambientales desde la óptica económica, es la ausencia de mercado para esos bienes. Debido a esto, tanto los productores como los consumidores no tienen en cuenta los costes ambientales, y por ese motivo, el bienestar que se alcanza en la economía no es el máximo posible, es decir, no se alcanza un óptimo de Pareto.

Cuando una determinada empresa, debido a su actividad empresarial, produce contaminación, por ejemplo, la emisión de CO₂ a la atmósfera, está generando un efecto no deseado para otros agentes de la sociedad. En principio, y hasta hace unos pocos años, esa emisión que afectaba a la sociedad en su conjunto no se compensaba económicamente, y por tanto constituía una externalidad; puesto que, se dice que *“existe una externalidad cuando las funciones de producción y/o de utilidad de los agentes económicos dependen de las decisiones tomadas por otros agentes in que medie contraprestación económica”* (Labadeira et al., 2007).

Para controlar y con la finalidad de que disminuyan las emisiones de CO₂ generadas por un país, se deben establecer criterios de asignación de emisiones adecuados (Cadarso et al., 2010). Según se indicaba en el protocolo de Kioto se deben asignar las emisiones al territorio donde se producen (IEA, 2001), y por tanto se estaría aludiendo al principio de responsabilidad del productor, es decir, cada país es responsable de las emisiones producidas, independientemente de dónde se realice el consumo de los productos elaborados.

Así, en la actualidad, en Europa existe un mercado de emisiones de CO₂, y concretamente, y hasta 2012, existe un marco de actuación para el reparto de emisiones, en el que la Unión Europea indica a cada Estado miembro la participación en ese mercado de emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), y cada Estado miembro reparte esas cuotas de emisión entre un grupo de empresas que son, las que se supone, producen esas emisiones, y a las que se asigna un derecho individual de emisión.

Por el momento, en España, las empresas que se supone son las causantes de la emisión de los GEI, se encuentran sujetas al cumplimiento de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen de los derechos de emisión de GEI, y por la Directiva 2003/87/CE que es en la que se crea el mercado europeo de emisiones para cumplir los compromisos de la UE como firmante del Protocolo de Kioto. En España, dichas empresas son aquellas que se dedican exclusivamente a las actividades que se indican a continuación: La combustión, la generación, generación de ciclo combinado, generación carbón, generación fuel, generación extrapeninsular, industria siderúrgica, industria de tejas y ladrillos, industria de pasta y papel, industria de cal, industria de cemento, industria de refinado de petróleo, industria de vidrio, industria de azulejos y baldosas, industria fritas.

Sólo son las empresas citadas exhaustivamente en el párrafo anterior, las que están sujetas al registro de GEI, participando por tanto, en el mercado de derechos de emisión de dichos gases. No obstante, en próximas fechas es muy probable que otras empresas, entre las que se encuentra el transporte aéreo, participen en ese mercado (La fecha prevista para que entre en vigor esa modificación es a finales de 2010).

Pero en realidad, son prácticamente todas las empresas y agentes individuales, los que producen este tipo de emisiones, debido a la producción y/o consumo. Y así lo señalan diferentes autores, que sostienen que se debe tener una visión integral de las cadenas de producción y distribución, y se debe estudiar las emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos y servicios, para que los consumidores puedan tener información sobre esas emisiones de forma clara. Para que se les permita tomar decisiones sobre aquellos productos y/o servicios que incorporen menos emisiones, implicándose así a todos los agentes, y pudiendo contribuirse de un modo más eficaz a la obtención de un desarrollo sostenible. Ya que si se logra que la sociedad en su conjunto realice un consumo sostenible, esta práctica de consumo permitiría pasar a la acción, y que se empezase a contribuir desde ahora, evitándose caer en la visión a medio y largo plazo que muchas veces se tiene por parte de los gobernantes y empresarios (Krantz, 2010), (Munsasinghe, 2010), y (Tukker et al., 2010).

2. Desarrollo sostenible y sostenibilidad

Así mismo, apostar por el desarrollo sostenible implica la adopción de enfoques multidisciplinares, y necesita por tanto de un enfoque integral que se debe basar en tres pilares fundamentales: el social, el económico y el ambiental (Pulido, 2007), y (Marcano, 2005). Aunque posteriormente se añadió un cuarto pilar que es el institucional.

El concepto desarrollo sostenible ha ido cambiando a lo largo de los años, adaptándose su definición, pudiendo considerarse una definición adecuada la proporcionada por González, (2007): *“designa un modo de desarrollo que satisfaga las necesidades de la población sin comprometer las generaciones futuras, buscando un equilibrio entre la acción económica, el respeto a los equilibrios ecológicos y el desarrollo social”*.

2.1. Medición del desarrollo sostenible mediante indicadores

Teniendo en cuenta la nueva y transformadora visión que este enfoque proporciona, hay que *“poner en funcionamiento sistemas prácticos de contabilización, compatibles y basados en los principios de desarrollo sostenible, a través de los cuales se constata el cumplimiento de los mismos”* (Martín, 2004).

Debido a que el desarrollo sostenible es complejo, los indicadores son herramientas que sintetizan la información para la toma de decisiones, y deben ser capaces de reflejar ese enfoque múltiple (económico, social, ambiental e institucional), y por este motivo no se puede hablar de soluciones únicas. Sino que son un medio para permitir, de alguna forma, alcanzar el desarrollo sostenible y su medición (González, 2007), y (Segnestan, 2002).

Siguiendo las clasificaciones realizadas en González, (2007), y Carballo, (2009), y tomando aquellos índices que aparecen en ambas, las innovaciones en desarrollo sostenible corresponden a los índices:

- IBES (Índice de Bienestar Económico Sostenible), (ISEW) Año1998. Propuesto por H. Daly y J Cobb jr.
- Huella ecológica. Año 1995. Cuyos autores fueron M. Wackernagel y W. Rees

- ISA (Índice de sostenibilidad ambiental), (ESI). Es un índice sintético global., propuesto por el Yale Centre y el International Earth Science Information Network en el año 2000.
- ISSD (Índice Sintético de Sostenibilidad). Año 2004. Propuesto por Martín Palmero y González Laxe, estudian 78 variables teniendo en cuenta el esquema PER y las directrices de la Agenda 21. Y ha sido aplicado tanto para España como para Europa.

En este caso el indicador sobre el que se ha trabajado y en el que se va a centrar el resto de la comunicación es la huella ecológica. Ya que al tratarse de un índice sintético de sostenibilidad, presenta la ventaja de proporcionar información relevante respecto a la enorme cantidad de indicadores ambientales que se manejan en la actualidad (Más de 2000 según Cano, (2004)). Y permite medir la modificación que realizan las actividades humanas sobre el territorio, y por tanto sobre el capital natural.

2.2. Sostenibilidad Ambiental en Puertos

Para los puertos, como para cualquier otra empresa, la cuenta de resultados económica es una variable necesaria para transformarse en un centro de negocios importante, pero no es suficiente para garantizar su sostenibilidad. Para asegurarla, se debe tener en consideración las cuentas de resultados ambiental y social (Marcano, 2005).

Respondiendo a esta necesidad, es por lo que las Autoridades Portuarias establecen sistemas integrales de gestión medioambiental estandarizados, como herramienta para establecer una política de protección y sostenibilidad medioambiental.

Hay que tener en cuenta que la huella ecológica sirve tanto para conocer el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras que minimicen los impactos producidos. Además, ese impacto, que se mide en hectáreas, puede ser transformado, y así obtendremos el resultado en toneladas de CO₂ equivalentes emitidas (huella del carbono), lo que nos permite ser consecuentes con las medidas que habrá que tomar para paliar, en la medida que se pueda, el cambio climático. Ya que para ser honestos, todas las personas tanto físicas como jurídicas,

tenemos que ser conscientes del grado en el que nuestra actividad influye en el entorno, y buscar medidas para reducir dicho impacto (Doménech, 2006).

En esta línea, al menos desde el año 2001, con el Libro Blanco de la política europea de transportes, se busca un reequilibrio entre los distintos modos de transporte como una estrategia para la consecución de un desarrollo sostenible, y se reconoce la importancia que los puertos deben tener para apoyar la sostenibilidad en el movimiento tanto de personas como de mercancías. Y precisamente los Puertos y las Autoridades Portuarias tienen un papel importante para la reducción de la congestión y de las emisiones de CO₂.

En el año 2009, ESPO indica la relevancia que tiene el cálculo de los GEI en los puertos, recomendándose que se calcule la huella del carbono, y que se implementen medidas para reducir las emisiones de CO₂ tanto en las operaciones como en los desarrollos portuarios, incluso se insta a los puertos a que promuevan una reducción de esas emisiones tanto en el transporte desde el puerto al Hinterland, así como en el Foreland (ESPO, 2009), y (Carballo et al., 2010).

Además, para poder aplicar medidas de ecoeficiencia es necesario conocer y controlar las emisiones equivalentes de CO₂, convirtiendo todo tipo de impactos por la generación de desechos o por el consumo de recursos, en carbono, es decir, es necesario el cálculo de la huella ecológica del carbono.

Ya existen algunas Autoridades Portuarias, en las que hay un compromiso firme, y que llevan calculando la huella ecológica una serie de años consecutivos. Así, por ejemplo, en la Autoridad Portuaria de Gijón, la deuda del carbono anual es del orden de 30.000 toneladas de CO₂ por año, lo que permite abordar con garantías el segundo paso hacia la ecoeficiencia que es el análisis y la planificación estratégica para pasar inmediatamente al último paso que es la ejecución de proyectos concretos de sostenibilidad (Coto-Millán et al., 2010).

Otro ejemplo de compromiso es el de la Autoridad Portuaria de New York y New Jersey donde ya se ha planteado como objetivo aspirar a ser un puerto “carbono neutral” (cero emisiones netas de carbono) para finales de este año. Para ello se propone invertir

en parques eólicos, captura de metano, estrategias de reducción de riesgos debidos al cambio climático o exigencias ambientales a clientes y proveedores, todo ello con la finalidad de reducir su huella del carbono que asciende, según sus cálculos, a unas 298.000 toneladas de CO₂ (Carballo et al., 2010).

Por lo tanto, mediante el cálculo de la huella ecológica corporativa y de la huella del carbono se pueden establecer objetivos concretos de sostenibilidad ambiental; permite la integración de indicadores, ciclo de vida y eco-etiquetado, en una única herramienta; y aporta un nuevo método de decisión política para luchar, de forma más justa, contra el cambio climático (Doménech, 2004).

3. La huella ecológica (HE)

La definición más empleada de huella ecológica la realizan dos de los principales Autores en esta materia, Wackernagel y Rees en el año 1996: *“La HE es la superficie terrestre productiva (o el ecosistema acuático) necesaria para mantener el consumo de recursos y energía, así como para poder absorber los residuos producidos por una determinada población humana o economía, empleando la tecnología habitualmente utilizada, independientemente de donde esté situada la superficie”*.

No obstante, esa definición ha sido modificada en 2007 por Global Footprints Network (GFN), en la que participan Wackernagel y Rees, y que tal como se recoge en Carballo, (2009), sería la siguiente: *“La HE es una medida de cuanta superficie biológicamente productiva, incluyendo agua y tierra, precisa un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los residuos que genera, empleando la tecnología y practicas de gestión más frecuentes”*.

Como puede observarse, en esencia no se ha modificado, y sin embargo reconoce que la HE puede ser aplicada a otras actividades, ya que inicialmente fue concebida para ser aplicada a poblaciones e individuos.

3.1. La huella ecológica corporativa (HEC)

Las empresas son cada día más conscientes de los retos que representa el desarrollo sostenible, y de las implicaciones que este aspecto tiene para ellas. Ya no sólo atienden a aspectos de viabilidad puramente económico-financieros, sino que, se han producido avances hacia una visión que integre cuestiones medioambientales en la gestión empresarial. En parte, hay que reconocer, que esta nueva visión empresarial ha venido motivada e impulsada por la legislación en materia medioambiental de los últimos años, así como los acuerdos internacionales sobre la materia.

La huella ecológica corporativa transforma todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (cultivos, pastos, bosques, mar, suelo construido o absorción de CO₂) dándonos una idea clara y precisa del impacto de las actividades empresariales sobre el ecosistema. Bajo nuestro punto de vista, es un indicador "final" porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilowatios, litros, etc.), así como los desechos producidos, en un único número totalmente significativo (Doménech, 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008).

A partir del año 2000 se comenzó a adaptar este indicador a las empresas, y a cualquier tipo de organización que dispusiera de cuentas contables, a partir de las cuales se puede extraer todos los consumos de energía, materiales y servicios (Doménech, 2004, 2006, 2007). La adaptación realizada permite, además, expresar el resultado en toneladas de CO₂ equivalentes emitidas (huella del carbono) añadiendo así una herramienta muy eficaz a las medidas que las empresas tendrán que adoptar para hacer frente a los futuros retos del cambio climático (Doménech et al., 2008).

3.2. La huella del carbono corporativa (HCC)

La huella del carbono se puede definir como *“la demanda de biocapacidad necesaria para secuestrar, mediante fotosíntesis las emisiones de CO₂ que proceden de la utilización de combustibles fósiles”* (GFN, 2007), y (Carballo, 2009). El empleo de este indicador a las empresas comienza el año 2006, aunque en el año 2004 Doménech ya calculaba la HCC pero sin ponerle ese nombre.

Este enfoque implica tener en cuenta la capacidad de absorber CO₂ por los distintos tipos de superficie (Wiedmann, 2007), y (Carballo, 2009). Aunque en este trabajo se

calculará la huella del carbono proporcionándose el resultado en toneladas de CO₂ que se producen por la actividad empresarial objeto estudio.

3.3. Metodología para el cálculo de la HEC y HCC

Aunque en esta comunicación se va a utilizar el método compuesto de las cuentas contables, hay que señalar, que esta no es la única metodología que se puede emplear para el cálculo de la HEC y HCC. Así, existen, al menos, cuatro métodos distintos (Carballo, 2009):

- 1) La huella ecológica corporativa que tiene en cuenta el ciclo de vida y que emplea técnicas de análisis input-output.
- 2) La propuesta de *Carbon Trust*. (PAS 2050)
- 3) La aproximación de los componentes (CBA)
- 4) El Método compuesto de las cuentas contables (MC3 1.0). Que explicaremos con detalle posteriormente.

4. La metodología MC3 y su aplicación a una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte

El autor de referencia, sin duda alguna es Wackernagel, y los trabajos que viene realizando desde el año 1998 hasta la actualidad, aunque quizás la referencia más clara para la elaboración del MC3 esté en Wackernagel et al., (2000), donde tomando como base una matriz de consumos-superficies y utilizando una hoja de cálculo, se obtiene la huella ecológica de las familias. Posteriormente Doménech, (2004), elabora una matriz en la que se resumen los consumos de las distintas categorías de bienes y servicios, a partir de los códigos TARIC de los distintos capítulos arancelarios, los residuos generados y el uso del suelo que se realizan en la actividad empresarial, tomando como referencia una empresa, la Autoridad Portuaria de Gijón, y calculándose por tanto la HEC expresada en unidades de superficie (Hectáreas) y la HCC en toneladas equivalentes de CO₂ emitido (Doménech, 2004).

Además, Doménech es el responsable de impulsar la creación y coordinar un “Grupo de trabajo para la mejora de la huella ecológica corporativa”, en el que participamos un grupo de profesionales multidisciplinar de cinco Universidades (Universidad de Oviedo,

Cádiz, Valencia, Santiago de Compostela y Cantabria). Adicionalmente durante mas de dos años se ha calculado la HEC y HCC de diferentes empresas pertenecientes a distintos tipos de actividades económicas, constatándose así la utilidad del método en su aplicación tanto a pequeñas como a grandes empresas, y comprobando su utilidad para la disposición de información que permita mejorar la gestión medioambiental de las empresas. Algunas de las aportaciones realizadas se pueden encontrar en: Doménech et al., (2008), Álvarez et al., (2008), Carballo et al., (2008), Caselles et al., (2008), Coto-Millán et al., (2008), entre otras publicaciones de estos Autores. Y además se puede consultar la siguiente Página Web en la que se proporciona la guía metodológica con toda la información detallada, y algún ejemplo con la hoja de cálculo de la HEC-HCC de empresas: <http://www.huellaecologica.com/>.

Así, cuando se calcula la HEC-HCC, se está calculando *“el impacto ambiental de cualquier organización provocado por: a) la compra de todo tipo de bienes y servicios; b) la ocupación del espacio; y c) la generación de residuos”* (Doménech, 2007).

En este caso, al igual que sucede con el método compuesto de Wackernagel, tanto los consumos como la generación de residuos se transforma en unidades de superficie necesaria para la obtención de los bienes y servicios que son consumidos, teniéndose en cuenta para este fin la productividad del ecosistema del que se obtienen, obteniéndose la HEC en hectáreas estandarizadas, es decir, aplicando factores de equivalencia y rendimiento se obtiene la HEC en hectáreas que han sido ponderadas por la productividad de las distintas tipologías de tierra.

Es importante destacar antes de seguir avanzando que la información necesaria para el cálculo de al HEC-HCC se obtiene fundamentalmente de los registros contables de la empresa, como el Balance, la Cuenta de Pérdidas y Ganancias, el detalle del Mayor de algunas Cuentas...Aunque también es necesario disponer de información sobre la generación de residuos (en las Autoridades Portuarias se suele contar con las memorias medioambientales que recogen esta información), superficies ocupadas por las distintas instalaciones de la empresa, consumo de agua y energía a través de las facturas correspondientes...(Doménech, 2004), (Coto-Millán et al., 2008), y (Carballo, 2009).

4.1. La matriz consumos-superficies

Para calcular la HEC se emplea una hoja de calculo, que funciona como la matriz consumos-superficies empleada en la HE tradicional que fue empleada para el cálculo de la HE de los hogares por Wackernagel en el 2000, aunque en este caso dicha matriz es mas compleja, ya que así lo requiere la adaptación de la metodología a las empresas.

El esquema de la matriz consumos-superficies viene reflejado en la Cuadro 1, en cuyas filas se muestra la huella de los consumos y residuos, mientras que las columnas proporcionan información sobre las distintas superficies en las que se puede mostrar el indicador. A partir de ahora se van a detallar las filas y columnas de la matriz para facilitar una mejor comprensión de la misma.

Cuadro 1. Estructura de la matriz consumos-superficie de la HEC

CATEGORÍAS	Consumo anual					Productividad		Huella por tipo de ecosistema, en hectáreas						HUELLA	CONTRA-
	en unidades de consumo [ud./año]	en euros sin IVA [€/año]	en toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	en gigajulios [Gj/año]	natural [t/ha/año]	energética [Gj/ha/año]	energía fósil [ha*fc]	tierra cultivable [ha*fc]	pastos [ha*fc]	bosque [ha*fc]	terreno construido [ha*fc]	mar [ha*fc]	TOTAL [ha * fc]	HUELLA [ha*fc*fr]
1.-ENERGÍA															
1.1. Electricidad															
1.2. Combustibles															
1.3. Materiales															
1.4. Materiales de construcción															
1.5. Servicios															
1.6. Desechos															
2. USO DEL SUELO															
3. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS															
4. RECURSOS FORESTALES															
TOTALES															
HEC Neta															
HCC Neta															

Fuente: Elaboración propia a partir de Doménech, (2007).

Teniendo en cuenta las columnas, estas recogen los consumos que se realizan por parte de la empresa objeto de estudio, y se dividen en 6 grupos que muestran información sobre distintas cuestiones como son: El consumo y los residuos anuales, la productividad, la huella por tipo de ecosistema, la huella total y la contrahuella (Doménech, 2006, 2007), (Carballo, 2009), y (Coto-Millán et al., 2008).

En el primer grupo, tal y como se ha indicado, se listan los consumos y residuos de la empresa, pudiendo variar estos en función del tipo de empresa que se esté analizando. Y dentro de los consumos y residuos se pueden distinguir cuatro subcategorías: Energía

(dividida a su vez en 6 epígrafes), uso del suelo, recursos agropecuarios, y recursos forestales (Doménech, 2006), (Carballo, 2009), y (Coto-Millán et al, 2008).

Dentro de los distintos epígrafes de estas cuatro categorías se pueden encontrar 99 categorías de productos y/o residuos. Esta clasificación no es casual, sino que obedece a un doble criterio, por una parte se tiene en cuenta parte de la estructura para el cálculo de HE empleada por Wackernagel et al., (2000), y por la otra, se hace corresponder la categoría establecida con los códigos TARIC de los capítulos arancelarios que se emplean en las algunas estadísticas de comercio exterior. Por lo que sin dejar la estructura tradicional, se encuentra solución a un problema que estaba presente a la hora de calcular la HEC-HCC, nos referimos al hecho de que en muchas ocasiones no se podía obtener información sobre las unidades físicas y de masa de los consumos que realizan las empresas (Carballo, 2009), y (Doménech, 2004, 2006 y 2007).

El segundo grupo de columnas recoge los consumos de cada producto expresados en distintas unidades. Siendo necesario su paso a toneladas, y en otros casos, se tiene en cuenta la huella energética, es decir la energía que fue necesaria para su producción. Así, multiplicando las toneladas consumidas (toneladas, t), columna 4 de la hoja de cálculo, por la quinta columna, que mide la intensidad energética en gigajulios por tonelada (Gj/t), se obtiene la energía asociada a cada consumo medida en Gj y que viene recogida en la sexta columna (Carballo, 2009).

En el tercer grupo de columnas se detalla la productividad de cada bien, en la séptima columna la productividad natural expresada en toneladas por hectárea (t/ha), y en la octava la productividad energética en Gj/ha (Doménech, 2006).

“Hay que dejar claro que el método de cálculo, al igual que en el caso de la huella de los territorios, considera la productividad media mundial y no la local. Aunque parezca que la mayor parte de los productos consumidos pudieran proceder del entorno local, conviene aplicar la productividad global, sobre todo en el caso de las empresas, tanto por el desconocimiento del origen de los productos (cada vez más dispersos en un mundo globalizado), como para facilitar la uniformidad y coherencia a efectos comparativos. Esto es así, sobre todo en las empresas, donde los alimentos consumidos

(comidas de empresa) provienen de las múltiples y diversas regiones o países a los que viaja el personal” (Doménech, 2006).

Una vez se tiene el dato del consumo y la productividad, en el cuarto grupo de columnas, en el que hay a su vez, seis columnas, se muestra la HE en las diferentes categorías de superficie clásicas y coincidentes con la HE de aplicación a los países, es decir: energía fósil o absorción de CO₂, superficie cultivable, pastos, bosques, superficie construida y mar. Por ejemplo, la huella del consumo de carne se asigna a pastos, la huella del consumo de energía se asigna a energía fósil, y así sucesivamente (Doménech, 2006), (Carballo, 2009) y (Coto-Millán et al., 2008).

En este caso, una vez disponemos del dato de cada uno de las categorías de huella ecológica en hectáreas, es necesario conocer los factores de equivalencia (fe), ya que sino no se podrían comparar distintos tipos de tierra, ya que por ejemplo, la productividad de las tierras cultivables es mayor que la de los bosques. Los factores de equivalencia permiten homogeneizar los diferentes tipos de huella, teniendo en cuenta la productividad media global de las diferentes áreas bioproductivas. Si, por ejemplo, aplicamos un fe igual a 2,8, se está indicando que esa categoría de tierra es 2,8 veces más productiva que la tierra bioproductiva media mundial (Doménech, 2006a). En concreto, los factores de equivalencia empleados son los utilizados en Wackernagel et al., (1999), y Doménech, (2006), y que se recogen en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Factores de equivalencia empleados (Gj/ha)

Superficie	Wackernagel et al (1999) y Doménech, 2006
Principales tierras agrícolas	2,82
Bosques	1,13
Tierras de pastoreo permanentes	0,54
Mar	0,21
Superficie construida	2,82
Área de absorción de CO ₂	1,13

Fuente: Wackernagel, (1999) y Doménech, (2006)

Por último, aparecen en la hoja de cálculo dos columnas, que recogen en un caso la huella ecológica total o superficie ocupada en hectáreas, y la contrahuella expresada también en hectáreas y que explicaremos posteriormente (Doménech, 2006a), (Carballo, 2009), y (Coto-Millán et al, 2008).

Siendo el esquema de cálculo de la huella energética el siguiente:

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Unidades} \\ \hline \text{consumo} \\ \hline \text{(t)} \\ \hline \end{array} * \begin{array}{|c|} \hline \text{Intensidad} \\ \hline \text{energética} \\ \hline \text{(Gj/t)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Energía} \\ \hline \text{total (Gj)} \\ \hline \end{array} / \begin{array}{|c|} \hline \text{Productividad} \\ \hline \text{energética} \\ \hline \text{(Gj/ha)} \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline \text{Huella} \\ \hline \text{ecológica} \\ \hline \text{(ha)} \\ \hline \end{array}$$

Fuente: Elaboración propia a partir de Carballo, (2009) y Carballo et al., (2010)

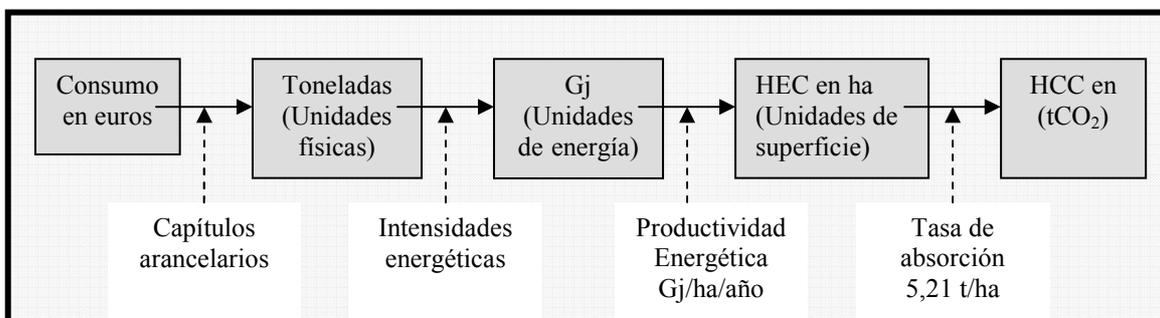
Finalmente, “se denomina "contra-huella" a lo que en los trabajos habituales de huella ecológica de territorios se denomina "capacidad de carga", la cual equivale a las hectáreas de superficie productiva de las que disponemos realmente (el “haber”). La huella que no podemos eliminar reduciendo el debe (por ahorro energético, por compra de materiales eficientes, por reciclaje, etc.), hay que eliminarla aumentando el haber. Este se incrementa invirtiendo en "capital natural", es decir, adquiriendo superficies productivas. Por ejemplo, muchas empresas de fabricación de pasta de papel, se han encontrado con un importante activo, ya que las grandes superficies forestales disponibles les permiten absorber el CO₂ emitido” (Doménech, 2007)

Por tanto, si a la huella ecológica (debe) de una empresa se le resta su contrahuella (haber ambiental) obtenemos la HECneta (Doménech, 2007), y (Coto-Millán et al., 2008). “Debido a la posibilidad de invertir en capital natural, una entidad o corporación no solamente podría llegar a tener una huella ecológica “neta” de cero hectáreas, sino que podría incluso llegar a tener más contra-huella que huella (más hectáreas en el haber que en el debe), es decir, un superávit” (Doménech, 2007).

En la medida en que la estimación de la huella ecológica en hectáreas requiere del cálculo de la cantidad de energía incorporada a cada consumo realizado por la organización estudiada, la información que se recoge en la hoja de cálculo posibilita la estimación de la HCC. Debemos tener en cuenta que el consumo de energía total es transformado fácilmente a toneladas de CO₂ considerando los factores de emisión que recogen la cantidad de CO₂ emitida por Gj consumido de cada tipo de combustible. (En MMA (2006) existe información sobre estos factores. En la práctica, la estimación de las emisiones de CO₂ se realizan multiplicando la HEC en hectáreas sin ponderar, por la tasa de absorción de 5,21 tCO₂/ha. De este modo, aplicando estos factores a la columna de la hoja de cálculo que recoge los Gj consumidos, obtendríamos las emisiones de CO₂ correspondientes a ese consumo de energía” (Carballo, 2009).

A modo de resumen, se muestran en el cuadro 3, los sucesivos pasos de la conversión del consumo de cualquier material a toneladas de CO₂ emitidas:

Cuadro 3. Esquema de los pasos necesarios para calcular las tCO₂ emitidas por el consumo de cualquier material



Fuente: Elaboración propia a partir de Doménech, (2007).

Una vez que se ha realizado esta operación, ya se habría calculado una parte de la HCC, faltando para completarla la adición de las emisiones que no son absorbidas y que proceden del consumo de los recursos forestales. Así, cuando se dispone de la HEC de los recursos forestales se multiplican por la tasa de absorción antes indicada y que nos proporciona información sobre las toneladas de CO₂ que se dejan de absorber (Doménech, 2007), y (Carballo, 2009).

Así, mediante este método las empresas disponen de la información sobre la HEC y también de su HCC, disponiéndose así de información más completa, y útil.

5. Resultados de la huella ecológica de una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte en el año 2006.

Las Autoridades Portuarias establecen sistemas integrales de gestión medioambiental estandarizados, como herramienta para establecer una política de sostenibilidad medioambiental y protección.

Los cambios en el transporte marítimo y la nueva concepción de los servicios portuarios han acelerado los procesos de cambio en la gestión y organización de los puertos. Son esos cambios los que hacen necesario gestionar de la forma más eficiente posible los

recursos físicos del Puerto, con el fin de obtener el máximo rendimiento de las infraestructuras existentes, conjugando siempre la actividad portuaria con unas políticas de desarrollo sostenible y, atendiendo adecuadamente, y en todo momento, al medioambiente, y a la seguridad y protección en la consecución de un mayor desarrollo económico y unos mayores beneficios sociales para la Región en la que están situados los Puertos.

Para el cálculo de la huella ecológica de la Autoridad Portuaria antes mencionada se solicitó el Balance de Sumas y Saldos, el Inmovilizado Material, así como el detalle del Mayor de algunas Cuentas al Departamento económico-financiero. Otros datos tales como los consumos de electricidad, combustibles, agua, papel... se han solicitado a los responsables de estos servicios.

La metodología en sentido ya ha sido detallada en el apartado anterior, aunque conviene aclarar que el método de cálculo, al igual que en el caso de la huella de los territorios, considera la productividad media mundial y no la local. Aunque parezca que la mayor parte de los productos consumidos pudieran proceder del entorno local, conviene aplicar la productividad global, como se indicó con anterioridad.

Una vez se ha calculado la huella ecológica de la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte, se presentan en el cuadro 4 los resultados:

Cuadro 4. Principales resultados

Huella ecológica de la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte por tipos de recursos año 2006				
Consumo de recursos	Huella		Contra-huella	
	ha	t CO₂	ha	t CO₂
Electricidad	694,6 (13,55%)	3.175,2		
Combustibles	119,6 (2,33 %)	546,8		
Materiales	234,1 (4,56 %)	1.070,3		
Materiales de construcción	2.978,4 (58,1%)	13.618,4		
Servicios	194,6 (3,79 %)	889,8		
Desechos	21,2 (0,41 %)	97,1		
Suelo	55,6 (1,08 %)	0	1.085,2	0
Agropecuarios y pesqueros	665,3 (12,98 %)	378		
Forestales y agua	162,4 (3,17 %)	742,6		
TOTAL	5.125,8	20.518,3	1.085,2	0

Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de la huella ecológica de la APFN siguiendo las especificaciones de la metodología MC3

Como se puede deducir de estos resultados, la Autoridad Portuaria produce una huella ecológica de 5.125,8 hectáreas, las cuales se pueden expresar en toneladas de emisiones de CO₂ a la atmósfera, resultando 20.518,3 t CO₂ (hemos tenido en cuenta que los bosques presentan un factor de absorción de 1,42 tCO₂/ha/año y que para una proporción 12:44, la absorción de CO₂ es de 5,2066 t/ha/año). A la vista de estos resultados se puede observar claramente que los materiales de construcción es la categoría que más huella produce, siendo los responsables de casi un 58% de la huella ecológica de la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte objeto de estudio. Otra categoría que aportan un elevado porcentaje de huella es el consumo de electricidad con un 13,55%.

Para valorar estas emisiones es necesario decir que una fábrica de refractarios de tamaño medio (40 a 50 empleados) emite al año unas 6.000 toneladas de CO₂, mientras que una central térmica de carbón de tamaño medio (350 MW) emite al año unos 2 millones de toneladas de CO₂. Señalar, así mismo, que hay sólo algunas tipologías de empresas afectadas directamente por el Registro de Derechos de Emisión que reciben una asignación de emisiones medidas por las toneladas de CO₂/año que pueden emitir, tal como se señaló en la introducción (Coto-Millán et al., 2008).

6. La HEC y la HCC de la Autoridad Portuaria de Gijón. Evolución entre 2004-2008

La Autoridad Portuaria de Gijón ha sido pionera en el cálculo de su HEC y HCC, en este caso, empleando los datos proporcionados por Juan Luís Doménech, y que constituyen un resumen del cálculo de las huellas ecológica y del carbono en un periodo que comprende los años 2004 a 2008, disponiéndose así de una serie de 5 años con estos indicadores. El Cuadro 5 muestra esa evolución (Carballo et al., 2010).

Cuadro 5. Evolución de la HCC y de la HEC netas de la APG período 2004 a 2008.

Año	Huella del carbono neta (tCO ₂ /año)	Huella ecológica neta (ha/año)
2004	30.426	5.298
2005	32.097	6.693
2006	30.194	6.182
2007	29.845	6.167
2008	32.408	6.148

Fuente: Coto-Millán et al., (2010) y Carballo et al., (2010)

Tal y como se puede observar, y así ha sido indicado, las emisiones de la Autoridad Portuaria de Gijón, han aumentado a medida que lo hacían las toneladas del tráfico de mercancías movido por sus instalaciones. Por lo tanto, parece lógico que se incida y se trabaje aún con más ahínco para aplicar mejoras en la eficiencia del uso de la energía, e implantación y apuesta por un uso mas racional de los materiales empleados en las nuevas ampliaciones portuarias. Debiendo señalarse que en muchas memorias de sostenibilidad presentadas por Autoridades Portuarias se omite el impacto que tienen las obras de ampliación.

7. Comparativa de los indicadores de huella ecológica y ecoeficiencia entre una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte y la Autoridad Portuaria de Gijón

Una vez que se ha calculado la huella ecológica y del carbono de una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte de España, y habiéndose plasmado la evolución en el caso de la Autoridad Portuaria de Gijón, se va a realizar la comparación de ambas Autoridades Portuarias para el año 2006.

En el cuadro 6 se muestran los porcentajes por categorías de la huella ecológica de las Autoridades Portuarias objeto de nuestro estudio en el año 2006:

Cuadro 6. Comparación del porcentaje de huella por categorías

Huella ecológica		
	APFN	APG
Consumo de recursos	2006 (%)	2006 (%)
Electricidad	13,55	11,56
Combustibles	2,33	2,5
Materiales	4,56	11,27
Materiales de construcción	58,1	56,74
Servicios	3,79	3,55
Desechos	0,41	0,029
Suelo	1,08	0,97
Agropecuarios y pesqueros	12,98	10,56
Forestales y agua	3,17	2,82
TOTAL (ha)	5.125,8	7.366,2

Fuente: Elaboración propia a partir de la hoja de cálculo de la huella ecológica de la APFN año 2006 y Doménech, 2007.

Aunque estamos comparando Autoridades Portuarias distintas, se puede apreciar en el cuadro anterior (6), la existencia de una estructura similar en el reparto de la huella ecológica por categorías. En estos casos, los materiales de construcción son la categoría que más peso tiene en la huella total, estando ese porcentaje entorno al 50% de la huella total, seguida de la huella de la electricidad que se encuentra entorno al 13%.

Se puede apreciar claramente como en todos los caso la huella ecológica de los materiales de construcción, es la que aporta un mayor peso a la huella total. Por lo tanto, y con el fin de que se reduzca la huella de los materiales de construcción, se suelen adoptar medidas que sirvan para encaminar a la empresa hacia el objetivo de sostenibilidad total. Entre estas medidas estarían las de emplear técnicas de construcción sostenible o bioconstrucción, la proposición de un nuevo modelo de Pliego de Bases que incluyera la utilización de al menos un 50% de materiales procedentes de reciclado o reutilización, y también incluir niveles de exigencia medioambiental a contratistas (ISO 14001, seguimiento energético y de los materiales, reciclado de residuos, uso de cemento de baja intensidad energética...).

Una de las razones por las que la estructura de los resultados de los diferentes apartados de huella ecológica es similar en ambas Autoridades Portuarias, podría ser que ambas tienen implantado un Sistema de Gestión Medioambiental conforme a la Norma UNE-EN-ISO 14001.

Además de tener en cuenta los resultados que hacen referencia a la huella ecológica y a la huella del carbono, se van a analizar algunos indicadores de ecoeficiencia, los cuales se obtienen dividiendo los resultados económicos del ejercicio por los resultados obtenidos con el “impacto ambiental”, en este caso medido por la HEC-HCC. (Lehni, 1999). Conviene subrayar que la ecoeficiencia es una apuesta por los procesos limpios que ahorren recursos naturales y reduzcan el impacto ambiental.

En este sentido, y con el objeto de calcular algunos indicadores de ecoeficiencia se van a tener en cuenta, los ingresos de la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte que se ha estudiado, medidos por el importe neto de la cifra de negocios, así como las toneladas

de mercancías movidas en las instalaciones que gestiona la citada Autoridad Portuaria. Los ratios para medir la ecoeficiencia que se van a analizar son cuatro:

- 1) El ingreso/huella neta (€/ha),
- 2) Los ingresos/huella del carbono neta (€/tCO₂).

Estos dos indicadores suelen ser muy útiles para comparar la eficiencia de las empresas, indicándonos que cuanto mayor sea este indicador la empresa es más eficiente, puesto que conseguirá unos mayores ingresos por hectárea y tonelada de CO₂ emitida.

- 3) Mercancías/huella ecológica neta (t/ha),
- 4) La mercancía/huella carbono neta (t/tCO₂).

En este caso se produce la misma relación que antes, ya que cuantas más toneladas de mercancía movamos por hectárea o tonelada de CO₂ emitida, seremos, en principio, más eficientes (Coto-Millán et al., 2008).

5) Además, se ha calculado la huella neta en m² por tonelada de mercancía movida por las instalaciones portuarias, con este índice se puede ver el espacio que ocupa cada tonelada en el puerto, siendo en principio más eficientes cuanto menor sea este ratio.

A continuación se muestran en el cuadro 7 los principales resultados de huella ecológica y los indicadores de ecoeficiencia que se definieron con anterioridad:

Cuadro 7. Principales resultados de la comparación de indicadores entre dos Autoridades Portuarias (2006).

Indicadores	APFN	APG
Huella ecológica bruta (ha)	5.125,8	7.366,2
Contra-huella (ha)	1.085,2	1.184,4
Huella ecológica neta (ha)	4.040,6	6.181,9
Emisiones netas o huella del carbono neta (t CO ₂)	20.518,3	30.193,8
Ingresos (Importe neto de la cifra de negocios) (€)	29.012.905,3	38.752.272
Mercancías (t)	5.854.561	20.488.293
Ingresos / huella neta (€/ha)	7.180,34	6.269
Ingresos / huella del carbono neta (t/ t CO ₂)	1.414	1.283
Mercancía / huella neta (t/ ha)	1.448,9	3.314
Mercancía / huella del carbono neta (t/ t CO ₂)	285,3	679
Huella neta por tonelada de mercancía (m ² /t)	6,9	3,02

Fuente: Elaboración propia a partir del cálculo de indicadores de ecoeficiencia para la APFN y APG

Si analizamos los datos relativos a los indicadores de ecoeficiencia se puede apreciar que en aquellos indicadores que hacen referencia a los ingresos comparados con la huella neta y del carbono, la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte obtiene mejores resultados que la Autoridad Portuaria de Gijón. Sin embargo, si comparamos los indicadores de mercancía respecto a la huella neta y a la del carbono encontramos el resultado contrario, es decir la Autoridad Portuaria de Gijón parece más eficiente. A la vista de estos resultados se infiere que la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte que se ha estudiado manipula en sus instalaciones mercancía de alto valor añadido, que genera más ingresos, pero que es también más intensiva en cuanto al espacio que utiliza que la de la Autoridad Portuaria de Gijón. Es decir, esa mercancía movida por la Autoridad Portuaria de la Fachada Norte aunque generan más ingresos también necesita más espacio portuario para su manipulación por lo que cuando se calcula el indicador de ecoeficiencia arroja peores resultados. En este caso, cuanto menos espacio sea necesario por cada tonelada movida en las instalaciones portuarias, más eficientes seremos y mayor será la productividad de la empresa.

8. Conclusiones

La metodología adoptada permite, por lo tanto, expresar todo el impacto ambiental de cualquier organización en un único número (el número de hectáreas que necesitamos para realizar nuestros procesos), totalmente comprensible y con un claro significado. Este se puede convertir, además, a toneladas de emisiones equivalentes de CO₂ (la huella del carbono), el cual no es menos expresivo.

Una primera conclusión es que el elevado número de hectáreas de huella ecológica neta (más de 6.000) o de emisiones de carbono (en torno a 30.000 tCO₂/año), es suficientemente importante como para dejar claro que el problema del cambio climático no solo es cosa de fábricas y grandes industrias sino también de todo tipo de empresa, incluidas las de servicios. Y en la tarea de minimizar los impactos deberían implicarse todas las empresas, así como los consumidores finales.

Por otro lado, la huella ecológica permite aplicar mucho mejor los indicadores de ecoeficiencia, puesto que se recoge en un solo indicador el impacto ambiental y, por lo tanto, facilita su difusión en el mundo empresarial. La ecoeficiencia se obtiene relacionando la actividad empresarial o económica con el impacto ambiental. El número de indicadores que miden la primera está más acotado (ingresos, flujos de caja, cantidad de producto, etc.), pero no sucede lo mismo con los indicadores que miden el impacto ambiental, que son numerosos. La huella ecológica elimina este problema colocando en el denominador un único número, lo que contribuye a promover y difundir la medición de la ecoeficiencia. Consideramos que ésta resulta vital para que las empresas puedan competir adecuadamente ante los retos del cambio climático.

Como puede constatarse en este capítulo se ha calculado la huella ecológica de una Autoridad Portuaria de la Fachada Norte para el año 2006, así como la comparación de los resultados obtenidos con los de la Autoridad Portuaria de Gijón, consiguiendo con ello resultados relevantes, ya que por un lado se logra obtener una importante herramienta para establecer el impacto que tiene su actividad empresarial, y por el otro, se conocen, a partir de este indicador, las partidas en las que se deben aplicar las medidas correctoras para paliar dichos impactos, además, se ha obtenido que la estructura de huella ecológica es similar para las dos Autoridades Portuarias analizadas, si se comparan las distintas categorías.

También se ha realizado la comparación entre los resultados de algunos indicadores de ecoeficiencia, poniéndose de manifiesto que pueden aparecer situaciones en las que las Autoridades Portuarias que obtienen más ingresos por el movimiento de mercancías de alto valor añadido, deban, no obstante, mejorar algunos aspectos para minimizar el espacio que esas mercancías ocupan en el Puerto.

Está claro que hoy en día, no se concibe una empresa moderna que no tenga por objetivo estratégico la consecución de beneficios económicos respetando el medio ambiente. Y para ello muchas empresas ponen en práctica medidas de ecoeficiencia, en cuanto que estas medidas son una apuesta por los procesos limpios, que ahorren recursos naturales y que reduzcan el impacto ambiental. Este es el caso de las Autoridades portuarias analizadas, en las que se está implantando una metodología que pretende que se alcance la sostenibilidad total, basada en varias etapas, concretamente

en tres etapas, la primera de las cuales se basa en el cálculo de un indicador de índice único como la huella ecológica, una segunda etapa es el estudio de la situación actual de la ecoeficiencia, y por último, la ejecución de acciones concretas para la sostenibilidad y el seguimiento continuo del indicador de huella.

Hay que resaltar la idea de que la reducción de la huella ecológica y del carbono debe extenderse a todo el ciclo de vida de una mercancía concreta, por lo que resultaría especialmente útil su aplicación en una cadena logística e intermodal completa que comprendería a los centros extractivos de las materias primas, los centros productivos y de transformación, los agentes logísticos, los modos de transporte (Camión, ferrocarril y/o línea marítima, y los centros de intercambio nodal), etc., hasta llegar al consumidor final. La creación de extensas redes y alianzas basadas en la sostenibilidad se configura como una estrategia adecuada para cumplir los objetivos de la Política Integrada del Producto, uno de los pilares de la Estrategia de Desarrollo Sostenible de la Unión Europea. Que en la parte concerniente al transporte, y desde la publicación del Libro Blanco del Transporte en 2001, y su revisión intermedia en 2006, viene haciendo hincapié en el papel clave de la comodidad para lograr la sostenibilidad del transporte en la Unión. Y ahondando en las fórmulas para la consecución de este objetivo, en octubre de 2007, la Comisión adoptó el denominado “Freight Transport Logistics Action Plan” para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del transporte de mercancías, entre otras propuestas se encontraba la promoción de los “corredores verdes”.

Por último, señalar que todavía queda trabajo que realizar, para tratar de mejorar la metodología que aquí se ha descrito y utilizado. Parte de esa mejora tiene que venir de una mejor contabilidad física de los consumos, la necesaria actualización de intensidades energéticas (Algunos autores hablan ya de la necesidad de crear una base de datos de intensidades energéticas a nivel europeo), la mejora de la contabilización de algunas categorías de huella, especialmente en los apartados servicios y materiales. Aunque somos conscientes, por haber trabajado en ello, de las dificultades que esto entraña.

Bibliografía

Alvarez Díaz, P.D., Doménech Quesada, J. L., y Perales Vargas-Machuca, J. A. (2008): “Huella ecológica energética corporativa: Un indicador de la sostenibilidad empresarial”. *Revista OIDLES*. Vol 1., pp. 1-13.

Álvarez, J. M., Carrascal, J. L., García-Arenales, M. y Doménech, J. L. *Informes mensuales del control de las obras de ampliación del puerto de Gijón. Informe ambiental*. Ingenieros Asesores y Autoridad Portuaria de Gijón. Gijón, 2005-2008.

Cano, A. (2004): *Economía y sostenibilidad de las grandes aglomeraciones urbanas. Aproximación al cálculo de la huella ecológica de Sevilla y sus áreas metropolitanas*. Sevilla Global, S.A., Sevilla.

Carballo, A., Mateo-Mantecón, I., Doménech Quesada, J.L., y Coto-Millán, P. (2010): “Towards carbon-neutral motorways of the sea: the case of a port in Spain”. *Working paper for TRR-E*.

Carballo, A. (2009): *A pegada ecolóxica de bens e servizos: desenvolvemento dun método de cálculo e aplicación ao ciclo de vida do mexillón en conserva en Galicia*. Tesis doctoral, University of Santiago de Compostela.

Caselles, A., Carrasco, M., Martínez ,A., Coll, S., Doménech, J. L., y González, M. (2008): “La huella ecológica corporativa de los materiales: aplicación al sector comercial”. *Revista OIDLES*. Vol 1., pp. 1-23.

Comisión de las Comunidades Europeas (2006): *Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento europeo Por una Europa en movimiento. Movilidad sostenible para nuestro continente. Revisión intermedia del Libro Blanco del transporte de la Comisión Europea de 2001*. Bruselas: COM (2006) 314 final.

Coto-Millán, P., Mateo-Mantecón, I., Doménech, J. L., y Carballo, A. (2010): *Evaluation of port externalities: the ecological footprint of port authorities (MC3)*. ESSAYS ON PORTS ECONOMICS. Contributions to economics. Springer Physica-Verlag.

Coto-Millán, P., Doménech Quesada, J.L., y Mateo-Mantecón, I. (2008b): “Corporate Ecological Footprint: New Conversion Factors”, *International Journal of Ecology-Research Letters in Ecology*, vol. 2008, Article ID 415934, 4 pages, 2008. doi:10.1155/2008/415934

Doménech, J. L., y Arenales, M. (2008): “La huella ecológica de las empresas: 4 años de seguimiento en el puerto de Gijón”. *Oidles* .21 pp.

Doménech, J.L. (2007): *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. 1ª ed. España: AENOR. Madrid, 2007, 400pp.

Doménech, J. L. (2006). “Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa”. En *Terceros Encuentros sobre Desarrollo sostenible y población; eumed.net*. Universidad de Málaga, 6-24 de julio de 2006, 46 pp.

Doménech, J.L. (2004): “Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible”. *Puertos*, vol. 114. pp 26-31

ESPO (2009): Policy statement on reduction of Green House Gas emissions in ports. <<http://www.espo.be/downloads/archive/ba3fecf0-7a1a-4c8f-9bbf-06805ea34022.pdf>> .

González, F. (2007): “Los indicadores de sostenibilidad como herramientas de evaluación”. *Ekonomiaz*. Vol. 64, pp. 300-329.

GRI (Global Reporting Initiative) (2007): *Sustainability Reporting 10 years*. <http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/430EBB4E-9AAD-4CA1-9478FBE7862F5C23/0/Sustainability_Reporting_10years.pdf>

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): IPCC Fourth Assessment Report (AR4) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch02.pdf> .

Krantz, R. (2010): “A new vision of sustainable consumption. The bussines Challenge”. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 14, nº 1. pp. 7-9.

Labadeira, X., León, C.J., y Vázquez, M.X. (2007): *Economía ambiental*. Prentice may, Pearson. Pp. 356

Lehni, M. (1999). “El medio ambiente como factor clave de competitividad. Ecoeficiencia”. En *Eco-eficiencia, los negocios en el próximo milenio*. Fundación Entorno. Madrid: 23-28.

Marcano, D (2005): “Aspectos ambientales en la explotación portuaria”. *V Curso Iberoamericano de ingeniería y gestión portuaria*. Modulo de medio ambiente. Aula del Mar. UIMP.

Martín, F. (2004): *Desarrollo sostenible y huella ecológica*. Ed. Netliblo S.L, A Coruña.

Munaisinghe, M. (2010): “Can sustainable consumers and producers save the planet?”. *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 14, nº 1. pp. 4-6.

ORDEN PRE/3420/2007, de 14 de noviembre, por la que se publica el Acuerdo de Consejo de Ministros por el que se aprueba la asignación individual de derechos de emisión de gases de efecto invernadero a las instalaciones incluidas en el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, 2008-2012.

Port Authority of New York and New Jersey (2008): Port Authority of New York and New Jersey Aims to be Carbon Neutral by 2010. <http://www.panynj.gov/press-room/press-item.cfm?headLine_id=971>

Pulido, A. (2007): "Relaciones entre economía y medio ambiente". *UAM- working paper*.

Segnestam, E. (2002): "Environment and sustainable development, Theories and practical experience". *Environmental Economical Series*. The World Bank Environment Department. Series <<http://siteresources.worldbank.org/INTEEI/936217-1115801208804/20486265/IndicatorsofEnvironmentandSustainableDevelopment2003.pdf>>.

Tukker, A., Cohen, M. J., Hubacek, K., y Mont, O. (2010): "Sustainable consumption and production". *Journal of Industrial Ecology*. Vol. 14, nº 1. pp. 1-3.

Wackernagel, M., Dholakia, R., Deumling, D., y Richardson, D. (2000): Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint V 2.0. <http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls>.

Wackernagel, M. (1998): *The Ecological Footprint of Santiago de Chile*. Local Environment, Vol. 3.

Wackernagel, M., y Rees, W. (1996): Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth. *New Society Publishers*, Gabriola Island.

Wiedmann, T ; Barrett, J.; Lenzen, M; (2007): "Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses". *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff, 8-10 May 2007.