



## **EL MC3 UNA ALTERNATIVA METODOLÓGICA PARA ESTIMAR LA HUELLA CORPORATIVA DEL CARBONO (HCC)**

**Adolfo Carballo Penela**  
**María do Carme García-Negro<sup>1</sup>**  
**Juan Luis Doménech Quesada<sup>2</sup>**  
España

### **RESUMEN**

En la actualidad, la mejora del desempeño medioambiental de empresas y organizaciones se relaciona no sólo con el cumplimiento de la legislación existente, sino con el logro de una mayor productividad y competitividad. La huella del carbono (HC) es uno de los indicadores que ha alcanzado una mayor difusión para sintetizar los posibles impactos ambientales a una escala corporativa de un modo comprensible y fácil de comunicar.

En este trabajo, presentamos una propuesta metodológica para estimar la huella del carbono corporativa (HCC), basada en el “método compuesto de las cuentas contables” (MC3). El objetivo principal es describir el funcionamiento del método y los principales outputs obtenibles. Esta última tarea se realiza mediante un caso práctico, estimando en este artículo la huella del carbono de una empresa productora de vino. Los resultados obtenidos muestran el origen de los impactos generados (el consumo de materiales principalmente), obteniendo la empresa estudiada información desagregada de la contribución de cada una de las actividades y consumos a la HCC.

Palabras claves: huella del carbono corporativa, MC3

### **1. SOSTENIBILIDAD CORPORATIVA Y HUELLA ECOLÓGICA**

En las últimas décadas ha aumentado la sensibilidad de las organizaciones hacia cuestiones que, tradicionalmente, desempeñaban un papel secundario o, simplemente, no eran considerados en las estrategias empresariales, como es el caso de las relacionadas con la sostenibilidad medioambiental.

---

<sup>1</sup> Grupo de Investigación de Economía Pesquera y Recursos Naturales. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Santiago de Compostela. Av. Burgo de las Naciones s/n. Santiago de Compostela. CP. 15782. A Coruña. e-mail: [adolfo.carballo@usc.es](mailto:adolfo.carballo@usc.es)

<sup>2</sup> Responsable de Medio Ambiente. Autoridad Portuaria de Gijón. C/Claudio Alvargonzález, 32. 33290 Gijón, Asturias. España

Aspectos como i) el desarrollo de legislación relacionada con el control del nivel de emisiones y vertidos; ii) las sustancias empleadas en los procesos productivos; iii) los deberes de información a respecto a cuestiones relacionadas con el medio ambiente; iv) la demanda de una mayor transparencia y compromiso por parte de los agentes con los que se relacionan; v) la consciencia de que las relaciones con diferentes colectivos (accionistas, clientes, trabajadores, la comunidad...) y el medio ambiente forman parte del valor de la empresa; o vi) la busca de nuevas herramientas para gestionar los beneficios y riesgos derivados de la intensificación de los procesos de globalización y el enterramiento de las fronteras nacionales; propician que, desde una perspectiva empresarial, se valoren este tipo de cuestiones, antes olvidadas.

Las empresas se dan cuenta de que la sostenibilidad constituye un medio de diferenciación, contribuyendo a incrementar su productividad y competitividad. Se considera que la gestión de la sostenibilidad adoptando una óptica proactiva tiene repercusiones directas y positivas en la competitividad del negocio (Shaltegger y Wagner, 2006).

El auge del concepto de Responsabilidad Social Corporativa (CSR) y la aparición de guías y convenios que tratan estandarizar el diseño e implementación de informes sobre el desempeño ambiental, social y económico de las organizaciones, son buenos ejemplos de la preocupación por incorporar el medio ambiente a la gestión empresarial. Algunas propuestas en este sentido, como la "Iniciativa de informe Global" (GRI), han conseguido una notable difusión en todo el mundo<sup>3</sup>. Sin embargo, a pesar de que estas iniciativas constituyen importantes logros, no existen recomendaciones estrictas en ese sentido, lo que deja en las manos de las organizaciones el empleo, o no, de estas herramientas, además del modo en que se aplican las elegidas.

Esto se manifiesta en una cuestión de especial importancia: la medición del desempeño medioambiental de las organizaciones, pues los diferentes estándares suelen proponer una lista de indicadores, que, en algunos casos pueden ofrecer resultados contradictorios, dificultando el diagnóstico a realizar y la comunicación de resultados.

Autores como Holland (2003) señalan la falta de un instrumento que, empleando un enfoque holístico, sintetice la situación medioambiental de las organizaciones, y pueda ser empleado, tanto para la toma de decisiones, como para comunicarse con los accionistas, stakeholders y la sociedad en general.

En este contexto, diversos trabajos (Chambers y Lewis, 2001; Holland, 2003, Lenzen et al., 2003; Lenzen et al., 2006; Wiedmann y Lenzen, 2006; Doménech 2004a, 2004b, 2007; Wiedmann et al., 2007, Murray y Dey, 2007 o Carballo Penela et al., 2008) retoman posibilidad de aplicar el análisis de EF a empresas y sus productos, aportando ideas o desarrollando diferentes metodologías para la estimación de una huella ecológica corporativa (CEF).

La EF es un indicador que evalúa la demanda de biocapacidad de los habitantes de área geográfica para mantener su consumo de recursos y la generación de desechos, empleando la tecnología existente (Wackernagel et al., 2005). La comparación de la EF con la superficie disponible, permite determinar en que medida se supera, o no, la capacidad de carga disponible. El indicador data de principios de los 90 (Wackernagel, 1991; Rees, 1992; Wackernagel y Rees, 1996), sufriendo al largo del tiempo diferentes cambios que mejoraron determinadas carencias iniciales (por ejemplo, Wackernagel, 1998;; Wackernagel et al., 1999, Wackernagel y Yount, 2000, Wackernagel et al., 2002; Monfreda et al., 2004, Kitzes et al., 2007).

Se trata de una herramienta versátil, susceptible de ser aplicada en otro tipo de contextos diferentes a poblaciones, como pueden ser organizaciones, productos, diferentes tipos de actividades... (Wackernagel y Rees, 1996).

Chambers y Lewis (2001) y Holland (2003) señalan algunas de las contribuciones del indicador al logro de la sostenibilidad de empresas y organizaciones pues i) es un índice único, que sintetiza diferentes impactos ambientales, permitiendo cuantificar el éxito o fracaso de las medidas adoptadas; ii) la metodología de cálculo no es compleja; iii) está expresado en unidades comprensibles, lo que facilita la toma de decisiones y la comunicación interna y

---

<sup>3</sup> GRI (2002, 2006).

externa; iv) la información necesaria se basa en la información existente en la empresa, sin necesidad de transformaciones importantes.

Podría cuestionarse el sentido de que se emplee un indicador expresado en una unidad, las hectáreas de superficie productiva, apropiado para países o regiones, pero quizás, menos relacionado con corporaciones. No obstante, los diferentes tipos de superficie que distingue la EF proporcionan también información relevante a las empresas, expresando en una unidad común y, por lo tanto, agregable, la influencia de cuestiones como el consumo de energía, directo e indirecto, los desechos generados, etc. (Holland, 2003; Domenech, 2007).

Por otro lado, cada vez está alcanzando una mayor difusión lo que se denomina carbon footprint (HC). La HCC es una huella que considera las emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases de efecto invernadero. Al igual que la EF, puede aplicarse a empresas y organizaciones, siendo la huella del carbono corporativa (HCC) notablemente atractiva para las empresas, sobre todo, considerando las exigencias que deben afrontar en el marco del Protocolo de Kyoto, plasmadas en España en los diferentes "Planes Nacionales de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero".

En su corta vida, existen diferentes aproximaciones para estimar la HCC. En este trabajo profundizamos en la delimitación del concepto de HCC (sección 2), ofreciendo una alternativa metodológica para el cálculo de la HCC, el "método compuesto de las cuentas contables" (MC3), descrita en la sección 3. Finalmente aplicamos el MC3 a una empresa productora de vino, lo que nos permite comprobar la utilidad práctica del método elegido (sección 4), señalando las principales conclusiones obtenidas (sección 5).

## **2. LA HUELLA DEL CARBONO**

El concepto de HCC ha alcanzado en los últimos años una notable difusión, siendo empleado por gobiernos y organismos públicos, empresas, organizaciones, grupos ecologistas... Sin embargo, no existe consenso a respecto a determinadas cuestiones que determinan su contenido, de modo que, sin mayor aclaración, el término puede referirse a aspectos que difieren notablemente<sup>4</sup>.

En la literatura existente sobre el la HC, la mayoría de trabajos que emplean el término tratan de determinar la totalidad de emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases de una actividad, un territorio, empresa... teniendo bastante difusión su aplicación a la compañías y organizaciones y sus productos, para los que se han elaborado diferentes métodos de cálculo. Sin embargo, no siempre es así, incluyendo algunos estudios en la HCC solo parte de las emisiones (Callister y Griffiths, 2007, Narag, 2007<sup>5</sup>). No existe, por lo tanto, consenso a respecto del significado de este indicador, existiendo casi tantas definiciones como estudios realizados.

En ese artículo nos centramos en la HCC, intentando clarificar el contenido del concepto. Las diferencias más relevantes a la hora de definir la HCC surgen a la hora de considerar dos cuestiones fundamentales, relacionadas 1) con los gases que se incluyen y 2) su alcance, en el sentido de si se consideran sólo emisiones directas, o también se deben incluir aquellas emisiones generadas indirectamente, tanto al adquirir bienes y servicios que precisaron energía para ser producidos como, considerando las emisiones generadas en la cadena de suministradores de los que se abastece la empresa para obtener sus productos (Wiedmann y Minx, 2007).

En cuanto a la primera cuestión, algunos estudios optan por considerar las emisiones de todos o parte de los gases de efecto invernadero, expresados en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (Carbon Footprint, 2008; Carbon Trust, 2007; Doménech, 2004a, 2004b, 2007; ETAP, 2007; European Commission, 2007; Perry et al., 2008; POST 2006). Otros (GFN, 2006; Grub y Elis, 2007; Energetics, 2007; BP, 2007; Wiedman y Minx, 2007) prefieren limitarse exclusivamente a un único gas, el CO<sub>2</sub>.

Existen argumentos para defender una u otra alternativa. Considerar exclusivamente el CO<sub>2</sub>, limitaría los efectos de las medidas tomadas en base al indicador, pues se estaría excluyendo

---

<sup>4</sup> La difusión del indicador se puede comprobar el número de entradas que surgen escribiendo en cualquier buscador de internet "carbon footprint". Igualmente, se comprobará la variedad de definiciones existente.

<sup>5</sup> Narag (2007) señala como la compañía Starbucks considera que su huella incluye exclusivamente las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes del consumo de electricidad consumida en los almacenes de los vendedores (retail stores) y en las plantas de tostado de café en Estados Unidos.

una buena parte de los gases con incidencia en el cambio climático. No obstante, puede ser un buen punto de partida, pues se facilitan los cálculos y es la solución más práctica y clara (Wiedmann y Minx, 2007).

La consideración de los gases de efecto invernadero, ofrecería una huella más completa, si bien implica la transformación de emisiones de gases no relacionados con el carbono a toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>. En este caso, se puede incrementar la complejidad de los cálculos, en algunos casos.

Somos partidarios de que la HCC no se restrinja exclusivamente al CO<sub>2</sub>. IPCC (2007) proporciona coeficientes de global warming potencial, para las emisiones controladas por el Protocolo de Montreal, lo que permite transformar a toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> las emisiones de un buen número de gases, además de CO<sub>2</sub>, metano y óxido nitroso.

Consideramos que la utilidad del indicador se incrementa añadiendo más gases que el CO<sub>2</sub> pues, de este modo, ofrecerá una visión más completa, permitiendo que las decisiones tomadas tengan un mayor impacto real. En la medida que el Protocolo de Kyoto establece objetivos de emisiones para seis gases (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>), su inclusión en la HCC amentará el atractivo del indicador para las empresas que tengan objetivos de emisiones relacionados con este Protocolo<sup>6</sup>.

Algunos autores (Wiedmann y Minx, 2007; Janse y Wiers, 2007) son partidarios de incluir los gases de efecto invernadero diferentes del CO<sub>2</sub> en un nuevo indicador, denominado climate footprint. No obstante, si en la HCC se establecen claramente los gases que incluye, las unidades en que está expresada y, además, se permite separar las emisiones procedentes de cada gas, una climate footprint no añadiría información relevante, pudiendo generar cierta confusión, al tratarse de indicadores que coinciden en algunos aspectos. En nuestra opinión, es más útil fortalecer y estandarizar un indicador que ya ha alcanzado cierta difusión, que crear uno nuevo, lo que implicaría partir de cero.

En referencia al alcance de la HCC, los estudios existentes recogen diferentes visiones, desde aquellos que sólo consideran las emisiones directas de los combustibles fósiles (GFN, 2006) a los que incluyen la totalidad de las emisiones directas e indirectas causadas por las actividades de una empresa (Energetics 2007).

El método de cálculo que emplearemos, denominado MC3, incluye tanto las emisiones directas, realizadas en las instalaciones de la empresa, como las emisiones indirectas surgidas al adquirir bienes y servicios que incorporan energía en su obtención. Igualmente, el método permite la estimación de la HCC de un producto a lo largo de una cadena de suministradores a partir de la HCC de las empresas que conforman esa cadena. De este modo, el análisis de la sostenibilidad de organizaciones propuesto se puede basar en la consideración el ciclo de vida del producto, al igual que otras alternativas metodológicas existentes (Carbon Trust, 2006; Murray y Dey, 2006; Wiedmann y Lenzen, 2006; Wiedman y Minx, 2007).

La adopción de esta perspectiva y la inclusión de más gases que el CO<sub>2</sub>, coincide con la visión que desde la Comisión Europea se tiene de este indicador (European Commission, 2007), lo que facilitaría adaptación del MC3 a posibles recomendaciones normativas europeas.

Finalmente, otra cuestión debatida, se relaciona con las unidades en las que se expresa la HCC y la relación con la huella ecológica. La inclusión de la denominación "*footprint*" parece establecer vínculos con el concepto de EF, lo que podría implicar el uso de unidades de superficie. Esta posibilidad supondría asumir diferentes hipótesis relacionadas, principalmente, con la capacidad de absorber CO<sub>2</sub> de cada tipo de superficie, introduciendo errores innecesarios a la hora de estimar el indicador (Wiedmann y Minx, 2007).

Somos partidarios de expresar la HCC en unidades de masa (kg, t de CO<sub>2</sub>). No obstante, pensamos que existen vínculos con el análisis de huella ecológica, pues en caso contrario, no sería necesario la inclusión del término "*footprint*" en la denominación, siendo suficiente hablar de, como por ejemplo, toneladas de CO<sub>2</sub> generadas. Así, entendemos la HCC como un elemento dentro de la CEF, de modo que las empresas y organizaciones obtengan información de su huella, tanto en unidades de superficie como en t de CO<sub>2</sub>: la HCC proporcionaría una nueva unidad para expresar la CEF, las toneladas de CO<sub>2</sub>, lo que permite incrementar la

---

<sup>6</sup> En nuestro caso, la versión inicial del MC3 se limita a la inclusión del CO<sub>2</sub>, si bien en la actualidad se está trabajando en una segunda versión que ya incluye los seis gases afectados por el Protocolo de Kyoto.

utilidad del indicador para empresas y organizaciones, en un contexto donde la lucha contra el cambio climático es uno de los principales objetivos del conjunto de la sociedad.

Asimismo, cada organización, en función de sus características, podrá decidir que unidad, CO<sub>2</sub> o hectáreas, le resulta más útil para avanzar en el logro de la sostenibilidad ambiental, pudiendo emplear las dos, si lo considera oportuno.

### **3. UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL CÁLCULO DE LA HCC: EL MÉTODO COMPUESTO DE LAS CUENTAS CONTABLES (MC3)**

El método de cálculo que empleamos, MC3, ha sido desarrollado por Doménech (2004a, 2004b, 2007). Doménech parte de la necesidad de elaborar un método que permita calcular la HE de empresas y organizaciones, ofreciendo la posibilidad de expresar esta huella tanto en unidades de superficie, como en toneladas de CO<sub>2</sub>, de modo que se permite el cálculo de la HCC.

El origen del MC3, podemos encontrarlo en la huella familiar (Wackernagel et al., 2000). Basándose en la matriz de consumos y superficies presente en la hoja de cálculo elaborada para el cálculo de la huella de los hogares de Wackernagel, Doménech (2004a) elabora una matriz, matriz consumos-superficies, que recoge los consumos de las principales categorías de productos que una empresa necesita, existiendo también apartados para los residuos generados y el uso del suelo. Esos consumos/residuos serán transformados a unidades de superficie y toneladas de CO<sub>2</sub>.

El MC3 se aplicó inicialmente a la Autoridad Portuaria de Gijón (Doménech 2004a), siendo testado y mejorado por el Grupo de Trabajo sobre Mejora de la Huella Ecológica Corporativa, coordinado por el propio Doménech y en el que participan 5 universidades españolas. Durante año y medio, el método ha sido aplicado a empresas de diferentes sectores económicos (Álvarez et al, 2008; Carballo Penela et al., 2008; Caselles et al., 2008; Coto et al., 2008; Doménech y Arenales, 2008; Marañón et al., 2008) comprobándose su robustez y utilidad para proporcionar información relevante para la mejora del desempeño ambiental de empresas de cualquier sector económico.

La HCC obtenida con la versión actual MC3 incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> directas e indirectas, entendidas éstas como aquellas generadas en la producción/prestación de los bienes y servicios obtenidos. En la actualidad, se está finalizando una segunda versión del método, que incorporará las emisiones del resto de gases de efecto invernadero incluidos en el Protocolo de Kyoto, empleando los coeficientes de potencial de calentamiento (GWP) en un horizonte de 100 años elaborados por el IPCC (IPCC, 2007)<sup>7</sup>. Así, el indicador se expresaría en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>. Además, se incorporarán en la HCC las emisiones derivadas del uso de superficies (pastos, cultivos...) que, como los bosques, tienen capacidad para secuestrar CO<sub>2</sub>. No obstante, este artículo describe y aplica la versión inicial del método<sup>8</sup>.

La información necesaria para estimar la HCC empleando el MC3, se obtiene, principalmente, de documentos contables como el balance y la cuenta de pérdidas y ganancias<sup>9</sup>, si bien puede ser necesaria información de otros departamentos de la empresa, que dispongan de información específica de determinados apartados (generación de residuos, superficie ocupada por las instalaciones de la organización...).

El cálculo de la huella se realiza en una hoja de cálculo, empleada tanto para estimar la HCC, como para estimar la CEF. Esta hoja funciona como la matriz de consumos-superficies empleada en el cálculo de la EF de países si bien, además de mostrar los resultados, posibilita su cálculo.

---

<sup>7</sup> Estos coeficientes relacionan el potencial de calentamiento de cada gas con el del CO<sub>2</sub>, posibilitando la transformación necesaria. Por ejemplo, un factor de 23 significaría que la contribución por unidad de gas en cuestión es 23 veces la del CO<sub>2</sub>.

<sup>8</sup> Una vez se elabore esta segunda versión, el paso siguiente será tratar de incorporar el resto de gases de efecto invernadero.

<sup>9</sup> De ahí la denominación "método compuesto de las cuentas contables" (MC3).

### **3.1 LA MATRIZ DE CONSUMOS-SUPERFICIES CORPORATIVA**

Las filas de esta matriz muestran la huella de cada categoría de producto/servicio consumido, mientras que las columnas incluyen, entre otras cosas, las distintas superficies en las que se divide la huella (Ver la Tabla 2).

Comenzando por las columnas, se divide en 6 grupos, correspondiendo el primero (columna 1) a la descripción de las diferentes categorías de productos consumibles. Estos están agrupados en cuatro grandes bloques: consumo energético, a su vez distribuido en seis subgrupos<sup>10</sup>, uso del suelo, recursos agropecuarios y pesqueros y recursos forestales. Dentro de cada grupo se pueden incluir tantos productos como se desee.

El segundo grupo (columnas 2-6) muestra los consumos de cada producto, expresados en unidades específicas. Las unidades de la primera columna del grupo se relacionan con las características del producto<sup>11</sup>; la segunda columna recoge el valor de los consumos en unidades monetarias, mientras que la tercera los muestra en toneladas. La quinta columna recoge la energía en gigajulios (Gj) de cada consumo, obtenida multiplicando las toneladas de producto, por la cantidad de energía por tonelada empleada en su producción (Gj/t), denominada intensidad energética, presente en la cuarta columna del grupo.

---

<sup>10</sup> Los subgrupos son electricidad, combustibles, materiales, materiales de construcción, servicios y deshechos.

<sup>11</sup> Por ejemplo, el consumo de electricidad se recoge en kwh, el de agua en m3...

Tabla 2. Estructura de la hoja de cálculo que recoge la matriz consumos-superficies de la HEC

CATEGORÍA DE PRODUCTO	CONSUMO ANUAL					PRODUCTIVIDAD		HUELLA POR TIPO DE ECOSISTEMA					
	Unidades de consumo [ud./año]	Euros sin IVA [euros/año]	Toneladas [t/año]	Intensidad energética [Gj/t]	Gj [Gj/año]	Natural [t/ha/año]	Energética [Gj/ha/año]	Energía Fósil [Ha*FE]	Tierra Cultivable [Ha*FE]	Pastos [Ha*FE]	Bosques [Ha*FE]	Terreno Construido [Ha*FE]	Mar [Ha*FE]
1. ENERGÍA													
1.1 Electricidad													
1.2 Combustibles													
1.3 Materiales													
1.4 Materiales de construcción													
1.5 Servicios													
1.6 Residuos y vertidos													
2. USO DEL SUELO													
3. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS													
4. RECURSOS FORESTALES													

Tabla 2. Estructura de la hoja de cálculo que recoge la matriz consumos-superficies de la CEF (continuación)

CATEGORÍA DE PRODUCTO	HUELLA POR TIPO DE ECOSISTEMA						HEC TOTAL [Ha*FE]	CONTRAHUELLA [Ha*FE*FR]
	Energía Fósil [Ha*FE]	Tierra Cultivable [Ha*FE]	Pastos [Ha*FE]	Bosques [Ha*FE]	Terreno Construido [Ha*FE]	Mar [Ha*FE]		
1. ENERGÍA								
1.1 Electricidad								
1.2 Combustibles								
1.3 Materiales								
1.4 Materiales de construcción								
1.5 Servicios								
1.6 Residuos y vertidos								
2. USO DEL SUELO								
3. RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS								
4. RECURSOS FORESTALES								

El tercer grupo de columnas (columnas 7-8) muestra la productividad de cada bien, existiendo dos columnas, una para productividad natural, expresada en toneladas por hectárea, y otra para la productividad energética, en Gj por hectárea.

El cuarto grupo consta de seis columnas (9-14) que muestran la huella, repartida entre las diferentes superficies en las que se divide la huella, las mismas que en la EF de los países (energía fósil, tierra cultivable, pastos, bosques, superficie construida y mar).

Existe un último grupo (columnas 15-16) que recogen la huella ecológica total o terreno ocupado y la contrahuella, o terreno disponible. El concepto de contrahuella se describirá en apartados posteriores.

### **3.2 CÁLCULO DE LA HCC**

Tal y como señalamos, la metodología desarrollada por Doménech está pensada para calcular la huella del carbono dentro de una CEF. De ahí que, en el diseño del método de cálculo se parta de la filosofía de la EF. No obstante, existen diferencias importantes entre una organización y los habitantes de un territorio, lo que se refleja en la elaboración de un método de cálculo específico para estudiar la huella de empresas.

Una buena parte de los bienes que se consumen en una empresa no proceden directamente de ninguna superficie productiva. Las empresas compran máquinas, ordenadores, consumen electricidad, contratan servicios... todos ellos son consumos para los que la huella ecológica no puede ser calculada dividiendo el consumo entre la productividad de la superficie de la que proviene porque, al no ser bióticos, no proceden directamente de ninguna superficie.

Surge entonces un problema, pues la mayoría de consumos no se pueden computar en la CEF tal y como se hacía habitualmente. En este caso, la filosofía del método es similar a la adoptada en el estudio la huella de territorios, pues se recoge el impacto de la energía empleada en la producción de los bienes y servicios consumidos por la organización estudiada, además del consumo directo de energía. Estos consumos son, precisamente, los que originan la mayoría de la HCC.

En el caso de los territorios, se tiene en cuenta el consumo de energía total de los habitantes del país o región estudiado, realizando un ajuste en función de las importaciones y exportaciones de bienes. Como en las empresas eso no es posible, Doménech, recurre a factores de intensidad energética, que indican la energía consumida en la producción de cada categoría de producto, expresada en gigajulios por tonelada<sup>12</sup>. Tienen sentido, entonces, la cuarta y la quinta columna del segundo grupo de la hoja de cálculo, pues la energía total incorporada en la producción de cada producto se obtiene multiplicando el consumo, expresado en toneladas<sup>13</sup>, por la intensidad energética. En el caso de los bienes amortizables, la EF recoge cada año su cuota de amortización, evitando fluctuaciones elevadas en los períodos en los que se adquiriera el inmovilizado.

En relación a los recursos bióticos o naturales, cuyo consumo se puede transformar en superficie del modo habitual (Wackernagel y Rees, 1996), la HCC incluye también la energía incorporada en su producción, calculada, al igual que el resto de los bienes, aplicando un factor de intensidad energética al consumo de recursos agropecuarios, pesqueros y forestales.

La estimación de la huella de la energía se aplica también a los servicios que contrata la organización estudiada y a los residuos que genera, ambos importantes en la huella de las organizaciones. En relación a los primeros, se asume que una parte del coste del servicio se corresponde al consumo energético, estimando el peso de esta parte para cada tipo de servicio. Este porcentaje se aplica al importe del servicio, obteniendo "*los euros que se*

---

<sup>12</sup> Estos factores de intensidad energética serían del mismo tipo que los empleados en el cálculo de la huella de países, para determinar la cantidad de energía incorporada a los flujos comerciales.

<sup>13</sup> En algunos consumos resulta difícil que las empresas dispongan de información de los consumos expresados en toneladas, siendo habitual que nos proporcionen el importe gastado, o en determinados casos (combustibles, electricidad...) otras unidades físicas como litros, Kwh... En el primer caso, la transformación a toneladas se puede realizar considerando los precios medios del producto en cuestión en el período estudiado (por ejemplo, euros/kg), o bien recurriendo a estadísticas de comercio exterior, que ofrecen información de importaciones y exportaciones de los diferentes capítulos arancelarios, expresadas en unidades monetarias y toneladas, permitiendo la obtención de un factor unidades monetarias/tonelada. En el segundo caso, la transformación se realiza considerando el peso de la unidad concreta y, en el caso de la electricidad, considerando la cantidad de combustible empleado para obtener un Kwh.



*corresponden con el consumo energético*" (Doménech, 2007, 96). Este valor se transforma en toneladas considerando el precio de los combustibles, procediendo luego a aplicar la intensidad energética correspondiente, del mismo modo que se haría al estimar la huella de la energía de cualquier otro recurso no biótico.

En relación a los residuos, vertidos y emisiones, la metodología está todavía en fase de desarrollo para los dos últimos. En el caso de los residuos, la huella se basa en el cálculo de la energía consumida en la gestión del residuo generado, con la particularidad de que se descuenta la cantidad de energía que se recupera en el proceso de reciclado, si existiese. De este modo, no se registran los posibles efectos nocivos para el medio ambiente causados por el propio residuo, sino el consumo de energía que genera.

Así, considerando el consumo de energía directo, procedente del consumo de electricidad y combustibles, la parte consumida indirectamente, incorporada a los bienes y servicios empleados por la empresa, y a los residuos generados, se obtiene la totalidad de energía que consume la organización estudiada.

Una vez hecho esto, el cálculo de la CEF, continúa comparando este consumo con la cantidad de energía que puede asimilar una hectárea de bosque en función de las emisiones de CO<sub>2</sub>, o, en otras palabras la productividad energética de cada combustible, expresada en GJ/ha<sup>14</sup>. No obstante, el cálculo de la HCC no precisa, en este caso, de recurrir a este tipo de factores, sino que, el consumo de energía total es fácilmente transformado a toneladas de CO<sub>2</sub>, considerando los factores de emisión que recogen la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por GJ consumido de cada tipo de combustible<sup>15</sup>.

Una vez realizada esta tarea, tendremos una gran parte de la HCC. Para completarla, el método de cálculo recoge aquellas emisiones derivadas de la deforestación causada por el consumo de recursos forestales (madera, caucho, papel...) realizados por la empresa.

Debemos recordar que, una organización puede consumir recursos "bióticos", como alimentos, madera... relacionados directamente con un tipo de superficie (superficie cultivada, pastos, bosques, terreno construido y mar). En este caso, la CEF, además de incluir la energía incorporada en la obtención de estos bienes, estimada tal y como señalamos, considera la superficie necesaria para obtener estos consumos. Esta superficie se calcula del modo habitual en los estudios de EF, dividiendo el consumo de cada producto, en este caso en toneladas, por la productividad natural de la superficie a la que se asigna cada producto<sup>16</sup>.

En el caso de los productos procedentes de los bosques, su consumo contribuye a la disminución de la superficie forestal, con capacidad para absorber CO<sub>2</sub>. De ahí que se considera que las emisiones no absorbidas, derivadas de los consumos de productos forestales de la empresa deben estar en su HCC. Así, una vez determinadas las hectáreas de bosque que necesita la organización estudiada, se multiplican por la tasa de absorción de 5,21 tCO<sub>2</sub>/ha<sup>17</sup> para estimar el CO<sub>2</sub> que se deja de absorber.

Finalmente, en las organizaciones, la CEF, recoge el uso del suelo, tanto en tierra firme como en el mar. En este caso, se diferencian distintos tipos de suelo (construido, zonas de cultivos, pastos...), estimándose también la contrahuella de la organización.

La contrahuella es un concepto asimilable, en parte, a la superficie biológicamente productiva de un país o región (SBP), con incidencia en la HCC. En la versión "clásica" de la huella ecológica, se compara la superficie necesaria para satisfacer las necesidades de los habitantes de un determinado territorio, la propia HE, con la superficie disponible para satisfacer esas necesidades, surgiendo un déficit o una reserva ecológica dependiendo de cual de las dos superficies fuese mayor.

Sin embargo, el concepto de SBP tiene sentido al hablar de territorios, pero no tanto en el caso de organizaciones. Todos los países disponen, en mayor o menor medida, de una parte de su

---

<sup>14</sup> Es decir, se estiman, los GJ de cada combustible que fueron necesarios para emitir la cantidad CO<sub>2</sub> que puede absorber anualmente una hectárea, aplicando una tasa de absorción por hectárea y año de 5,21 tCO<sub>2</sub>/ha/año (IPCC, 2001).

<sup>15</sup> En MMA (2006) existe información sobre estos factores.

<sup>16</sup> Así, por ejemplo, si tenemos un consumo de 10 toneladas de madera y la productividad de los bosques es de 1,19 t/ha., la huella de la madera sería de 8,40 ha, asignada a la superficie bosques, a la que habría que aplicar el correspondiente factor de emisión.

<sup>17</sup> IPCC (2001).

superficie que es empleada para producir recursos bióticos, por lo que la comparación entre la superficie disponible y la consumida siempre va a ser posible. La EF asume que es positivo disponer de superficie productiva y, por tanto, que los habitantes del territorio estudiado satisfagan sus necesidades con productos producidos en el propio territorio. Desde el punto de vista de la condición de sostenibilidad, un país que no disponga de superficie biológicamente productiva nunca va a poder ser sostenible, por lo menos de acuerdo con la concepción inicial del indicador, pues sus habitantes deben consumir, aún que sea simplemente para satisfacer sus necesidades vitales.

En caso de las empresas, esta asunción es difícil de mantener, pues muchas no necesitan terrenos donde se produzcan recursos bióticos. Un taller de reparación de coches, una entidad financiera,... realizan actividades sin ningún vínculo directo con este tipo de recursos. Surge entonces el concepto de contrahuella. El punto de partida es que, si bien es deseable que las empresas reduzcan su huella siendo más eficientes, esto es, reduciendo sus consumos, se considera positivo que dispongan de espacios naturales, permitiendo que inversiones en este tipo de superficie reduzcan la huella. De este modo, el indicador fomentaría que el sector privado se involucre en la conservación de los espacios naturales (Doménech, 2007) lo que se considera positivo, en términos de sostenibilidad.

Las superficies de cultivos, pastos, bosques, jardines o, por ejemplo, reservas marinas, que disponga la empresa contribuirán a contrarrestar una parte de la CEF, pues son consideradas contrahuella. Para reducir la huella una hectárea, bastaría con adquirir la misma cantidad de terreno de una de estas superficies.

En el caso de que se invierta en superficie arbolada, se reducirán también las emisiones de CO<sub>2</sub>, considerando la tasa de absorción de 5,21 tCO<sub>2</sub>/ha/año y, por tanto la HCC. De este modo, al igual que si a la CEF le restamos la contrahuella, obtenemos la HE neta, la HCC neta es el resultado de restar a la HCC la cantidad de CO<sub>2</sub> absorbida por las inversiones en contrahuella.

#### **4. ESTIMACIÓN DE LA HCC DE UN PRODUCTOR DE VINO EN GALICIA (ESPAÑA)**

La empresa estudiada, denominada en este estudio, Alfa, esta dedicada a la producción y comercialización de vino albariño. Se trata de una empresa familiar con dos trabajadores, si bien se contrata personal temporalmente para realizar la vendimia y actividades relacionadas, además de contar con la ayuda de otros familiares. Los viñedos de la empresa ocupan 2,5 ha, produciendo en 2006 la cantidad de 24.686 kilos de uva. Además, la empresa compra 19.682 kilos de uva a otros productores, obteniendo una producción total de vino de 30.000 litros.

La información necesaria para estimar la HCC de Alfa se obtuvo en dos fases. En primer lugar, se proporcionó a la persona responsable de suministrar los datos, información sobre el análisis de EF, incidiendo en la utilidad del indicador aplicado a empresas y, concretamente, en su utilidad.

Posteriormente, se elaboró un cuestionario-guía, que trataba de recoger las principales categorías de consumo necesarias para estimar su huella, si bien se incorporaron categorías que recogían consumos específicos inicialmente no contemplados. La información solicitada se refiere al ejercicio 2006, año para el que se calcula la HCC.

##### **4.1 RESULTADOS: LA HCC DE ALFA**

Las siguientes tablas y gráficos siguientes muestran los principales resultados relacionados con la HCC de Alfa. La Tabla 2 muestra las emisiones totales de CO<sub>2</sub> de la empresa (152,7 t CO<sub>2</sub>). No existen diferencias entre las emisiones brutas y netas, pues Alfa no posee contrahuella formada por superficie arbolada. Estas emisiones se relacionan con la cantidad de mercancía vendida, obteniendo que cada tonelada de vino producida por Alfa, emite 5,47 t de CO<sub>2</sub>.

Tabla 2. HCC y ratios relacionados de la empresa Alfa. 2006.

<b>Concepto</b>	<b>Ud.</b>	<b>BC</b>
Emisiones CO <sub>2</sub> brutas	t	152,7
Emisiones CO <sub>2</sub> netas	t	152,7
Mercancía vendida	t	27,9
t CO <sub>2</sub> netas/t mercancía	t	5,47

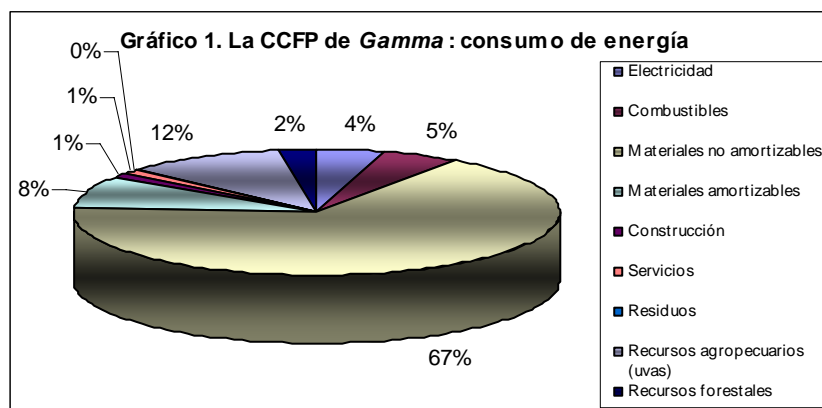
La utilidad potencial de estos resultados se relaciona a) con la posibilidad de compararlos con la HCC de otras empresas del mismo sector; b) con el análisis de la evolución de la HCC de *Alfa* a lo largo del tiempo, c) con la utilización de esta información para estimar la huella del vino producido y comercializado por *Alfa* desde una perspectiva que considere no sólo la HCC de la propia empresa, sino la de toda la cadena de suministradores por la que pasa el producto hasta llegar al consumidor final. De este modo, el indicador podría ser empleado en la elaboración una ecoetiqueta, ofreciendo información que los consumidores podrían tener en cuenta a la hora de decantarse por productos sustitutivos.

El MC3 permite avanzar en el origen de la HCC. Una primera clasificación distingue entre las emisiones provenientes de el consumo, directo o indirecto, de energía (133,7 t CO<sub>2</sub>), y aquellas asociadas con la deforestación provocada por el consumo de recursos forestales (18,95 t CO<sub>2</sub>) (Tabla 2).

Tabla 3. La HCC de *Alfa*: tipos de superficies

Tipo de huella	tCO <sub>2</sub>	%
Energía fósil	133,7	87,6%
Bosque	18,95	12,4%
<b>Total</b>	<b>152,7</b>	<b>100%</b>

Igualmente, podemos determinar que consumos se esconden detrás de cada una de estas dos categorías. En el caso de la energía, el Gráfico 1, muestra la distribución de las toneladas de CO<sub>2</sub> generadas por el consumo directo e indirecto de energía de la empresa. Se observa que más de 2/3 de estas emisiones, 88,6 t CO<sub>2</sub>, proceden de la energía incorporada en la producción de los materiales no amortizables consumidos. En segundo lugar, el consumo de recursos agropecuarios y, concretamente, la materia prima de la empresa, las uvas, generan 14,4 t CO<sub>2</sub>, un 12% de las emisiones.

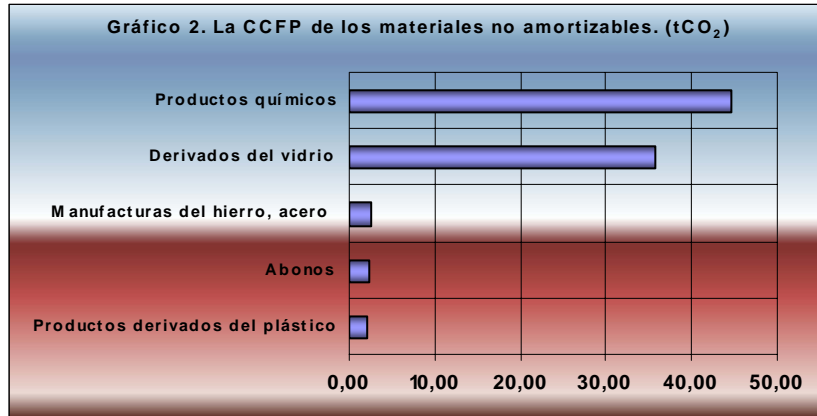


En este caso se trata de un producto con una intensidad energética baja, 10 GJ/t, pero del que *Alfa* adquiere una cantidad relevante (19,7 t). El tercer generador de CO<sub>2</sub> procedente del consumo de energía fósil son los materiales amortizables, los que generan 11,3 t CO<sub>2</sub>, el 8% del total<sup>18</sup>. Así, se observa que sólo tres categorías de consumos generan más del 85% del CO<sub>2</sub> asociado al consumo de energía y casi el 75% de la HCC total. Otros consumos como combustibles (7,2 t CO<sub>2</sub>) o electricidad (5,9 t CO<sub>2</sub>), con emisiones son más visibles a priori, son menos relevantes en esta empresa.

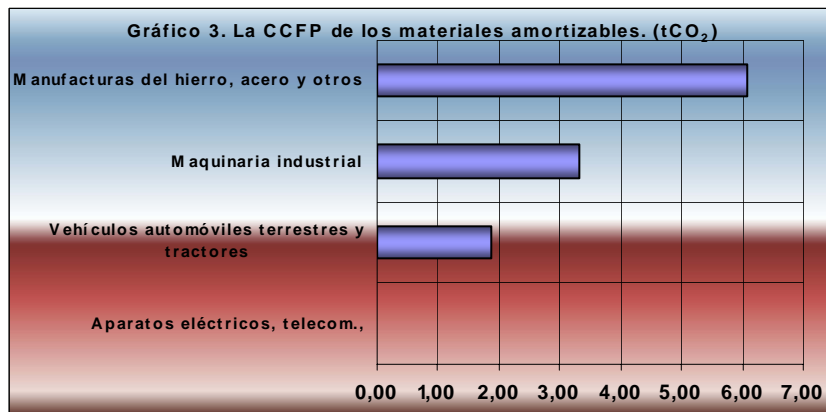
Dada la importancia de las emisiones procedentes de los materiales, consideramos oportuno avanzar un paso más, señalando cuales son los que más contribuyen en la HCC de *Alfa*<sup>19</sup>.

<sup>18</sup> Se separan los materiales amortizables y no amortizables, pues en el caso de los primeros el consumo se asocia a la cuota de amortización del año en cuestión, lo que depende de los criterios contables y fiscales de la empresa. En el caso de los segundos, se recoge el consumo real del bien en cuestión.

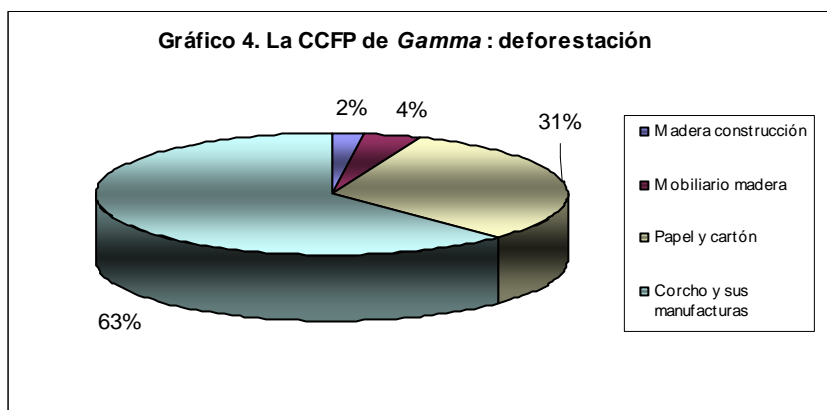
<sup>19</sup> En el caso de los recursos agropecuarios, la totalidad de las emisiones están asociadas a un único producto, las uvas, por lo que no cabe avanzar más.



El Gráfico 2, muestra cuales son los cinco materiales no amortizables con una mayor HCC. Destacan los productos químicos (44,57 t CO<sub>2</sub>), que incluyen los sulfatos empleados por *Alfa*, y los derivados del vidrio (35,70 t CO<sub>2</sub>), debido al consumo de botellas de este material, empleadas para envasar la producción de la empresa. Las emisiones de otros materiales, como manufacturas de hierro y acero (maquinaria no amortizable, principalmente), abonos, y productos derivados del plástico (cajas para recoger la uva y mobiliario sintético) se sitúan a continuación, si bien en ningún caso alcanzan las 3 t CO<sub>2</sub>.



En el caso de los materiales amortizables (Gráfico 3), su HCC es notablemente inferior, destacando la emisión de 6,10 t CO<sub>2</sub> generadas por el consumo de manufacturas de hierro y acero, relacionadas con los depósitos frigoríficos en los que se almacena el vino. Las emisiones generadas en la producción de la maquinaria industrial específica del proceso de elaboración de vino (tren de embotellado, encorchadora y cinta transportadora, principalmente) alcanzan las 3,31 t CO<sub>2</sub>, mientras que, las emisiones asociadas a otros conceptos consumos como vehículos automóviles y aparatos eléctricos son notablemente inferiores.



En cuanto a las emisiones asociadas a la deforestación (Gráfico 4), suponen el 12,4% de la HCC, alcanzando 18,95 t CO<sub>2</sub>. En este caso, el 63% de estas emisiones (11,77 t CO<sub>2</sub>) proceden del consumo de productos del corcho y sus manufacturas, en *Alfa* relacionados con la compra de corchos para las 40.667 botellas necesarias para embotellar la producción de 2006. El embalaje de estas botellas implica un consumo notable de cajas y estuches de cartón, lo que redundará en que las emisiones asociadas al consumo de papel y cartón alcancen las 5,9 t CO<sub>2</sub>. Con un peso menor se sitúan el consumo de madera empleada en el mobiliario de *Alfa* y en la construcción de las instalaciones de la empresa, sin alcanzar una t CO<sub>2</sub> en ningún caso.

## 5. CONCLUSIONES

La búsqueda de la sostenibilidad por parte de organizaciones y empresas es tanto una necesidad para alcanzar un desarrollo sostenible global, como una herramienta de gestión, con repercusión en el valor de la empresa. La existencia de herramientas que permitan evaluar el desempeño ambiental de las corporaciones es, en la actualidad, una necesidad para aquellas empresas comprometidas con el medio ambiente y con una visión de la gestión empresarial que escapa de los modelos más tradicionales.

El método compuesto de las cuentas contables (MC3) se configura como una alternativa a la hora de evaluar la sostenibilidad de empresas y organizaciones en base a su huella ecológica, en la que se incluye la huella del carbono, siendo compatible con algunos de los estándares de información más difundidos, como las "Guías de sostenibilidad de la *Global Reporting Initiative* (GRI). Igualmente, puede ser aplicado para estimar la huella de productos, añadiendo la huella de todas las empresas por las que circula a lo largo de su ciclo de vida.

En este estudio, hemos aplicado el MC3 a una empresa, *Alfa*, centrándonos en el cálculo de su HCC. Hemos comprobado que la información obtenida es relevante para diseñar medidas encaminadas a reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>. Los resultados obtenidos señalan las actividades que generan más HCC, permitiendo determinar la contribución de cada consumo. En la medida en que se incluyen emisiones directas e indirectas, afloran actividades cuyo impacto no es siempre fácilmente perceptible, aumentando las posibilidades de actuación.

*Alfa* debería tratar de gestionar de modo más eficiente los materiales que necesita, reduciendo su consumo. En el caso de los materiales amortizables, esta labor resulta difícil a corto plazo, pues se trata de los medios de producción de la empresa, adquiridos para permanecer en ella durante años. En relación a los no amortizables, el margen de actuación es mayor. En algunos casos (por ejemplo, botellas de vidrio o corchos) resulta difícil reducir el número de unidades consumidas, sin afectar notablemente a la rentabilidad económica de la empresa, si bien se podría tratar de adquirir productos con un menor peso por unidad. En otros, por ejemplo, abonos, la optimización del consumo contribuirá a reducir la HCC de *Alfa*.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Díaz, P.D., Doménech Quesada, J.L., Perales Vargas-Machuca, J. A., 2008. Huella ecológica energética corporativa: Un indicador de la sostenibilidad empresarial. Revista OI DLES 1, 1-25.

- British Petroleum (BP), 2007. What is a Carbon Footprint?, June 2008. <[http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/STAGING/global\\_assets/downloads/ABP\\_ADV\\_what\\_on\\_earth\\_is\\_a\\_carbon\\_footprint.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/ABP_ADV_what_on_earth_is_a_carbon_footprint.pdf)>.
- Callister, M.E.J., Griffiths, M.J.D., 2007. The carbon footprint of the American Thoracic Society meeting. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 175, 417.
- Carballo Penela, A., García-Negro, M. C., Doménech Quesada, J. L., Villasante, C. S., Rodríguez Rodríguez, G., García Arenales, M., 2008. A pegada ecolóxica corporativa: concepto e aplicación a dúas empresas pesqueiras de Galicia. *Revista Galega de Economía* 17 (in press).
- Carbon Footprint, 2008. What is a carbon footprint?, October 2008. <<http://www.carbonfootprint.com/carbonfootprint.html>>.
- Carbon Trust, 2006. Carbon footprints in the supply chain: the next step for business. Report Number CTC618. The Carbon Trust, London, UK.
- Carbon Trust, 2007. Carbon footprint measuring methodology 1.3, October 2008. <<http://www.carbontrust.co.uk>>.
- Caselles Moncho, A., Carrasco Esteve, M., Martínez Gascón, A., Coll Ribera, S., Doménech, J.L., González Arenales, M., 2008. La huella ecolóxica corporativa de los materiales: aplicación al sector commercial. *Revista OIDLES* 1, 1-24.
- Chambers, N., Lewis, K., 2001. Ecological Footprint Análisis: Towards a Sustainability Indicador for Business. ACCA Research Report No. 65, Oxford, UK.
- Coto Millán, P., Mateo Mantecón, I., Doménech, J.L., Quesada; González- Arenales, M., 2008. La Huella Ecolóxica de las Autoridades Portuarias y los Servicios. *Revista OIDLES* 1, 1-27.
- Doménech, J.L., 2004a. Huella ecolóxica portuaria y desarrollo sostenible. *Puertos* 114, 26-31.
- Doménech, J.L. 2004b. La huella ecolóxica empresarial: el caso del puerto de Gijón. Working paper presented at the *VIIIth Nacional conference of environment*, 22-26 November, 2004, Madrid, Spain.
- Doménech, J.L., 2007. Huella ecolóxica y desarrollo sostenible. AENOR Ediciones, Madrid, Spain, 398 pp.
- Doménech, J. L., González-Arenales, M., 2008. La huella ecolóxica de las empresas: 4 años de seguimiento en el Puerto de Gijón. *Revista OIDLES* 1, 1-23.
- Energetics, 2007. The Reality of Carbon Neutrality, September 2008. <[www.energetics.com.au/file?node\\_id=21228](http://www.energetics.com.au/file?node_id=21228)>.
- ETAP, 2007. The Carbon Trust Helps UK Businesses Reduce their Environmental Impact, Press Release, November 2008. <[http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07\\_carbon\\_trust\\_initiative.pdf](http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust_initiative.pdf)>.
- European Commission, 2007. What is it and how to measure it?. European Platform on LCA, September 2008. <[http://lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon\\_footprint.pdf](http://lca.jrc.ec.europa.eu/Carbon_footprint.pdf)>.
- Global Reporting Initiative (GRI), 2002. Sustainability Reporting Guidelines, October 2008. <[http://www.aeca.es/comisiones/rsc/documentos\\_fundamentales\\_rsc/gri/guidelines/gri\\_guidelines\\_2002.pdf](http://www.aeca.es/comisiones/rsc/documentos_fundamentales_rsc/gri/guidelines/gri_guidelines_2002.pdf)>.
- Global Reporting Initiative (GRI), 2006. Sustainability Reporting Guidelines, November 2008. <[http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/ED9E9B36-AB54-4DE1-BFF2-5F735235CA44/0/G3\\_GuidelinesENU.pdf](http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/ED9E9B36-AB54-4DE1-BFF2-5F735235CA44/0/G3_GuidelinesENU.pdf)>.
- Global Footprint Network (GFN), 2006. Ecological footprint and biocapacity. Technical notes: 2006 edition, Oakland, CA, USA.

- Holland, L., 2003. Can the principle of the Ecological Footprint be applied to measure the environmental sustainability of business?. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management* 10, 224-232.
- International Panel on Climate Change (IPCC), 1997. *Greenhouse Gas Inventory: workbook*. Revised 1996 IPCC Guidelines, vol 2. < <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/nrgspan.html>>.
- International Panel on Climate Change (IPCC), 2007. *IPCC Fourth Assessment Report (AR4) Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*, October 2008. < [http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1\\_Print\\_Ch02.pdf](http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch02.pdf)>.
- Janse, T., Wiers, P., 2007. The climate footprint: A practical tool to address climate change. *Water Science and Technology* 56, 157-163.
- Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., Wackernagel, M., 2007. Currents methods for calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment & Sustainable Society* 41, 1-9.
- Lenzen, M., Foran, B., Dey, C., 2006. Sustainability accounting for business-A new international software based on input-output tables. Paper presented at the Intermediate Input-Output Meeting Conference, 26–28 July, 2006, Sendai, Japan.
- Lenzen, M., Lundie, S., Bransgrove, G., Charet, L., Sack, F., 2003. Assessing the Ecological Footprint of a Large Metropolitan Water Supplier: Lessons for Water Management and Planning towards Sustainability. *Journal of Environmental Planning and Management*, 46, 113-141.
- Marañón, E., Iregui, G., Doménech, J.L., Fernández-Nava, Y., González- Arenales, M., 2008. Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos. *Revista OIDLES* 1, 1-22.
- Monfreda, Ch., Wackernagel, M., Deumling, D., 2004. Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessment. *Land use Policy* 21, 231-246.
- Murray, J., Dey, M., 2007. *Assessing the Impacts of a Loaf of Bread*. ISA Research Report 04-07, Sydney, Australia.
- Narag, S., 2007. Carbon with that latte?, September 2008. <[http://www.forbes.com/2007/07/02/starbucks-emissions-environment-biz-cz\\_sn\\_0703green\\_carbon.html](http://www.forbes.com/2007/07/02/starbucks-emissions-environment-biz-cz_sn_0703green_carbon.html)>.
- Perry, S., Klemes, J., Bulatova, I., 2008. Integrating waste and renewable energy to reduce the carbon footprint of locally integrated energy sectors. *Energy* 33, 1489-1497.
- POST, 2006. Carbon footprint of electricity generation. POST note 268. Parliamentary Office of Science and Technology, London, UK.
- Rees, W.E., 1992. Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economists leaves out. *Environment and urbanization* 4, 121-130.
- Schaltegger, S., Burritt, R., and Petersen, H., (Eds.), 2003. *An introduction to corporate environmental management: striving for sustainability*. Greenleaf Publishing, Sheffield, UK, pp.
- Wackernagel, M., 1991. *Using 'appropriated carrying capacity' as an indicator: measuring the sustainability of a community*. UBC Task force on Healthy and sustainable Communities, UBC School of Community and Regional Planning, Vancouver, Canada.
- Wackernagel, M., 1998. The Ecological Footprint of Santiago de Chile. *Local Environment* 3, 7-25.
- Wackernagel, M., Rees, W. E., 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society Publishers, Philadelphia, USA ,160pp.
- Wackernagel, M., Silverstein, J., 2000. Big things first: focusing on the scale imperative with the ecological footprint. *Ecological Economics* 32, 391-394.

- Wackernagel, M., Yount, D., 2000. Footprints for sustainability: the next steps. *Environment, Development and Sustainability* 2, 21-42.
- Wackernagel, M., Dholakia, R., Deumling, D., Richardson, D., 2000. Redefining Progress, Assess your Household's Ecological Footprint 2.0, March 2000, November 2006. <[http://greatchange.org/ng-footprint-ef\\_household\\_evaluation.xls](http://greatchange.org/ng-footprint-ef_household_evaluation.xls)>.
- Wackernagel, M., Monfreda, Ch., Moran, D., Wermer, P., Goldfinger, S., Deumling, D., 2005. Ecological footprint time series of Austria, the Philippines, and South Korea for 1961–1999: comparing the conventional approach to an actual land area' approach. *Land use Policy* 21, 261-269.
- Wackernagel, M., Schulz, N., Deumling, D., Callejas Linares, A., Jenkins, M., Kapos, V., Monfreda, C., Loh, J., Myers, N., Norgaard, R., Randers, J., 2002. Tracking the ecological overshoot of the human economy. *Proceedings of the National Academy of Science* 99, 9266–9271.
- Wiedmann, T., Lenzen, M., 2006. Sharing Responsibility along Supply Chains - A New Life-Cycle Approach and Software Tool for Triple-Bottom-Line Accounting. Working paper presented at the Corporate Responsibility Research Conference, 4-5 September, 2006, Trinity College Dublin, Ireland.
- Wiedmann, T., Lenzen, M., 2007. Unravelling the impacts of supply chains. A new Triple-Bottom-Line Accounting Approach. ISA<sup>UK</sup> Research Report 07-02, Durham, UK.
- Wiedmann, T., Minx, J., 2007. A definition of carbon footprint. ISA<sup>UK</sup> Research Report 07-01, Durham, UK.
- Wiedmann, T., Barret, J., Lenzen, M., 2007. Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses. Working paper presented at the International Ecological Footprint Conference, 8–10 May, 2007, Cardiff University, Cardiff, Wales.