

NOTA TÉCNICA

APROXIMACION METODOLÓGICA A LA ESTIMACION DE LA HUELLA DE CARBONO: EL CASO DE LA E.T.S.I. DE MONTES DE MADRID

Marco Blanquer Rodríguez, Sergio Álvarez Gallego y Agustín Rubio Sánchez

Dpto. Silvopascicultura. E.T.S.I. de Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria. 28040-MADRID (España). Correo electrónico: marcoblanquer@hotmail.com

Resumen

La Huella de Carbono (HC) es un indicador de sostenibilidad ambiental capaz de contribuir a la consecución de una sociedad cuyas actividades resulten más sostenibles en relación al uso de los recursos del planeta. Su función es servir como herramienta de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Sin embargo en la actualidad existen una serie de indefiniciones respecto a este indicador necesarias de superar para poder explotar todo su potencial. El presente estudio tiene como objetivo general contribuir al desarrollo del indicador HC mediante el enfoque metodológico MC3, mostrando el caso de la ETSI de Montes y desarrollando en profundidad el Alcance 3, en un intento de obtener un método unificado de cálculo. Los resultados arrojados muestran que el 60% de las emisiones de CO₂ de la ETSI de Montes se atribuyen emisiones indirectas asociadas a bienes y servicios adquiridos por la misma, lo que pone de manifiesto la necesidad de establecer criterios metodológicos adecuados en el cálculo de dicho alcance (Alcance 3).

Palabras clave: *Desarrollo sostenible, Cambio climático, Huella ecológica*

INTRODUCCION

La Huella de Carbono (HC) es un indicador de sostenibilidad ambiental que cuantifica las emisiones directas e indirectas de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero (GEI) tales como el metano o los clorofluorocarbonos, expulsados a la atmósfera como resultado de la actividad de un individuo, de una organización, de un evento o de un producto. Los resultados se expresan en kilogramos o en toneladas de CO₂ o de CO₂ equivalentes, si se están midiendo GEI distintos del CO₂. El objetivo fundamental de este indicador es servir como

instrumento que ayude a cuantificar las emisiones de GEI, introduciendo así la posibilidad de emplear nuevos criterios ambientales y de sostenibilidad en la gestión del objeto en análisis.

El cálculo de la HC tiene una serie de aspectos positivos tales como su amplio rango de aplicación y su gran potencial de comunicación, al ser expresada en unas unidades de fácil comprensión y manejo. De esta manera el cálculo de la HC puede contribuir a la consecución de una sociedad cuyas actividades resulten más sostenibles en relación al uso de los recursos del planeta. Además, la HC es capaz de identificar las principales fuentes de emisión de GEI del obje-

to en estudio, lo que permite establecer bases de actuación para la definición de estrategias de compensación y reducción de dichas emisiones. En los cálculos de HC se establecen tres Alcances relacionados con la profundidad del análisis: el Alcance 1, que atañe al cálculo de las emisiones directas asociadas al consumo de combustibles fósiles; el Alcance 2, que cuantifica las emisiones indirectas ligadas al consumo de energía eléctrica; y finalmente, el Alcance 3, que mide las emisiones indirectas asociadas a bienes y servicios adquiridos por el objeto en estudio. El cálculo del Alcance 3 constituye todo un desafío, pues resulta complejo delimitar las emisiones que deben ser cuantificadas, así como abordar los cálculos con suficiente precisión.

Pese a las ventajas mostradas por este indicador, en la actualidad aún existen una serie de indefiniciones que restan operatividad a la HC y que es necesario superar para poder explotar todo su potencial. En primer lugar, no hay unidad de criterios a la hora de definir el enfoque metodológico más apropiado (CARBALLO-PENELA, 2010). Actualmente conviven cálculos basados en metodologías *bottom-up* (enfocadas en el análisis de ciclo de vida) y metodologías denominadas *top-down* (basadas en análisis organizacionales y en análisis *Input-Output*). Estos dos enfoques han derivado en la actual dicotomía del concepto HC, por la cual éste se puede orientar hacia el cálculo de una organización o hacia el cálculo de un producto. En segundo lugar, hay que sumar el problema de la proliferación de metodologías de cálculo de la HC. Según informes de la COMISIÓN EUROPEA (2010) se contabilizan un total de 62 metodologías con enfoque a producto y 80 orientadas a organizaciones. Los criterios para establecer los límites de los Alcances, principalmente del Alcance 3, de cada propuesta metodológica no son los mismos. En consecuencia aparece un problema de dificultad e incluso imposibilidad de comparación en los resultados. Las esperanzas en la resolución de estos obstáculos recaen en el reconocido Comité Internacional de Estandarización (ISO). Sin embargo, la propia línea de trabajo de dicha institución no aborda el problema la dualidad y actualmente trabaja en el desarrollo de dos normas: la norma "ISO 14067 Huella de Carbono de Producto" y la norma "ISO 14069 Cuantificación y reporte de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero

para organizaciones (Huella de Carbono de Organizaciones)". Esto ha implicado que los acuerdos en materia de normalización no estén resultando fáciles; de hecho, la norma ISO 14067 se ha retrasado en tres ocasiones en la fase de aprobación de borradores (actualmente el cuarto borrador está en fase de consenso con fecha estimada de publicación fijada para 2013) y la norma ISO 14069 todavía está en fase de consenso para aprobar el primer borrador.

En España se han realizado importantes trabajos (DOMÉNECH, 2007; CARBALLO-PENELA, 2010) para el desarrollo de la metodología de cálculo de HC denominada "Método Compuesto de Cuentas Contables" ó MC3, basada en un enfoque orientado tanto a producto como a organización. Este enfoque, denominado mixto, se ha desarrollado en base al concepto original de Huella Ecológica (WACKERNAGEL & REES, 1996) y en base al trabajo sobre territorios elaborado por WACKERNAGEL et al. (2006). El MC3 pone de manifiesto el principio de "transferencia de huella", según el cual la huella de un producto se transfiere a lo largo de la cadena de producción y comercialización, añadiendo cada eslabón productivo su contribución al total (DOMÉNECH, 2007). Según esto, la huella total de un producto se construye ensamblando la HC aportada por cada una de las organizaciones que participan en dicha cadena.

El presente estudio tiene como objetivo general contribuir al desarrollo del indicador HC mediante el enfoque metodológico MC3. Para ello se utilizará como caso de estudio el generado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (ETSI de Montes) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Como objetivo específico se pretende calcular la HC de la ETSI de Montes, desarrollando en profundidad el Alcance 3, en un intento de contribuir a la obtención de un método unificado de cálculo que sirva para demostrar la posibilidad real de implantar una contabilidad ambiental rigurosa y comparable, que sea aplicable a otros centros educativos y de investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Objeto de estudio

La ETSI de Montes es un centro de estudios universitarios perteneciente a la Universidad

Politécnica de Madrid. Ocupa una superficie total de 9,8 ha de la Ciudad Universitaria (zona noroeste de la ciudad de Madrid), de las que 4,8 ha están ocupadas por vegetación en su mayor parte arbolada y 4,9 ha están ocupadas por superficie construida, asfaltada o por caminos. Según datos facilitados por la secretaría de la escuela, la población de la ETSI de Montes en el 2010, año base en el que se ha realizado el estudio, estuvo compuesta por un total de 1.339 personas, de las cuales 1.104 eran alumnos, 137 eran docentes y 98 pertenecían al personal de administración y servicios. Los estudios impartidos en la ETSI de Montes durante el año 2010 fueron el título de Ingeniero de Montes, Licenciatura en Ciencias Ambientales, Ingeniero del Medio Natural (a partir de septiembre de 2010), además del título propio de Experto en Caza y Pesca y del Programa de Máster y Doctorado. Además, la Escuela constituye la sede de diversas instituciones, tales como la Fundación Conde de Salazar o las cátedras-empresa ECOEMBES o ISTAS. La actividad docente e investigadora de la Escuela se lleva a cabo a través de los Departamentos y Secciones Departamentales, que en este caso alcanzan el número total de diez. La ETSI de Montes recibe una asignación presupuestaria procedente de la UPM con la que se afrontan los gastos generales; paralelamente los Departamentos poseen una asignación presupuestaria propia para el desarrollo de sus actividades, también procedente de la UPM. Por lo tanto existe una contabilidad dual que ha sido necesario analizar en base al método de trabajo propuesto para poder llegar a obtener la HC global y agregada de la ETSI de Montes.

Método de trabajo

Para calcular la HC de una organización, la metodología MC3 propone cuantificar y categorizar la totalidad de los recursos consumidos por la misma y reflejados en su contabilidad económica anual, a fin de imputar factores de emisión a las diferentes categorías de consumo establecidas por el método, obteniéndose de esta manera un perfil de emisiones de CO₂. Así se puede llegar a garantizar tanto la transparencia de los resultados como su comparabilidad, ya que la contabilidad económica anual es un reflejo de la actividad de la organización, en el cual la gran mayoría de las emisiones de Alcance 3 aparecen

implícitamente definidas y cuantificadas. Además, este método de cálculo ofrece la posibilidad de estructurar la HC en base a dos componentes según la naturaleza de los recursos consumidos: una “huella energética” asociada al proceso de producción del bien, servicio consumido o residuo generado, y una “huella natural” asociada a las emisiones de CO₂ que se dejan de absorber como consecuencia del consumo de recursos de origen biótico (por ejemplo papel). Para poder transformar los consumos (definidos en magnitudes físicas) en toneladas de CO₂ el método requiere una conversión intermedia en unidades energéticas (Gigajulios), para poder determinar la componente energética de la HC y en el caso de tratarse de recursos bióticos una conversión a unidades superficiales (ha) para poder computar la componente natural. Para el cálculo de la huella energética se emplea el coeficiente denominado “intensidad energética”, que cuantifica la carga energética por unidad de recurso requerida en su síntesis, y que se expresa en Gigajulios por tonelada (Gj·t⁻¹). Para el cálculo de la huella natural se emplea el factor denominado “productividad natural”, que cuantifica la cantidad de recurso que se puede obtener por unidad de superficie biológicamente productiva (DOMÉNECH, 2007) y que se expresa en toneladas por hectárea bioproductiva (t·ha⁻¹). Una vez convertidas las unidades a Gigajulios y a hectáreas, se aplica un nuevo factor. En el caso de la huella energética se denomina “factor de emisión” y mide la cantidad de CO₂ emitido por unidad de energía liberada en el uso de combustibles de origen fósil. En el caso de la huella natural se emplea el “factor de absorción”, que define la capacidad que la superficie bioproductiva tiene de fijar CO₂ (DOMÉNECH, 2007). Los valores propuestos para los factores de emisión de los distintos combustibles fósiles y factores de absorción de las distintas superficies bioproductivas se encuentran recogidos en los informes del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, 2007), así como en los Inventarios Nacionales de GEI publicados anualmente por el Ministerio de Medio Ambiente Medio Rural y Marino. Una vez obtenidas las componentes natural y energética de la HC se suman para obtener la HC de la categoría de consumo. Hay algunas categorías de consumo cuya

componente natural de la HC contribuye a fijar CO₂, como ocurre en el epígrafe de “usos de suelo” cuando este se destina, por ejemplo, a superficie forestal. De esta manera surge el concepto de “contrahuella” (DOMÉNECH, 2007). Por tanto la HC neta será la diferencia entre la HC calculada y la contrahuella. En la Figura 1 se presenta un esquema del cálculo de HC. Cabe puntualizar que en los casos en que el documento contable que registra los gastos anuales de la organización no refleje los consumos en magnitudes físicas sino económicas, la metodología

MC3 propone acudir a la base de datos de comercio exterior de España, elaborada por la Cámara de Comercio, que categoriza las importaciones realizadas por nuestra economía y cuantifica su valor monetario y su masa. Esta transformación permite el cálculo de las emisiones de los epígrafes “materiales” “recursos forestales” y “recursos agropecuarios” pertenecientes al Alcance 3.

La matriz para el cálculo de la HC se estructura según los tres Alcances (1, 2 y 3). En la Tabla 1 se resume de forma esquemática su composición. En la primera columna aparecen

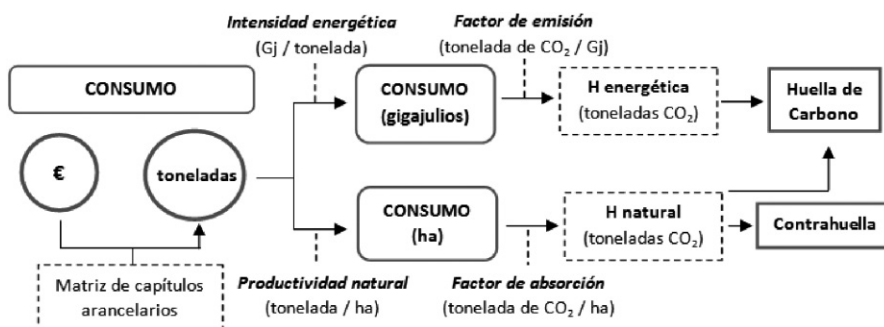


Figura 1. Detalle del cálculo de HC

CATEGORÍA	CONSUMO ANUAL	FACTORES DE TRANSFORMACIÓN				HC			
ALCANCE 1	t combustible	Intensidades energéticas	Productividades naturales	Factores de emisión	Factores de absorción	Huella energética	Huella natural	Huella total	Contrahuella
ALCANCE 2	Kw·h ⁻¹								
ALCANCE 3	t material	Productividades naturales	Factores de absorción	Factores de emisión	Factores de absorción	Huella energética	Huella natural	Huella total	Contrahuella
Materiales abióticos									
Servicios									
Residuos									
Recursos forestales									
Recursos agropecuarios									
Recurso hídrico									
Usos del suelo	ha	--	--	--	--	--	--	--	

Tabla 1. Resumen de la matriz de cálculo de la huella de carbono según MC3

las distintas categorías de consumo en las cuales deben encajarse bienes, servicios, residuos y usos de suelo. El segundo grupo de columnas refleja los consumos de cada categoría en sus correspondientes magnitudes. El tercer grupo de columnas hace referencia a los factores de conversión definidos para cada categoría de consumo mencionados con anterioridad. Finalmente el cuarto grupo de columnas determina la HC y la contrahuella para cada categoría de consumo. La HC real será la HC neta resultante de restar a la HC calculada la contrahuella.

Cabe destacar que una de las complejidades que plantea el método MC3 es la dificultad de identificar las categorías contables propuestas por la organización en su memoria económica, con las categorías de consumo establecidas por el método. Así pues, es necesario plantear un ejercicio de abstracción que permita establecer una correspondencia adecuada entre ambas categorizaciones.

El año base respecto al cual se ha calculado la HC ha sido el 2010. Dada la estructura organizativa de la ETSI de Montes, ha sido necesario calcular por separado la HC de los Departamentos y la huella de la propia Escuela (asociada a los gastos generales de la misma), analizando sus correspondientes facturaciones anuales. Una vez determinadas, ambas huellas se sumaron, obteniendo la HC agregada de la ETSI de Montes.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 2 se muestra el resumen de la HC agregada de la ETSI de Montes. Como puede verse en dicha Tabla 2 la principal fuente de emisión la constituye el Alcance 3 (60% de las emisiones de CO₂ totales). La ETSI de Montes es una organización facilitadora de servicios (docencia e investigación) sin requerimientos de movilidad, por lo que resulta lógico que las emisiones asociadas al consumo de bienes y servicios estén por encima de las emisiones asociadas al consumo de energía. Dentro del Alcance 3, la principal fuente de emisión está asociado al consumo de tintas de impresión (347,41 t CO₂·año⁻¹), al consumo de productos de origen plástico (181,70 t CO₂·año⁻¹) y al consumo de papel (149,16 t CO₂·año⁻¹). En conjunto suponen cerca del 25% de las emisiones totales. También hay que destacar la importancia que alcanzan las emisiones registradas en el Alcance 2, asociado al consumo eléctrico, que suponen el 33% de las emisiones de CO₂ totales. La causa de este elevado consumo eléctrico puede encontrarse en que el centro lo forman 11 edificios que se hallan dispersos en su recinto, lo que incrementa las necesidades de iluminación artificial, sobre todo en periodos invernales. Otra causa puede ser el despilfarro energético motivado por un uso inadecuado de la energía eléctrica

HUELLA DE CARBONO AGREGADA DE LA ETSI MONTES				
CATEGORIAS DE CONSUMO	Huella Energética (t CO₂·año⁻¹)	Huella Natural (t CO₂·año⁻¹)	Huella de Carbono (t CO₂·año⁻¹)	Contrahuella (t CO₂·año⁻¹)
ALCANCE 1: EMISIONES DIRECTAS	176,100	0,000	176,100	0,000
ALCANCE 2: EMISIONES INDIRECTAS	911,230	0,029	911,259	0,000
ALCANCE 3: OTRAS EMISIONES INDIRECTAS	1.191,810	467,187	1.641,127	23,591
Materiales abióticos	940,640	19,228	959,868	0,000
Servicios	62,156	0,000	62,156	0,000
Residuos	0,548	0,027	0,575	0,000
Recursos forestales	186,997	345,985	532,982	0,000
Recursos agropecuarios	1,469	5,721	7,190	5,721
Recurso hídrico	0,000	68,529	68,529	0,000
Usos del suelo	0,000	27,697	9,827	17,870
TOTAL	2.279,140	4.67,216	2.728,486	23,591
		HC neta	2.704,895	

Tabla 2. Resumen de la HC agregada de la ETSI Montes

por parte de los usuarios de la ETSI de Montes. A pesar de esto, los datos obtenidos para el Alcance 2 están en consonancia con estudios realizados en otras Universidades españolas, tales como la Universidad de Santiago y la Universidad Politécnica de Valencia, en los cuales se muestra que las emisiones del Alcance 2 suponen el 30% y 33% de las emisiones totales computadas respectivamente. Otro aspecto a destacar es la reducida carga de CO₂ asociada al Alcance 1, que apenas supone el 7% de las emisiones totales, lo que supone que la dependencia de la ETSI de Montes de la energía fósil (gasoil para calefacción principalmente) es menor que la dependencia de la energía eléctrica.

Dado el perfil de consumo de la ETSI de Montes es necesario realizar una política reducción de emisiones de CO₂ que debe materializarse en un plan de actuación el cual centre su atención en la reducción del consumo eléctrico y de las emisiones indirectas a través de una gestión más racional de los bienes y servicios adquiridos. En este sentido cabe destacar que a causa de la necesidad de alinear la estructura contable fijada por la UPM con las categorías de consumo propuestas por la metodología MC3 se ha elaborado un modelo de transformación que puede resultar muy útil en el desarrollo de medidas orientadas a optimizar los consumos de aquellos recursos con mayor impacto. Como complemento, se recomienda la elaboración de un manual de buenas prácticas de consumo y utilización de los recursos, que ayude a concienciar e instruir a la población de la ETSI de Montes en la utilización de los recursos de un modo más racional y eficiente.

Desde un punto de vista estratégico es fundamental hacer partícipes de esta política a todos los agentes que contribuyen a caracterizar el perfil de gasto de la ETSI de Montes. En este sentido resulta necesario abrir un diálogo interno a través de los foros de debate de la Escuela que contribuya a establecer criterios de actuación conjunta y a aunar esfuerzos en la búsqueda de una Universidad más sostenible y verdaderamente respetuosa con el medio ambiente.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a los datos facilitados por todos los Departamentos y la dirección de la E.T.S.I. de Montes y ha sido parcialmente financiado por el proyecto del Plan Nacional I+D+I de referencia AGL2010-16862/FOR. Especialmente queremos agradecer la implicación de la Subdirección de Asuntos Económicos y Patrimonio desde el momento del planteamiento de este trabajo. Así mismo, queremos agradecer la inestimable y fundamental colaboración del Personal de Administración y Servicios.

BIBLIOGRAFIA

- CARBALLO-PENELA, A.; 2010. *Ecoetiquetado de bienes y servicios para un desarrollo sostenible*. AENOR ediciones. Madrid.
- COMISIÓN EUROPEA; 2010. *Company GHG Emissions. A Study on Methods and Initiatives*. Environmental Resources Management. Manchester. Reino Unido.
- COMISIÓN EUROPEA; 2010. *Product Carbon Footprint. A Study on Methodologies and Initiatives*. Ernst & Young and Quantis.
- DOMÉNECH, J.L.; 2007. *Huella ecológica y desarrollo sostenible*. AENOR ediciones. Madrid.
- IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. IPCC. Ginebra, Suiza.
- WACKERNAGEL, M. & REES, W.E.; 1996. *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*. New Society. Philadelphia.
- WACKERNAGEL, M.; KITZES, J.; MORAN, D.; GOLDFINGER, S. & THOMAS, M.; 2006. The Ecological Footprint of cities and regions: Comparing resource availability with resource demand. *Environment and Urbanization* 18:103-112.