

CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS

MSc. Jorge Leiva-Mas, jorgelm@uslv.edu.cu, Dr. Iván Rodríguez-Rico,
Dr. Cándido Quintana-Pérez

Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Santa Clara, Cuba

En el trabajo se presenta una metodología para el cálculo de la huella ecológica en la universidad, la misma se define como el área de territorio ecológicamente productiva (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esa área, evalúa un determinado modelo de vida y se expresa comúnmente en hectáreas por persona y año, representando la superficie de planeta necesaria para asimilar el impacto de las actividades del modelo de vida analizado. La huella de una población está determinada por su número de miembros, el volumen de consumo y la intensidad en el uso de los recursos para proveerla de bienes y servicios.

Desde el punto de vista del impacto ambiental, una universidad se puede considerar como un sistema integrado dentro de su entorno, con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos). Actualmente prestigiosas universidades del mundo calculan su huella ecológica, las universidades cubanas no se reportan estos cálculos, por lo que el procedimiento puede ser extrapolado a otros centros de educación superior del país. El método empleado es el recomendado por Noelia López Álvarez de la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela; el mismo es aplicado en varias universidades de España, en otros países de Europa y América Latina.

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se emplean factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes utilizadas a escala internacional y la fijación media de carbono para un terreno forestal cubano, que se acumula en biomasa (viva y muerta) y suelo (tierra vegetal y suelo mineral), se estima teniendo en cuenta las condiciones de Cuba.

Palabras clave: huella ecológica, cálculo.

In the work appears a methodology for the calculation of the ecological footprint in the university, is defined as the area of productive territory (aquatic cultures, grass, forests or ecosystems) ecologically necessary to produce the used resources and to assimilate the residues produced by a population determined with a specific standard of life of indefinite form, it is where it is that is that area, evaluates a certain model of life and person and year express themselves commonly in hectares by, representing the Planet surface necessary to assimilate the impact of the activities of the analyzed model of life. The footprint of a population is determined by its number of members, the volume of consumption and the intensity in the use of the resources to provide it with goods and services.

From the point of view of the environmental impact, a university can be considered like a system integrated within its surroundings, with entrances associated to the consumption of natural resources: fossil water, materials (construction of buildings), paper and fuels (electrical energy, calorific energy, mobility) and exits (production of residues). At the moment several prestigious universities of the world calculate your ecological footprint, for Cuban universities do not report these calculations, reason why the procedure can be extrapolated to other centers of superior education in our country. The used method is recommended by Lopez Alvarez of the Office of Sustainable Development of the University of Santiago de Compostela; the same is applied in several universities of Spain, in other countries of Europe and Latin America. For the calculation of the CO₂ emissions emission factors are used, obtained of diverse used sources on international scale and the average carbon fixation for a cuban forest land, that is accumulated in biomass (lives and dead) and ground (vegetal earth and mineral ground), is considered considering the cuban conditions.

Key words: ecological footprint calculation.

Introducción

En 1995, los urbanistas W. Rees y M. Wackernagel introdujeron el concepto de huella ecológica, concepto que podemos definir como “la superficie de territorio ecológicamente productiva necesaria para generar los recursos utilizados y asimilar los residuos producidos por una población definida, con un nivel de vida determinado”/1/. Se trata, pues, de una herramienta de cuantificación ecológica que utiliza áreas de terreno como unidad de medida.

Mediante este indicador se observa que el espacio que ocupan los asentamientos humanos va más allá de su territorio geográfico y que se apropian del capital natural mundial a través de su “consumo” ecológico. La huella ecológica se distingue por su gran potencial pedagógico y de seguimiento de la actividad de cualquiera organización. Este indicador permite comparar el consumo de un determinado sector de población con la limitada productividad ecológica de la tierra.

La huella ecológica evalúa un determinado modelo de vida. Se expresa en hectáreas por persona y año (aunque actualmente se tiende a expresar en hectáreas globales/persona/año), representando la superficie de Planeta necesaria para asimilar el impacto de las actividades del modelo de vida ana-

lizado. La huella de una población está determinada por su número de miembros, el volumen de consumo y la intensidad en el uso de los recursos para proveerla de bienes y servicios.

Materiales y métodos. Metodología de cálculo

Después de una revisión bibliográfica se decidió usar, como base, la metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades, su autora es Noelia López Álvarez, de la oficina de desarrollo sostenible, universidad de Santiago de Compostela en España./2/. A la misma se le realizaron los ajustes necesarios para adaptarla a nuestras condiciones.

Desde el punto de vista del impacto ambiental, una universidad se puede considerar como un sistema integrado dentro de su entorno, con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos).

El impacto asociado al consumo de recursos naturales y a la producción de residuos (que aparecen detallados por tipos en la tabla 1) se determina a partir de las emisiones de CO₂ relativas a cada consumo o tipo de residuo producido. Estas emisiones serán posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas.

Tabla 1
Categorías contempladas en la metodología propuesta

Consumos de recursos naturales	Producción de residuos
Agua	Urbanos (no peligrosos)
Construcción de edificios	
Energía eléctrica	Peligrosos
Energía calorífica	
Cogeneración	
Movilidad	
Papel	

Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se emplean factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes, se priorizan los factores de emisión locales, en caso de que estos no existan se utilizan factores aceptados internacionalmente. En algunos casos las emisiones se obtienen multiplicando los consumos por los factores de emisión. Esto sucede para los

siguientes consumos: agua, consumos asociados a la construcción de edificios, energía eléctrica, energía calorífica, consumo de combustible fósil asociado a la cogeneración, consumo de papel y producción de residuos. A esta cantidad de bosque se sumará directamente también el espacio ocupado por los edificios universitarios /3/.

La fijación media de carbono para un terreno forestal cubano, que se acumula en biomasa (viva y muerta) y suelo (tierra vegetal y suelo mineral), se estima en 5,06 t CO₂/ha/año, /4/, en resultados de la estimación de captura de carbono en Cuba entre los años 1989-1997, presentado en el Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales del 18 al 20 de octubre de 2001, Valdivia Chile. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación de la masa forestal, se obtiene la superficie de bosque.

La metodología propuesta por López Álvarez no contempla el consumo de alimentos, estos servicios los asumen entidades independientes en las universidades donde se desarrolló la metodología, en nuestro caso es necesario contemplarla por el peso que tiene en el cálculo de la huella ecológica de nuestra universidad.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, la huella ecológica se calcula aplicando la ecuación (1). En todos los casos se ha tomado como base de cálculo un año.

$$\text{Huella} \left(\frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) = \frac{\text{Emisiones (t CO}_2\text{)}}{\text{C. fijación} \frac{\text{t CO}_2}{\frac{\text{ha}}{\text{año}}}} + \text{Superficie Campus} \left(\frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) \quad (1)$$

Cálculo de emisiones de CO₂

En el caso de disponer de datos de consumos se aplica directamente el factor de emi-

sión y se obtienen las emisiones de CO₂, tal y como se muestra en la fórmula, donde un indica las unidades en las que se computa cada consumo considerado:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{consumo (um)} * \text{Factor de emisión (kg CO}_2\text{/um)} \quad (2)$$

A la hora de determinar los factores de emisión se puede dar prioridad a los factores locales frente a los globales, siguiendo los criterios establecidos por Rees y Wackernagel.

En algunos casos los factores de emisión, tal y como se encuentran en las fuentes consultadas, no están expresados en las mismas unidades que los consumos a los que deben aplicarse; por lo que es necesario una transformación posterior, teniendo en cuenta las diferentes equivalencias entre unidades.

Una vez que se conocen los factores de emisión y se dispone de los datos de consumo, únicamente hay que multiplicar por el correspondiente factor de emisión para conocer las emisiones asociadas. En el caso de la construcción de edificios se tiene en cuenta que la vida útil de los mismos es de 50 años, ya que es el tiempo que se estima que transcurre, sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento de envergadura suficiente como para modificar el valor del factor.

Parte experimental. Resultado emisiones de CO₂

Consumo de agua

Según datos tomados del portal energético de la universidad (<http://paec.uclv.edu.cu/>) el consumo anual de la planta potabilizadora de agua fue de 4,5 MW-h.

Para conocer la cantidad de combustible requerido en tep se utiliza el factor de conversión, Fc, consumo específico en uso final, reportado en informes del ministerio de economía y planificación.

$$F_c = 0,352 \text{ tep/MW-h.}$$

$$\text{tep} = F_c * (\text{consumo energía eléctrica}) \quad (3)$$

$$\text{tep} = 0,352 * 4,5 = 1,584$$

Para obtener la cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera con la quema de este combustible utilizamos el índice de 3 t de CO₂ por cada tep consumida.

Emisiones de CO₂ = 1,584 * 3 = 4,752 t. (emisión anual de CO₂).

Construcción de edificios

Para conocer las emisiones anuales se considera que la vida útil de los edificios es de 50 años, ya que es el tiempo estimado que transcurre sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento de envergadura suficiente como para modificar el valor del factor. Según el informe MIES /5/ la generación total de CO₂ de los edificios, es de 475 Kg de CO₂/m² en toda su vida útil, por tanto para obtener la tasa anual de emisión de CO₂ debido a las edificaciones dividimos este valor por 50 (tiempo de vida útil) y se obtiene 9,5 Kg de CO₂/m² al año.

Índice anual de emisiones edificios = 9,5 Kg. de CO₂/m²*año.

Emisiones de CO₂ = (índice anual emisiones edificios) * (m² superficie construida) (4)

Emisiones de CO₂ = (9,5 Kg de CO₂/m²) * (72979 m²)

Emisiones de CO₂ = 693 300,5Kg = 693,3 t. (emisión anual de CO₂).

Energía eléctrica

Se procede de forma similar al cálculo del epígrafe consumo de agua, para conocer la cantidad de combustible requerido en tep se utiliza el factor de conversión, Fc, consumo específico en uso final, reportado en informes del Ministerio de Economía y planificación. Fc = 0,352. El consumo de energía eléctrica en el año fue de 3 943,23 MW-h.

tep = Fc * (consumo energía eléctrica)

tep = 0,352 * (3 943,23)

tep = 1 388,016 96

Para obtener la cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera con la quema de este combustible utilizamos el índice de 3 t de CO₂ por cada tep consumida.

Emisiones de CO₂ = 1 388,01696 * 3 = 4 164,05 t. (emisión anual de CO₂).

Movilidad

Para evaluar las emisiones de CO₂ debidas a los medios de transporte empleados por los estudiantes y profesores, se tuvo en cuenta las cantidades de combustibles utilizadas anualmente por la Universidad, ya que su uso es exclusivo de las actividades docentes, investigativas y de extensión universitarias propias de la institución. Los combustibles utilizados, diesel y gasolina, son llevados a toneladas de petróleo equivalente (tep), finalmente para obtener la cantidad de CO₂ Liberado a la atmósfera con la quema de este combustible utilizamos el índice de 3 t de CO₂ por cada tep consumida.

Consumo de diesel (en tep) = 122,085

Consumo de gasolina (en tep) = 114,168

Consumo total (en tep) = 236,765

Emisiones de CO₂ = 236,765 * 3 = 710,295 t. (emisión anual de CO₂).

Generación de vapor

Para evaluar las emisiones de CO₂ debidas a la generación de vapor, se tuvo en cuenta las cantidades de combustibles (fuel oil) utilizadas anualmente por la universidad en las calderas de generación, este vapor es utilizado mayoritariamente para la cocción de los alimentos. El combustible utilizado es llevado a tep, finalmente para obtener la cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera con la quema de este combustible utilizamos el índice de 3 t de CO₂ por cada tep consumida.

Consumo de fuel oil (en tep) = 165,229

Emisiones de CO₂ = 165,229 * 3 = 495,687 t. (emisión anual de CO₂).

Consumo de papel

El consumo de papel durante el año 2008, según datos suministrados por el departamento de inversiones de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, fue de 12,288 3 t. El índice de generación de CO₂ por cantidad de papel producido es de 1,84 kg de CO₂ /kg de papel, este es el índice recomendado por Noelia López Álvarez en la elaboración de la metodología para el cálculo de la huella ecológica en universidades /3/.

Emisiones de CO₂ = 12 288,3 * 1,84 = 22 610,472 Kg = 22,610 t. (emisión anual de CO₂).

Consumo de alimentos

Para este acápite, se contabilizaron todos los consumos del comedor universitario durante un año, los datos fueron suministrados por la subdirección de alimentación del vicerrectorado económico. En este caso el indicador ha sido calculado básicamente en función de los rendimientos por hectáreas de los cultivos o de la productividad de acuíferos, teniendo en cuenta las condiciones locales. Los productos en conserva o que requieren de elaboración previa se han tenido en cuenta en función del factor de intensidad energética para su elaboración. Para la obtención

de los alimentos suministrados durante el año en el comedor universitario se requirieron 559,74 ha.

Generación de residuos

La generación de residuos en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en el año 2008 fue de 659 113,4 Kg. El factor de emisión en kg de CO₂/kg de residuos domésticos considerado es de 0,61 (Iregui and Marañón, 2008).

Emisiones de CO₂ = 659 113,4 * 0,61 = 402 059,174 Kg = 402,059 t. (emisión anual de CO₂).

Resumen emisiones totales de CO₂

Las emisiones de CO₂ en la Universidad Central de Las Villas en el año 2008, aparecen reportadas en la tabla 2.

Tabla 2
Resumen de las emisiones de CO₂ y área requerida para su absorción

Categoría	Emisiones CO ₂ (t/año)	Área absorción requerida (ha)	% área requerida
Consumo de agua	4,75	0,93	0,05
Construcción de edificios	693,30	137,01	7,41
Energía eléctrica	4 164,05	822,93	44,48
Movilidad	710,29	140,37	7,59
Generación de vapor	495,69	97,96	5,29
Consumo de papel	22,61	4,46	0,24
Consumo de alimentos*	---	559,74	30,25
Generación de Residuos	402,06	79,45	4,29
Área ocupada directamente por edificios		7,30	0,39
Total	6 492,75	1 850,19	100,00

*El indicador consumo de alimentos ha sido calculado directamente en función de los rendimientos por hectáreas.

En el año 2008 la huella ecológica de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas fue de 0,215 2 ha por personas. Las mayores contribuciones a la huella ecológica de la universidad son: consumo de energía eléctrica, consumo de alimentos y movilidad.

Conclusiones

- La huella ecológica es un índice que se distingue por su gran potencial pedagógico y evalúa un determinado modelo de vida.
- Ha sido adaptado a nuestras condiciones una metodología que permite el cálculo de la huella

ecológica en instituciones de educación superior de Cuba.

- La Huella ecológica en la universidad Central Marta Abreu de Las Villas en el año 2008 fue de 0,215 2 ha por personas.

Bibliografía

1. WACKERNAGEL Mathis y William REES . *Nuestra huella ecológica, Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*”, Santiago de Chile. Ediciones LOM, 2001.
2. LÓPEZ ÁLVAREZ N. *Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades*. Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible, 2009.

-
3. *Ibid.* R. LÓPEZ RODRÍGUEZ, J. L. TABOADA FERNÁNDEZ, *Impacto ambiental en centros da USC*; Coordinación do Plan de Desenvolvemento Sostible da Universidade de Santiago de Compostela e Consellería de Medio Ambiente da Xunta de Galicia, 2008.
 4. MANSO R. *Resultado de la estimación de la captura decarbón en Cuba entre los años 1989 y 1997*. Simposio internacional de medición y monitoreo de la capturas en ecosistemas forestales, Valdivia Chile, 2001.
 5. CUCHÍ A. LÓPEZ, I. Informe MIES. *Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental al'ETSAV*, Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña, 1999.
 6. DOMENECH, J. L., *La huella ecológica empresarial: el caso del puerto de Gijón*. Actas del VII Congreso Nacional de Medio Ambiente. 22-26 Nov., 2004. Madrid. CD-ROM: 8, 2004.
 7. IREGUI, G. E. MARAÑÓN, *Proposta de índices de conversión de residuos para la huella ecológica*. Universidad de Oviedo, 2008.