

Estimación de la Huella Ecológica (HE) en instituciones educativas

Ecological Footprint Estimation (EF) in educational institutions

Jaimes Gutiérrez, Leslie

Universidad Peruana Unión, EAP Ingeniería Ambiental

Recibido 20 de febrero del 2013 - Aceptado 25 de mayo del 2013

Resumen

El propósito de esta investigación es analizar información disponible sobre la Huella Ecológica (HE), sus antecedentes, su importancia y sus diversas metodologías de cálculo en organizaciones educativas. Esta recopilación presenta diversos enfoques y puntos de vista sobre la estimación de la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad y ecoeficiencia, además, presenta información detallada sobre la estimación de la Huella Ecológica a nivel poblacional, empresarial e institucional y su ocurrencia en nuestro país, así como la legislación que promueve la aplicación y divulgación de conceptos y medidas de sostenibilidad. Este trabajo es importante como línea base para el desarrollo de proyectos de estimación de la Huella Ecológica (HE) en instituciones educativas.

Palabras Clave: Huella Ecológica, consumo, bioproductividad, indicador ecológico.

Abstract

The aim of this research is to analyze available information on the Ecological Footprint (EF), its background, importance and calculation methodologies in educational organizations. The compilation presents various approaches and views on the estimation of the Ecological Footprint as an indicator of sustainability and eco-efficiency, as well as detailed information on the estimation of the Ecological Footprint at the population, business and institutional level, and its occurrence in our country, and legislation that promotes the implementation and dissemination of concepts and measurements of sustainability. This work is important as a baseline for the development of projects for estimating the Ecological Footprint (EF) in educational institutions.

Keywords: Ecological Footprint, consumption, bioproductivity, ecological indicator.

Introducción

La Huella Ecológica (HE) es un indicador de la demanda humana de bioproductividad, y es definido como la superficie de tierra productiva o ecosistema acuático necesario para mantener el consumo de recursos y energía, así como para absorber los residuos producidos por una determinada población humana

o actividad económica, considerando la tecnología existente, independientemente de la ubicación de esta superficie (Carballo & Do Carme 2008a; Carballo & Do Carme 2008b).

Si el ritmo de consumo humano produce una huella mayor que el territorio del que se dispone, entonces se tiene un déficit ecológico, o sea, se consume más

recursos de los que la tierra ocupada puede producir, esto significa que el consumo está basado en el uso de tierras productivas de otros lugares y que se está trasladando la contaminación a otras áreas del planeta o a las generaciones futuras. Lamentablemente llegará el momento cuando todos los países del planeta alcancen el mismo nivel de consumo, desencadenando una crisis social, económica y ecológica sin precedentes (Bueno, 2005).

En los últimos años se ha avanzado en la aplicación de la HE a organizaciones, destacando su potencialidad como herramienta de gestión empresarial (Carballo et al., 2008). Las filosofías actuales de gestión empresarial, como la gestión ambiental y la responsabilidad social corporativa, hacen eco de este enfoque, buscando la integración voluntaria en las operaciones comerciales y en las relaciones con las partes interesadas de las compañías en cuestiones sociales y medioambientales (Carballo, 2010).

Las instituciones educativas también están (y deben estar) inmersas en este cambio hacia el desarrollo sostenible, ya que estas organizaciones ejercen un fuerte impacto sobre los entornos sociales donde se ubican. Según López & Blanco (2007) cada vez son más las universidades que se comprometen a introducir criterios de sostenibilidad en todos los ámbitos de su actividad y fomentar, entre todos los miembros de la comunidad universitaria, el sentido de la responsabilidad sobre el medio ambiente y la protección del mismo.

Asumir y cumplir el compromiso de sostenibilidad es una cuestión ética y moral, no científica, centrándose en una convivencia social, colaboración sin exigencias y en la participación; características que deben identificarse en instituciones educativas (Inostroza, 2005).

El propósito de esta revisión es analizar la información existente sobre la Huella Ecológica y sus diversas metodologías de cálculo en organizaciones, con principal atención en universidades para generar un cambio de conciencia hacia el consumo eficiente de recursos naturales y estilo de vida sostenible.

Huella Ecológica

Desde mediados de los años ochenta, del siglo pasado, muchos científicos y activistas han tomado en serio las señales de agotamiento del planeta, causado por la voracidad sistemática de la superproducción y

el sobreconsumo de bienes naturales, por lo que han visto la necesidad de construir indicadores que proporcionen información acerca del impacto humano sobre la capacidad de abastecimiento de los sistemas naturales (Martínez, 2008).

A fines de la década de los noventa, la población que habita en los países desarrollados (principalmente en el hemisferio norte) consumía o usaba aproximadamente el 45% de la carne y pescado, el 58% de la energía, el 68% de las conexiones telefónicas, el 82% de los teléfonos celulares, el 84% de papel y el 87% de los automóviles disponibles a nivel mundial (Gachet, 2002), de esto fácilmente se deduce que los países desarrollados vienen consumiendo la mayor parte de los recursos del planeta o, en otras palabras, consumiendo lo que deben consumir o consumirán otras poblaciones.

La Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2001) determina que se necesitan entre 45 y 85 tn de recursos naturales per cápita anuales para sostener el nivel de consumo de los habitantes de estos países desarrollados.

Este elevado nivel de consumo de bienes y servicios, de los países desarrollados, ha provocado una sobrecarga en la capacidad ecológica de la mayoría de estos países. Para Hernández & López (2004) significa que los recursos naturales, con los que cuentan los países desarrollados, no son suficientes para sostener sus elevados niveles de consumo. Esta situación hace que dichos países se apropien de la capacidad ecológica de los países en desarrollo que, por el contrario, poseen una abundante dotación de recursos naturales. La literatura existente sobre el tema establece que este proceso se realiza a través del comercio entre países.

En este sentido, se debe señalar que, el elevado nivel de consumo de la mayoría de las economías desarrolladas, está originando una deuda ecológica de países con economías en desarrollo, por la apropiación de la capacidad ecológica. Soto (2007) arguye que esta deuda ecológica es aún más evidente si se considera que no existe ningún tipo de compensación hacia los países en vías de desarrollo, por la apropiación de su capacidad ecológica y traslado de contaminación, comprometiendo el bienestar futuro de sus habitantes.

La magnitud del consumo de una región o país se determina mediante la suma de su producción total y

sus importaciones y la resta de sus exportaciones, así pues para establecer una política de minimización del consumismo, se debe trabajar en estas tres dimensiones (Municipalidad de Villanueva de Gallego, 2009).

Martínez (2008) manifiesta que el reto es reducir todas las características del consumismo; como el excesivo consumo de energía, de alimentos, de aguas, alta generación de desechos, etc. a un solo indicador común, cuantificable y comparable a través del tiempo que viene a ser la Huella Ecológica (HE), desarrollado a mediados de los noventa por William Rees y Mathis Wackernagel. Este indicador tiene doble función, estima el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema y facilita la toma de decisiones de medidas correctoras para paliar dichos impactos. Rees y Wackernagel buscaban formular un método que recogiera los impactos de las poblaciones humanas, es decir, determinar la superficie necesaria para mantener un cierto número de individuos y lo denominaron huella ecológica; para ello se basaron en un término que aporta la ecología de poblaciones, conocido como la capacidad de carga que se define como el máximo número de individuos de una determinada especie que es capaz de soportar, de forma indefinida, un hábitat específico sin alterar su productividad.

La Universidad de Málaga (2010) define la HE como el área de terreno productivo necesario para producir los recursos utilizados por una población específica, así como para asimilar los residuos producidos por esta. Se establece una metodología muy específica de cálculo que permite la evaluación numérica y que convierte el concepto en un verdadero índice que expresa, a nivel general, el impacto de las actividades humanas, en términos de superficies productivas de los ecosistemas.

Para Olalla (2003) el concepto de la HE se fundamenta en dos simples hechos: medir la mayoría de los recursos que consumimos y desechos que generamos, para traducirlos a sus correspondientes áreas o territorios de los ecosistemas que cuentan con la capacidad de productividad biológica y de absorción de impactos humanos.

Cárdenas et al. (2010) manifiestan que cuando la HE total del planeta exceda su capacidad ecológica total, se producirá un déficit ecológico, lo cual está sucediendo a nivel mundial desde finales de la década de los setenta del siglo pasado.

La Municipalidad de Villanueva de Gallego (2009) explica que cuando la HE es menor o igual a la biocapacidad, la región o actividad humana es autosuficiente y lleva un modelo de vida sostenible; pero, si la HE es mayor a la biocapacidad, entonces existe un déficit ecológico, ya que consume más recursos de los que dispone.

Cárdenas et al. (2010) manifiestan que actualmente en la tierra existen aproximadamente 1.9 has de espacio productivo disponible por cada habitante; pero según el modelo de la huella ecológica, se utilizan en promedio 2.3 has por persona; o sea que se está excediendo la capacidad ecológica de la biósfera en más de un 20%. Varios países desarrollados presentan una HE que excede el valor disponible de 1.9 has, como se muestra en la figura 1.

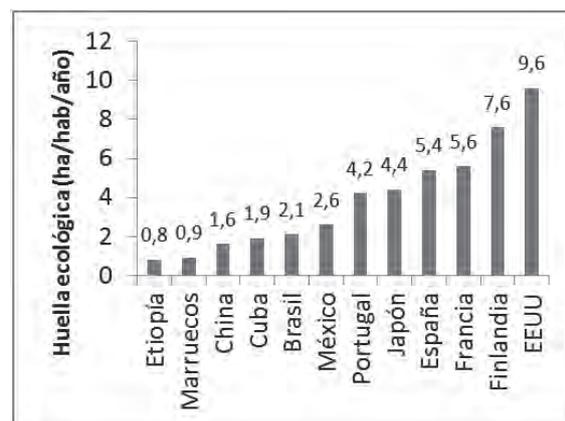


Figura 1 – Valores de Huella Ecológica estimados por persona en diferentes países (López & Blanco 2007)

En otras palabras, se está consumiendo más de lo que la naturaleza puede aportar dejando, a las generaciones futuras, menos capital natural del que se ha recibido. De este modo, la HE evalúa los modelos de vida y los expresa en has/hab/año que, para el caso de poblaciones, se debe multiplicar por el número de habitantes (Cárdenas et al., 2010).

Para el cálculo de la HE, se transforman todos los consumos de materiales y energía a hectáreas de terreno productivo (agricultura, mar, ganadería, bosques, suelo construido, etc), dándonos una idea clara y precisa del impacto de nuestras emisiones de CO₂ provenientes de las actividades sobre el ecosistema. Para realizar dicha transformación se utilizan los factores de equivalencia de la tabla 1.

Tabla 1
Factores de equivalencia por áreas productivas

Tipo de Área	Factor de Equivalencia (hag/ha)
Agricultura(tierras principales)	2.21
Agricultura(tierras marginales)	1.79
Bosques	1.34
Ganadería	0.49
Pesca (aguas marinas)	0.36
Pesca (aguas continentales)	0.36
Artificializado	2.21

*hag: hectárea global, que se define como una ha con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

Fuente: Universidad de Málaga (2010)

Bajo este punto de vista, la HE es el indicador “final”, porque transforma cualquier tipo de unidad de consumo (toneladas, kilovatios, litros, etc.), así como los desechos producidos, en un indicador totalmente significativo expresado en hectáreas (Doménech 2006).

Cada sector económico presenta un determinado consumo, aumentando así la HE total de cada zona del planeta, sin embargo, Carballo et al. (2006) señalan que el sector energético, en la HE, eclipsa al resto de sectores económicos, ya que aproximadamente el 58% de la HE, de ciudades importantes en el mundo, es originado por el sector energético, a comparación del sector transporte con un 17% o el sector industrial, con un 12%. Lo mencionado anteriormente confirma la relevancia del cálculo de la huella ecológica, no solo en actividades productoras de energía, sino aquellas que consumen este recurso en grandes cantidades, ya sea para producción y/o para la prestación de servicios.

A nivel mundial, distintas organizaciones y empresas, han adoptado el uso de indicadores ecológicos, (huella ecológica, huella de carbono, huella hídrica) como índice de sostenibilidad ambiental, ya que no solo les ayuda a cumplir su política y normatividad ambiental vigente correspondiente, sino que muestra su responsabilidad social y ambiental con su entorno (Chávez et al., 2006).

La empresa multinacional Apple, en el 2010, determinó su contribución a los gases de efecto invernadero en toneladas de CO₂, y se estimó que las emisiones totales de la empresa son de 14.8 millones de toneladas métricas y que el 46% de esta cantidad se genera en la etapa de manufactura y solo el 6% en la

etapa de transporte o distribución. También se determinó que, el 1% de emisiones es reciclado, es decir, aproximadamente 96 mil toneladas métricas (Apple.com 2010).

Esta realidad no es ajena a las instituciones educativas; es sabido que cada vez muchas universidades se comprometen a introducir criterios de sostenibilidad en los ámbitos de docencia, investigación y gestión (López & Blanco, 2007). La Universidad de Santiago de Compostela (USC) de España, a través de su Plan de Desarrollo Sostenible, aprobado en noviembre de 2003 por su Consejo de Gobierno, asume el compromiso de incorporar medidas que consigan una actividad docente e investigadora desarrollada bajo criterios de sostenibilidad, fomentando así entre todos los miembros de la comunidad universitaria el sentido de la responsabilidad sobre el medio ambiente y la protección del mismo. Tomando como base las premisas anteriores, la Oficina de Desarrollo Sostenible de la USC, propone el diseño de una metodología que permita evaluar el impacto ambiental de las actividades universitarias, para identificar sus factores más significativos y elaborar proyectos que incluyan medidas correctoras para así minimizar dichos impactos. El estudio de impacto ambiental de la USC se basó en la determinación de una batería de indicadores que permitan elaborar un diagnóstico sobre la situación ambiental de la universidad, siendo la Huella Ecológica el más importante por su gran potencial pedagógico. Los resultados del estudio muestran que la USC necesita una extensión de 5 217 has de bosque para asimilar las emisiones de CO₂ producidas, lo que equivale a 55 veces la extensión ocupada por el campus. A partir de estos resultados, se empezaron a tomar medidas que fomenten la ecoeficiencia y desarrollo sostenible (López & Blanco, 2007).

Por otro lado, la Universidad de Granada tiene el compromiso de incorporar la ética ambiental a todas sus actividades, asumiendo los contenidos de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) para adaptarse y cumplir el principio de sostenibilidad y legado a las generaciones futuras. El estudio de HE muestra que esta institución necesita para abastecerse de 48 104 520 m² y la superficie total del campus solo abarca 484 335 m², de lo que se deduce que son necesarios 100 campus de esa área para abastecer ese modelo de vida (Cárdenas et al., 2010).

También, la Universidad Central Marta Abreu de Santa Clara, Cuba ha realizado el cálculo de la HE

para mejorar su gestión ambiental en términos de ecoeficiencia e internalizar conceptos sostenibles en todas sus actividades y modelo de vida. Se obtuvo como resultado, de este estudio, que la HE por persona es de 0.215 ha (Leyva et al., 2008)

Otras instituciones de gran prestigio, como es el caso de la Universidad de Málaga, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Toronto, Universidad de Newcastle y muchas otras que están comprometidas con el respeto

hacia los límites naturales y el fomento del desarrollo sostenible en sus estudiantes y empleados, han calculado la huella ecológica, con el fin de evaluar su modelo de operación. En la tabla 2 se observa las HE de algunas universidades importantes y su exceso en relación a las hectáreas disponibles por persona a nivel mundial. También existen diferentes categorías de consumo de recursos estudiados por algunas universidades, de donde se observa que las categorías más utilizadas para el cálculo de la HE son las de movilidad, energía eléctrica o residuos (Tabla 3).

Tabla 2
Huellas Ecológicas de diferentes universidades a nivel mundial

Nombre	Localización	Año	Huella Ecológica (ha/hab/año)	Exceso de HE (ha/hab/año)
University of Toronto ^a	Ontario (Canadá)	2005	1.04	-
Colorado College ^a	Colorado (EEUU)	2001	2.24	0.34
University of Holme ^a	Herefordshire (UK)	2001	0.56	-
University of Newcastle ^a	Newcastle (Australia)	1999	0.19	-
University of Redlands ^a	California (EEUU)	1998	0.85	-
Ohio State University ^{a,b}	Ohio (EEUU)	2007	8.66	6.76
Universidad de León ^b	León (España)	2008	0.45	-
Universidad de Santiago de Compostela ^b	Galicia (España)	2007	0.16	-
Universidad de Coruña ^b	La Coruña (España)	-	0.12	-
Universidad Politécnica de Valencia ^b	Valencia (España)	2009	0.81	-
Willamette University ^b	Oregon (EEUU)	2003/2004	2.27	0.37
Texas A&M University ^b	Texas (EEUU)	2004	0.69	-

*1.9 ha/hab/año es la cantidad de superficie disponible por persona a nivel mundial

*Las universidades sin exceso de HE (excepto University of Toronto) cuentan con planes estratégicos de desarrollo sostenible.

Fuente: *Cárdenas y otros (2010), *Torregrosa (2010).

Tabla 3
Comparativa de categorías evaluadas en el cálculo de Huella Ecológica de algunas universidades

UNIVERSIDAD	CATEGORÍAS									
	Alimentos	Movilidad	Infraestructura	Bienes y servicios	Energía Eléctrica	Combustibles Fósiles	Agua	Papel	Residuos	Otros
Universidad de León		X	X		X	X	X	X	X	
Universidad de Coruña		X	X							
Universidad Politécnica de Valencia	X	X	X		X	X	X	X	X	
Ohio State University		X			X				X	
Willamette University	X	X	X	X	X	X	X		X	
Escuela de Física University of Sydney	X	X		X	X			X		X
Redlands University		X			X	X	X		X	
Northeastern University	X	X	X		X	X	X	X	X	
Toronto University	X	X	X		X	X	X		X	
University of Newcastle	X	X	X	X		X			X	X
Holme Lancy College	X	X			X		X		X	X
Texas A&M University	X	X	X	X						

Fuente: Torregrosa (2010)

A nivel nacional, los modelos de consumo fomentan la cultura del uso de materiales desechables, generando una gran cantidad de residuos sólidos e incrementando el uso de suelo para su disposición final. Esta situación, que sería insostenible en el tiempo, ya muestra sus efectos en los cambios climatológicos, los procesos de desertificación y déficit energético que vive el Perú y otros países vecinos (Piura, Arequipa y La Paz son las principales ciudades en Latinoamérica con rasgos de desertificación, sequías y escasez de agua, debido al calentamiento global), lo que nos lleva a reflexionar sobre la necesidad de hacer cambios en los modelos de desarrollo, así como en los hábitos y costumbres de los habitantes que son, al fin de cuentas, los que determinan la demanda de bienes y servicios (Alfaro, 2007).

En el Perú existen normas relacionadas con el desarrollo sostenible y ahorro de recursos naturales, entre las cuales resalta las Medidas de Ecoeficiencia que tienen como efecto el ahorro público. Hasta la actualidad este dispositivo solo es de aplicación obligatoria en todas las entidades del sector público y a todas las personas que prestan sus servicios al estado, independientemente de su régimen laboral o de contratación, sin embargo, algunas empresas privadas también han tomado como referencia esta norma para implementar medidas de ecoeficiencia en sus empresas (MINAM, 2009).

Las universidades peruanas también deberían asumir compromisos de sostenibilidad en su estilo de vida y modus operandi, y deben difundir este compromiso en toda la comunidad universitaria; y para desarrollar ese cambio las investigaciones ambientales de estas instituciones deben basarse en el uso de indicadores ecológicos que muestren clara y cuantificadamente el impacto del consumo en los ecosistemas.

Chávez et al. (2006) proponen un método para calcular la HE utilizando el cuestionario desarrollado por Footprint Network, estructurado en un grupo de 16 preguntas relacionadas en cuatro categorías básicas de actividades humanas que contribuyen a la demanda de recursos en forma de superficie (has). Las cuatro categorías básicas que abordan este cuestionario son: Alimento, Movilidad, Bienestar, Bienes y Servicios. Luego se procesan los datos directamente en la base del mismo programa para obtener la huella parcial por segmento y, por categoría básica, para cada tipo de muestra. Éste tipo de método es conocido como caja negra, ya que se desconoce el procesamiento de datos y el cálculo con el cual se llega a la HE.

López & Blanco (2009) proponen un cálculo directo a partir de los consumos, y las emisiones se obtienen multiplicando las categorías de consumo por los factores de emisión (Tabla 4). Esto sucede para los siguientes consumos: agua, consumos asociados a la construcción de edificios, energía eléctrica, gasóleo, consumo de gas natural asociado a la cogeneración, consumo de papel y producción de residuos.

Tabla 4
Factores de emisión para el cálculo de CO₂ por categorías de consumo

Categoría de consumo	Factor de emisión	Unidades
Agua	0.50	kg CO ₂ /m ³
Construcción del edificios	520	kg CO ₂ /m ²
Energía eléctrica	0.57	kg CO ₂ /kWh
Gasóleo	74.10	KgCO ₂ /kWh
Gas natural	56.10	kgCO ₂ /l
Papel reciclado	0.61	kg CO ₂ /kg papel
Papel virgen	1.84	kg CO ₂ /kg papel
Residuos urbanos	91.70	kgCO ₂ /kg residuo

Fuente: López & Blanco (2007)

López & Blanco (2009) también plantean la determinación indirecta de los consumos, a partir de datos estadísticos extraídos de encuestas. En estos casos generalmente no existen registros de cifras de consumo y producción de residuos, por lo que los datos se obtienen a partir de cuestionarios que se enfoca principalmente a la obtención de datos de movilidad (hábitos de transporte) y de consumo de papel por toda la comunidad universitaria.

El cálculo consiste en determinar el área de bosque necesario para absorber el CO₂ generado por el consumo. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera dividida por la capacidad de fijación de la masa forestal, se obtiene la superficie del bosque requerida y finalmente se le suma el espacio ocupado por los edificios universitarios, como se muestra en la ecuación 1.

$$HE = \frac{EmCO_2}{CF_{CO_2}} + SCp \quad (1)$$

Donde:

- HE= huella ecológica (ha)
- Em CO₂= emisiones de CO₂ (tn)
- CF CO₂= coeficiente de fijación (tn CO₂/ha/año)
- SCp= superficie campus (ha/año)

Según Leyva et al. (2008) y Cárdenas et al. (2010), este método es el más apropiado para calcular la HE en universidades, no solo por la definición clara de sus factores, sino por su trayectoria y aplicación a muchas universidades a nivel mundial.

También está el “método compuesto de las cuentas contables” (MCCC o MC3), propuesto por Carballo y Do Carme (2010) inicialmente desarrollado por Doménech (2006) basado en la determinación de la huella familiar propuesta por Wackernagel. Este método se basa en la matriz de consumos y superficies que recoge los consumos de las principales categorías de productos que una empresa necesita. Consiste en elaborar un listado de las principales categorías de productos consumidos por una empresa, existiendo también apartados para los residuos generados y el uso del suelo. La HE se expresa tanto en hectáreas, como en toneladas de CO₂. La información necesaria se obtiene, principalmente, de documentos contables de consumo y también puede ser necesaria la información de otros departamentos de la empresa, que dispongan de información específica como (generación de residuos, superficie ocupada por las instalaciones de la organización). Entonces el MC3 estima la huella de todos los bienes y servicios recogidos en las cuentas contables, los residuos generados debido a la adquisición de estos bienes, y el espacio ocupado por todas las instalaciones de la empresa, también reflejado en las cuentas contables. Para el cálculo se utiliza una matriz basada en procesos; la HE se obtiene comparando consumos y productividad global, y se emplean factores de equivalencia y rendimiento

expresando la HE en hectáreas globales. Las filas de la matriz muestran la huella de cada categoría de producto/ servicio demandado; las columnas están divididas en 6 grupos que recogen información acerca de consumo de cada producto, productividad de cada bien, y la HE total de acuerdo a la división realizada en el análisis. La última columna muestra la contrahuella que representa la inversión de la empresa en capital natural, así dichas inversiones reducen la HE total. Las superficies de la empresa dedicadas a cultivos o jardines contribuyen en la disminución de la HE, pues este tipo de superficies son consideradas contra huella. La HE de aquellos bienes cuya naturaleza no es biótica, surge debido a la energía consumida en su producción y puede ser transformado en superficie, dividiendo las toneladas consumidas por la productividad natural. La matriz para el cálculo de la HE según esta metodología (MC3) se presenta en la tabla 5, donde se especifican todas las filas y columnas señalando las unidades en las que se expresa cada categoría de las columnas. (Carballo & Do Carme 2010).

Todavía no muy difundido, este método promete ser el más utilizado en organizaciones y empresas que quieran calcular su huella ecológica a través de sus registros contables, sin embargo, no está comprobada su aplicación a una institución educativa, puesto que estas organizaciones no presentan muchas categorías de consumo ni ingresos de insumos específicos, por lo que genera cierta incertidumbre en la búsqueda de resultados satisfactorios y didácticos de la HE en universidades (Carballo, 2010).

Conclusiones

El concepto de la Huella Ecológica está tomando cada vez más fuerza a nivel mundial, especialmente en países europeos que fomentan la estimación de este indicador en empresas, instituciones educativas, ciudades y hasta a nivel nacional. Las metodologías existentes tanto para empresas como instituciones ya tienen una reputación definida, mostrando resultados claros y confiables por lo que se confirma la factibilidad del uso de este indicador ecológico como índice de sostenibilidad. El análisis de información sobre la HE y su estimación, en instituciones, muestra que las personas se preocupan por este

tema, ya que la vida humana depende de la bioproducción de los ecosistemas y la sostenibilidad de sus actividades o estilo de vida, por lo que se requiere urgentemente un amplio panorama de su realidad de consumo que se consigue gracias al uso de indicadores ecológicos como el caso de la HE, para tomar medidas correctivas y cambiar el estilo de vida a uno más ecoeficiente y sostenible a través del tiempo, y esta aplicación no solo debe desarrollarse en países del primer mundo, sino también en países latinos como el Perú, que buscan acercarse cada vez más al desarrollo sostenible.

Tabla 5
Estructura de la hoja de cálculo mostrando la matriz de consumos para estimar la Huella Ecológica

Categoría de Pro- ducto	CONSUMO ANUAL				PRODUCTIVIDAD			Huella por tipo de ecosistema						
	Unidades de consumo (Unidades/año)	Euros sin IVA (€/año)	Toneladas (tn/año)	GJ (GJ año)	Natural (tn/ha/año)	Energía (GJ/ha/año) o Factor de emisión (tnCO2/GJ)	Absorción de CO2	Superficie cultivable	Pastos	Bosques	Superficie construida	Área de pesca	HE Total	ContraHuella
ENERGIA														
*Electricidad														
*Combustibles														
MATERIALES														
*Materiales amortizables														
*Materiales no amortizables														
*Materiales de construcción														
SERVICIOS														
RESIDUOS														
USO DE SUPERFICIE														
RECURSOS AGROPECUARIOS Y PESQUEROS														
RECURSOS FORESTALES														
AGUA														

Fuente: Carballo y Do Carme (2010)

Referencias

- Alfaro, M. (2007). *La huella ecológica y los costos energéticos del Perú, una aproximación*. [Documento en línea]. [Consultado el 28 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.ciudad.org.pe/downloads/documentos/huella_ecologica.pdf>.
- Apple.com (2010). *The story behind apple's environmental footprint*. [Documento en línea]. [Consultado el 26 de Septiembre del 2011]. Formato html. Disponibilidad libre en: <<http://www.apple.com/environment/>>.
- Bueno, E. (2005). *Nuestra huella ecológica. España: Centro Nacional de Educación Ambiental*. [Documento en línea]. [Consultado el 20 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.paot.org.mx/centro/boletin/agosto/huella.pdf>>.
- Carballo, A. (2010). Utilidad de la huella ecológica y del carbono en el ámbito de la responsabilidad social corporativa (RSC) y el ecoetiquetado de bienes y servicios. [Artículo en línea]. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. [Consultado el 22 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.eumed.net/rev/delos/08/acp.pdf>>. ISSN: 1988-5245.
- Carballo, A. & Do Carme, M. (2010). *El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una herramienta para la responsabilidad social corporativa*. España: Universidad de Santiago de Compostela. [Documento en línea]. [Consultado el 16 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.usc.es/congresos/xiirem/pdf/89.pdf>>.
- Carballo, A. & Do Carme, M. (2008a). La huella ecológica y su aplicación a organizaciones: el caso de una empresa conservera en Galicia. [Artículo en línea]. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. Vol. 1, no. 03. [Consultado el 26 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.eumed.net/rev/delos/03/cpgn.pdf>>. ISSN: 1988-5245.
- Carballo, A. & Do Carme, M. (2008b). *Hacia el desarrollo sostenible de organizaciones y empresas: la huella ecológica corporativa y su aplicación a un productor de mejillón en Galicia (España)*. [Artículo en línea]. *Revista Luna Azul*. Vol. 27: 8-26 pp. [Consultado el 20 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/Lunazul27_1.pdf>. ISSN: 1909-2474.
- Carballo, A. & Do Carme, M., Doménech, J., Sebastián, C., Rodríguez, G. & González, M. (2008). La huella ecológica corporativa: concepto y aplicación a dos empresas pesqueras de Galicia. [Artículo en línea]. *Revista Galega de Economía*. Vol. 17, no. 02. [Consultado el 20 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.usc.es/econo/RGE/Vol17_2/castelan/art7c.pdf>. ISSN: 19132-2799.
- Carballo, A., Villasante, C. & Zotes, Y. (2006). *Consumo de energía y medio ambiente en Galicia: una visión desde la huella ecológica*. España: Universidad de Santiago de Compostela. [Artículo en línea]. [Consultado el 18 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.ucm.es/info/ec/jec10/ponencias/404carballoetal.pdf>>.
- Cárdenas, C., Muñoz, A., Mora Casado, A. & Moreno, L. (2010) *La Huella Ecológica de la Universidad de Granada (UGR)*. [Documento en línea]. [Consultado el 12 de Septiembre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <vcabd.ugr.es/pages/unidad_calidad_ambiental/huellaecologica>
- Chávez, R., Andrade, E. & Espinoza, R. (2006). Una aproximación a la huella ecológica – Caso Puerto Vallarta, Jalisco, México. [Artículo en línea]. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. [Consultado el 18 de Agosto del 2011]. Formato html. Disponibilidad libre en: <<http://www.eumed.net/eve/resum/06-07/rmd.htm>>. ISSN: 1988-5245.
- Doménech, J. (2006). *Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa*. [Documento en línea]. [Consultado el 20 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.caei.com.ar/es/programas/recursosn/10.pdf>>.
- Gached, F. (2002). *La Huella Ecológica: Teoría, método y tres aplicaciones al análisis económico*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 115 p.
- Hernández, E. & López, F. (2004). Cambio temporal en la huella ecológica de la región de Murcia y su uso como indicador de desertificación. [Artículo en línea]. *Papeles de Geografía*. Vol. 40, no. 6: 95-110 pp. [Consultado el 16 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.um.es/dpgeografia/papeles/n40/06-CAMBIO.pdf>>. ISSN: 0213-1781
- Inostroza, L. (2005). La huella urbana y ecológica de Magallanes: Una Mirada Sobre Nuestra Insostenibilidad. [Artículo en línea]. *Urbano*. Vol. 8, no. 11: 28-41 pp. [Consultado el 16 de Septiembre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <redalyc.uaemex.mx/pdf/198/19801105.pdf>. ISSN: 0117-3997
- Leyva, J., Rodríguez, I. & Quintana, C. (2008). Cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas. [Artículo en línea]. *Tecnología*

- Química*. Vol. 31, no. 1: 47-52 pp. [Consultado el 13 de Septiembre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: < <http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/2877/2369> >. ISSN: 0041-8420
- López, N. & Blanco, D. (2007). *Metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades*. [Documento en línea]. [Consultado el 27 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.conama9.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NLópez.pdf>.
- Martínez, R. (2008). Educación y huella ecológica. [Artículo en línea]. *Actualidades Investigativas en Educación*. Vol. 8, no. 1: 1-28 pp. [Consultado el 28 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/447/44780103.pdf>>. ISSN: 1409-4703.
- MINAM. (2009). *Medidas de Ecoeficiencia para el Sector Público*. DS: 009-2009-. Promulgado por el Ministerio del Ambiente de la República del Perú. [Documento en línea]. [Consultado el 27 de Agosto de 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.bn.com.pe/eco/docs/DS-009-2009-MINAM.pdf>>
- Municipalidad de Villanueva de Gallego. (2009). *Huella Ecológica Villanueva de Gallego*. [Documento en línea]. [Consultado el 15 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <agenda21villanuevadegallego.dpz.es/Docs/Huella_ecologica.pdf>.
- Olalla, M. (2003) *Indicadores de sostenibilidad y Huella Ecológica. Aplicación a la Universidad Autónoma de Madrid* (UAM). [Documento en línea]. [Consultado el 12 de Septiembre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <http://www.uam.es/servicios/ Ecocampus/especifica/descargas /investigacion/Resumen_PFC_Indicadores.pdf>
- Organization for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2001). *Environmental Outlook*. [Documento en línea]. [Consultado el 25 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.oecd.org/dataoecd/33/38/1863523.pdf>>. ISBN 9789264186156.
- Soto, G. (2007). *Huella Ecológica: el peso de nuestros pies sobre el planeta*. Puerto Rico: Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico. [Documento en línea]. [Consultado el 27 de Agosto del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: <<http://www.uprm.edu/accer/pdfs/huellaeologica.pdf>>.
- Torregrosa, J. (2010). *Un indicador ambiental para medir la sostenibilidad en las universidades, la Huella Ecológica. Caso de Estudio de la Universidad Politécnica de Valencia*. [Documento en línea]. [Consultado el 05 de Octubre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: < <http://www.conama10.es/conama10/download/files/CT%202010/1335816566.pdf> >.
- Universidad de Málaga (2010) *Huella Ecológica Universidad de Málaga*. [Documento en línea]. [Consultado el 12 de Septiembre del 2011]. Formato pdf. Disponibilidad libre en: < http://www.pactomundial.org/informeprogreso/recursos/doc/989/2009/2626_51151120109135.pdf >.