



Luna Azul  
ISSN: 1909-2474  
Universidad de Caldas

Guerra, Johan; Rincón, Ignacio  
CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA. CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
Luna Azul, núm. 46, 2018, Enero-Junio, pp. 3-19  
Universidad de Caldas

DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2018.46.2>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321759619002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEV  
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

## **CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

**Guerra, Johan y Rincón, Ignacio<sup>1</sup>**

Recibido el 1 de junio de 2016, aprobado el 31 de marzo de 2017, actualizado el 18 de diciembre de 2017

**DOI: 10.17151/luaz.2018.46.2**

### **RESUMEN**

Las agendas ambientales actualmente promueven la aplicación de indicadores que posibiliten el resguardo de los ecosistemas naturales dentro de estándares de vida sostenible. Entre los actores que favorecen la aplicación de indicadores de sostenibilidad ambiental se encuentran las universidades, la cual han asumido un rol importante, no solo como productoras y contenedoras de conocimiento científico y tecnológico, sino también en el reconocimiento de su capital natural y el uso equilibrado de los servicios ambientales para el desenvolvimiento de sus funciones. En este sentido, el trabajo tiene por objeto la realización de una evaluación a través de la utilización del indicador de la Huella Ecológica en el Campus Universitario de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Su aplicación tiene como propósito estudiar un sistema ambiental acotado para determinar como la prestación de un servicio puede darse sin ser subvencionado por un déficit ecológico. La metodología posibilita evaluar el campus universitario como un sistema abierto, analizando los componentes que emiten carbono a través del consumo de agua, energía eléctrica, movilidad, papel, construcción y generación de residuos, así como la cuantificación de la vegetación para la fijación y captura de carbono. Al aplicar la metodología obtenemos los valores totales de emisión y fijación de carbono en promedio por el número de estudiante. Como resultado de la investigación para el 2011-2012 (datos más vigente disponibles) el Campus Universitario de la UCV necesitaría una extensión de 2.012,85 de hectáreas (ha) de bosque para asimilar las emisiones de carbono, obteniendo una Huella Ecológica de 0,030 ha/estudiante/año.

### **PALABRAS CLAVES**

Emisiones de CO<sub>2</sub>, huella ecológica, indicadores, ambiente.

### **CALCULATION OF CARBON FOOTPRINT IN THE UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA CAMPUS**

### **ABSTRACT**

The environmental agendas currently promote the application of indicators that enable the conservation of natural ecosystems within sustainable living standards.

The universities are part of the actors in favor of the application of environmental sustainability indicators and have assumed an important role, not only as producers and owners of scientific and

technological knowledge, but also in the recognition of their natural resources and the balanced use of environmental services for the development of their functions. In this sense, the objective of this work is to carry out an evaluation through the use of the Carbon Footprint indicator, in the University Campus of Universidad Central de Venezuela (UCV). Its application aims to study an environmental system to determine how the provision of a service can occur without being subsidized by an ecological deficit. The methodology makes it possible to evaluate the university campus as an open system analyzing the components that emit carbon through the consumption of water, electric power, mobility, paper, construction and generation of waste, as well as quantification of vegetation for carbon fixation and capture. When applying the methodology the total values of carbon emission and fixation on average by the number of students were obtained. As a result of the research, for 2011-2012 (most current data available) the UCV campus needed an extension of 2,012.85 hectares (ha) of forest to assimilate carbon emissions, obtaining a Carbon Footprint of 0.030 ha / Student / year.

## KEYWORDS

CO2 emissions, carbon footprint, indicators, environment.

“Cualquier extensión de terreno puede mantener a perpetuidad solo un número limitado de personas. Factores relacionados con el suelo y el clima imponen un límite absoluto, en la medida en que están fuera de control humano, y la manera en que se usa la tierra establece un límite en la práctica. Si este límite práctico de la población es sobrepasado sin un cambio compensatorio en el sistema de uso de la tierra, se pone en marcha un ciclo de cambio degenerativo que necesariamente redundará en el deterioro o la destrucción de la tierra, y al final en hambre y una reducción de la población”

William Allan, *Studies in African Land Usage in Northern Rhodesia*, p.1.

---

## INTRODUCCIÓN

El aliciente para lograr el desarrollo humano sostenible a cualquier escala planetaria, comprendiendo los límites de nuestros recursos naturales, ha promovido como necesidad imperiosa la movilización de individuos, científicos, tecnólogos, organizaciones no gubernamentales, académicos y Estados/naciones desde los años setenta del siglo XX en adelante, al estudio, diseño e implementación de agendas ambientales que fijen los límites de nuestro crecimiento, así como tiendan a reflejar con mayor finitud los criterios necesarios y suficientes para mantener los ecosistemas naturales, dentro de estándares vida sostenibles. Este tema, tratado desde distintas perspectivas ambientales, ha llevado a sistematizar distintos y variados procesos de evaluación, lo que ha traído consigo el diseño de una cantidad importante de indicadores, uno de ellos es el indicador de la Huella Ecológica, el cual actúa como un sistema versátil de cuantificación ecológica que considera la capacidad biofísica<sup>2</sup> de una unidad de análisis territorial, en la que se estima el consumo de recursos y los requerimientos de absorción de los residuos en un período de tiempo.

La Huella Ecológica es uno de los instrumentos más aplicados<sup>3</sup> para evaluar el desarrollo sostenible<sup>4</sup>, su elaboración como parámetro de estudio fue realizado a mediados de los años noventa del siglo XX en el que formalmente el indicador fue definido como “una herramienta contable que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población o economía, expresados en áreas de tierra productiva.” (Rees y Wackernagel, 1996, p.9).

A la luz de su definición, el soporte de este indicador para calcular el impacto de la Huella Ecológica está basado en tres aspectos: 1) el número de población analizada, 2) el factor o volumen de recursos (biocapacidad) que dispone esta población a nivel promedio y, 3) la intensidad con que se utilizan los recursos y generan los residuos para proveer de bienes y servicios a la población objeto de análisis.

De manera específica, una de las propiedades de la Huella Ecológica es lograr estimar si una población, dentro de unos límites administrativos o eco-sistémicos, tiene excedentes o superávit ecológicos a través de la biocapacidad de su territorio, o por el contrario presenta un déficit ecológico por consumir más de los recursos que dispone. En este entendido, el indicador ayuda a estimar cuantitativamente el balance ecológico, como también posibilita el establecimiento de políticas para el manejo y supervisión de recursos naturales que puedan estar seriamente comprometidos por la presión humana.

A nivel mundial algunas estimaciones basadas en el cálculo de la Huella Ecológica ya se han hecho públicas al mencionar que “la capacidad regeneradora de la Tierra ya no puede atender la demanda: el ser humano transforma los recursos en desechos más rápido de lo que la naturaleza tarda en transformar esos desechos en nuevos recursos” (WWF, 2006, p.2) y, más preocupante aún, es que el metabolismo de crecimiento actual planetario reflejado por este indicador evidencia que “la humanidad consume ya cerca de 30% más de la capacidad de regeneración de la biosfera” (Latauche, 2009, p.35) o, desde otra perspectiva de análisis, le tarda a la tierra un año y cinco meses para regenerar lo que utilizamos en un año.

En orden de responsabilidades sobre lo que sucede, los países de regiones de altos ingresos, como por ejemplo América del Norte o Europa Occidental, se han caracterizado por un aumento constante en promedio por persona de la Huella Ecológica, pasando de 3,5 hectáreas globales a 6,4 hectáreas globales, con un pequeño aumento de su población (Ewing, 2009, p.24). El crecimiento económico y de estándares de vida basado en la apropiación insostenible de biomasa está jugando un papel crítico sobre el impacto de la Huella Ecológica total planetaria, tal como lo señala (Martínez, 2007, p.14) “la humanidad está viviendo por encima de sus posibilidades y los países ricos están disfrutando de una Huella Ecológica muy superior a la que su naturaleza les permite, gracias al comercio internacional con los países subdesarrollados, lo que introduce elementos de injusticia y explotación”.

Las consideraciones señaladas han llamado la atención a una comunidad amplia que incluye a académicos y decisores, por cuanto se ha develado que las dimensiones sociales y económicas son

concomitantes de la dimensión ecológica, siendo éste último el elemento integrador para dar posibilidades de sostenibilidad global. Sin embargo, las dos primeras dimensiones pasan, sin lugar a dudas, por una crisis que socava y rebasa la capacidad ecológica productiva lo que preludia, de seguir la tendencia, graves y diversos inconvenientes para la manutención y sostenibilidad de la especie humana.

A la par de las dificultades ambientales que atraviesa la humanidad, no se han dejado de escatimar esfuerzos que conlleven a nuevos retos, no solo a nivel nacional. La evaluación del impacto de la Huella Ecológica va de la mano de procesos de sostenibilidad cada vez más particulares, donde instituciones como (UMA, 2011, p.4) señalan que “se debe abordar desde diferentes perspectivas y que, ante todo, resultan fundamentales los niveles local y regional [incluso a nivel organizacional y comunitario], por lo que los cálculos [entre ellos el de Huella Ecológica] se han ido sucediendo para niveles de concreción cada vez mayores”. Este hecho ha invitado a que cada día más instituciones, a distintos niveles públicos y privados, comiencen a calcular su impacto ambiental dentro de la prestación de su servicio o en el desempeño de sus labores para un proceso productivo concreto.

Basado en lo anterior, el indicador de la Huella Ecológica en su proceso de maduración ha comenzado a germinar con estudios que ya refieren sus resultados, aun cuando todavía tiene limitaciones. De los nuevos promotores en su aplicación están las **Universidades**, la cual han asumido un rol importante, no solo como productoras y contenedora de conocimiento científico y tecnológico, sino también como ente revalorizador del consumo que requiere y desecho que provee a la naturaleza para el desenvolvimiento de sus funciones en un espacio determinado.

En este proceso las universidades, asumiéndose como un sistema integrado dentro de su entorno, han comenzado a evaluarse y compararse en busca de una sostenibilidad que les permita prestar un servicio, reconociendo el valor de su capital natural y de su funcionamiento sin el acarreo de un déficit ecológico progresivo. Estos elementos señalados serán los fundamentos axiológicos de la aplicación del indicador de Huella Ecológica dentro de la Universidad Central de Venezuela (UCV).

## DESARROLLO

El desarrollo de esta investigación comprende cinco aspectos; ellos son: 1-**La Huella Ecológica en Campus Universitarios**, que permite reseñar un conjunto de universidades que han empleado este indicador y, en especial, las categorías de impacto que asume la UCV para evaluarse bajo los estándares de la Huella Ecológica. 2-**El contexto histórico y espacial de la UCV**, el cual promueve entender la evolución institucional y geografía donde se ubica esta universidad. 3-**Motivos y alcances de la Huella Ecológica en la UCV**, precisa las razones que dieron origen a la aplicación de la Huella Ecológica en el campus universitario, así como las limitantes de esta investigación. 4-**El método empleado**, señala fundamentalmente la aplicación de un protocolo propuesto por Rees y Wackernagel. 5-**Resultados**, se precisan los cálculos de la Huella Ecológica estimada para la UCV, pudiendo ser evaluada y comparada dicha información con otros campus universitarios, como también puede servir de insumo para la planificación institucional.

## 1. La Huella Ecológica en Campus Universitarios

La aplicación de la Huella Ecológica se ha empleado en varias universidades alrededor del mundo, principalmente en Europa y Estados Unidos. Algunas de estas son: HolmeLacy College, Reino Unido (Dawe, et al, 2004), Swansea, Universidad de Gales (Griffiths, 2002), Universidad de Newcastle, AU (Flint, 2001), la Universidad de Redlands, EE.UU. (Venetoulis, 2001). También se encontró una información limitada sobre otro campus: Oxford Brookes, Reino Unido (Chambers, et al, 2000). La mayor parte de estas investigaciones se han realizado a partir del año 2000 y los resultados han sido de los más diversos (Hut, 2003).

En cada una de estas universidades se han aplicado metodologías distintas que se han adaptado para cada caso específico de campus universitario, lo que se deduce que no en todas las circunstancias se ha calculado la totalidad de la Huella Ecológica.

En el caso del campus universitario de la UCV se midió el consumo de recursos (entradas en el sistema) y la generación de los distintos residuos (salidas en el sistema), asumiéndose siete categorías de impacto: agua, energía eléctrica, movilidad, papel, construcción y generación de residuos, así como la vegetación (como componente de fijación de carbono).

## 2. Contexto histórico y espacial del Campus de la UCV

El área de estudio en cuestión es el Campus Universitario de la UCV localizado en el centro geográfico de la ciudad de Caracas (capital de la República Bolivariana de Venezuela) ([Mapas 1 y 2](#)).

### Mapa 1.

#### *Ubicación de la UCV en la ciudad de Caracas*



Fuente: Imagen compuesta origen OpenStreetMap.

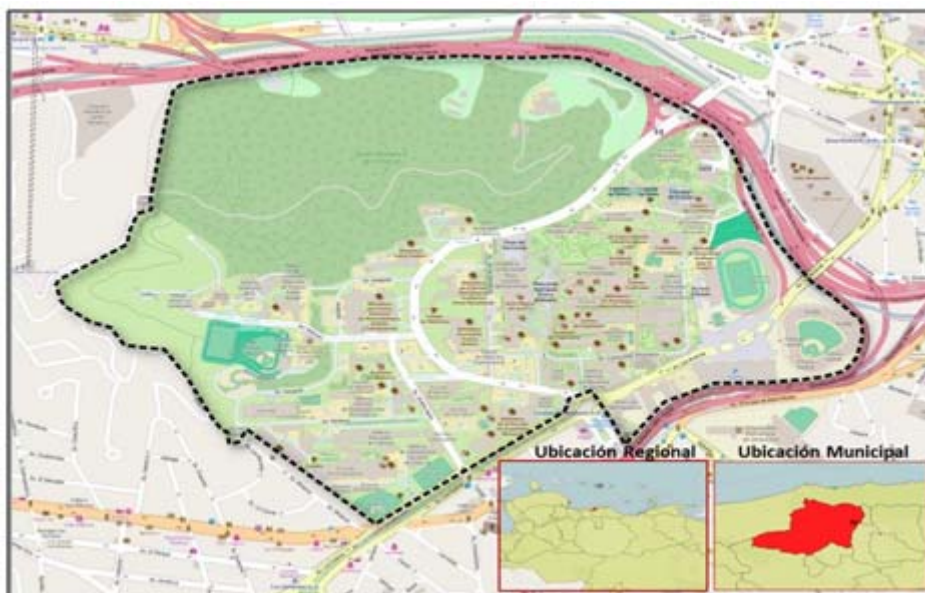
La UCV es la primera universidad creada en Venezuela, sentando sus bases en el año 1721. Tiene por atributo ser la institución de educación superior más antigua del país, en sus inicios se localizó

en el centro histórico de la ciudad y, posteriormente, en el año 1953 se traslada a los espacios ubicados en la Ciudad Universitaria de Caracas donde actualmente se ubica. La nueva sede, obra del arquitecto Carlos Raúl Villanueva, se declara Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO en el año 2000 (UCV, 2010).

Vale mencionar que, de acuerdo a la concepción de su proyecto original, la Ciudad Universitaria estaba formada por 60 edificios distribuidos entre zonas verdes que cubrían unas 203 hectáreas. Actualmente, se encuentran en ella más de 70 edificios, incluyendo el Jardín Botánico de Caracas y la Biblioteca Central de la UCV. En los edificios se albergan 9 de las 11 facultades de la Universidad, con la Ciencias Veterinarias y Agronomía con su sede en la ciudad de Maracay, Edo. Aragua. Hoy en día, de acuerdo al QSWorld University Rankings (QUR, 2016), ocupa en reputación académica el puesto número 1 a nivel nacional y el número 18 en América Latina.

## Mapa 2.

Localización de la Universidad Central de Venezuela.



Fuente: Imagen compuesta origen OpenStreetMap.

### 3. Motivos y alcances de la Huella Ecológica en la UCV

La Maestría de Planificación Integral del Ambiente del Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB)<sup>5</sup>, promueve el Taller de Planificación y Gestión Ambiental II. En dicho Taller se planteó la idea de realizar un trabajo sobre Huella Ecológica del Campus Universitario de la UCV con participación de los estudiantes de la segunda cohorte de dicha Maestría. La información recolectada fue ajustada y verificada apegada a la metodología, transcurriendo un periodo de trabajo del 2011 al 2015 para su fiabilidad y divulgación.

El alcance de la investigación fue evaluar y estimar la superficie ecológica que requiere el Campus Universitario de la UCV para suplir sus necesidades de recursos y generación de residuos que, a su vez conlleve, la reducción paulatina de su Huella Ecológica. Sobre este aspecto, aunque esta



investigación<sup>6</sup> no asume como tema directo el plan de reducción de la Huella Ecológica de la UCV, aporta insumos a la comunidad de la UCV para la promoción de un consenso social que permita la determinación de una **capacidad de carga**<sup>7</sup> apropiada, distinta a la predominante.

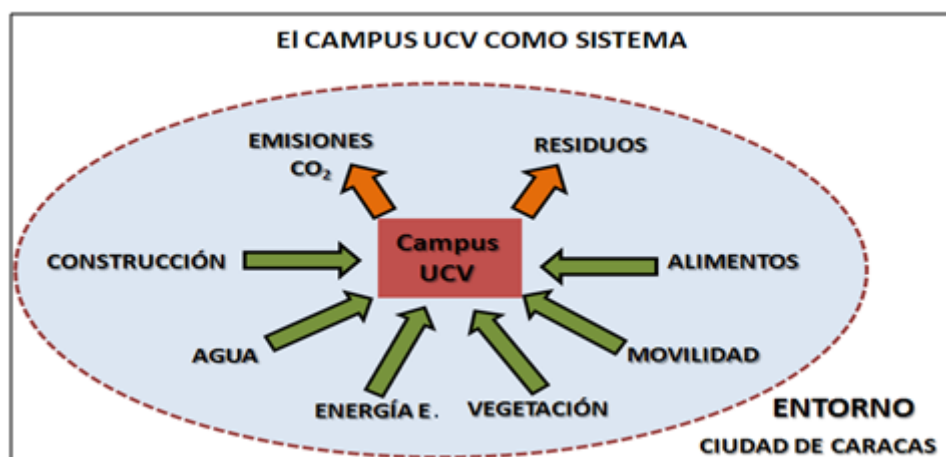
#### 4. Método empleado

La investigación realizada se desarrolló siguiendo los pasos propuestos por la metodología de la Huella Ecológica –HE– (Rees y Wackernagel, 1996), aunque debieron realizarse algunos ajustes en función de la información disponible en el tiempo de la realización del Taller, a continuación se detallan el proceso general del método.

(1) Se analiza el área de estudio como un sistema (enfoque sistémico). (2) Se definen los componentes (recursos) a evaluar. (3) Se obtienen los datos o valores de cada componente para un año. (4) Se aplica un factor de conversión para obtener los datos de consumo y fijación de CO<sub>2</sub>. (5) Se aplica la fórmula de Huella Ecológica. (6) Se obtiene los resultados e índices de Huella Ecológica.

##### 4.1 Aplicación del método

(1) Se analiza el área de estudio como un sistema y sus datos básicos, en cuanto a: superficie en hectáreas (ha) y población objetivo (estudiantes, personal académico-administrativo y visitantes) (ver Figura 1).



**Figura 1.** La universidad como un sistema. Fuente: Elaboración propia.

Así tenemos que la superficie Campus Universitario de la UCV es de 167,97 ha. La población estudiantil es de 55.672 (UCV, 2011). La población total de la UCV, que incluye estudiantes, personal académico-administrativo y visitantes, alcanza un total de: 76.156 personas (año 2011).

(2) Se definen los componentes de consumo y de fijación de CO<sub>2</sub> a evaluar: (a) Componentes de consumo CO<sub>2</sub> (Consumo de agua, energía eléctrica, movilidad, alimentación, consumo de papel, construcción, generación de residuos) y (b) Componentes de Fijación de CO<sub>2</sub> (vegetación).



(3) Se obtienen los valores particulares de cada componente para un año. En algunos componentes se aplicó el cálculo directo, ya que se contaba con los datos de consumos (energía eléctrica, agua) y luego se le aplicó la conversión correspondiente a CO<sub>2</sub>. En otros casos, se aplicó el cálculo indirecto por medio de datos colaterales, estimaciones, esto en el caso de la movilidad y consumo de papel y generación de residuos.

Para la obtención de los datos, tanto de emisión de carbono como de captura, se realizaron una serie de actividades y tareas entre ellas:

***Emisión de carbono:***

- Inventario de sitios de producción de papel y de sitios de consumo de alimentos. Para ello se realizó un inventario y cuantificación de cada sitio o local de consumo (servicios de fotocopadoras y cantinas, asimismo se incluyó el comedor universitario), se cuantificó el consumo tanto semanal como quincenal y así obtener el consumo anual.
- Entrevistas y recopilación de estadísticas sobre uso de papel y generación de residuos sólidos por cada facultad de la universidad, en total se evaluaron 9 Facultades, incluyendo las edificaciones del Rectorado e instituciones autónomas que tienen vida en el Campus Universitario.
- Recopilación de la información del consumo de los servicios de redes: energía eléctrica y consumo de agua. Los datos fueron obtenidos por medio del departamento de Servicio Generales de la UCV.
- Las mediciones de emisiones de CO<sub>2</sub> por movilidad se realizan por tipo de transporte utilizado, número de personas movilizadas al año y distancias recorridas, en el caso de las distancias recorridas es una estimación de los desplazamientos de los lugares de residencia o de trabajo hasta la UCV. Se utilizaron muestreos utilizando insumos del Concejo de Preservación y Desarrollo (Copred) para el ingreso de personas (Copred-UCV-URVISA, 2001), así mismo, un dato valioso fueron las estadísticas de movilidad del sistema subterráneo Metro de Caracas (Metro de Caracas, 2012), ya que una estación de nombre “Ciudad Universitaria” está localizada muy cerca de una de las entradas de la UCV. Los datos de movilidad de la universidad la involucra no solo como un centro de enseñanza universitaria, distintos usuarios la visitan por motivos de salud dado que en ella se localiza un centro de salud de importancia a nivel de la capital, siendo el “Hospital Universitario de Caracas” recinto ubicado dentro de la UCV (ver [Tabla 1](#)).
- Se estimó la superficie del área construida, ello incluyó las edificaciones, pasillos techados, estacionamientos y aceras. Las edificaciones son predominantemente de hormigón, por lo que se le asignó una vida útil de 50 años. Para el cálculo de emisión de carbono se aplicó el estudio MIES (MIES, 1999) donde se obtiene el factor de conversión.

**Tabla 1.**

Datos obtenidos y unidades por tipo de movilidad.

<b>Movilidad</b>	<b>Km. Recorridos</b>	<b>Unidad</b>
A PIE	720.000	kg. CO <sub>2</sub> /km
MOTOCICLETA	900.000	kg. CO <sub>2</sub> /km
TRANSPORTE UCV	179.208	kg. CO <sub>2</sub> /km
TRANSPORTE PÚBLICO	1.513.292	kg. CO <sub>2</sub> /km
VEHICULOS	12.494.790	kg. CO <sub>2</sub> /km
METRO	29.522.195	kg. CO <sub>2</sub> /km
	<b>45.329.486</b>	

Fuente: Cálculos propios 2011.

**Tabla 2.**

Datos obtenidos y unidades por componente de emisión.

<b>Componente</b>	<b>Dato obtenido</b>	<b>Unidades</b>
CONSUMO DE AGUA	210,16	m <sup>3</sup> / año
ENERGÍA ELECTRICA	49.335,65	kWh
MOVILIDAD	45.329.486	km/ año
ALIMENTACION	7.000	Comidas diarias (2011)
CONSUMO DE PAPEL	922,72	tn. / año
CONSTRUCCIÓN (1)	915.938	m <sup>2</sup> / año
GENERACIÓN DE RESIDUOS (1)	973.285	tn. año

Fuente: Cálculos propios 2011(1). Coss (2014).

### ***Captura de carbono:***

Se estimó la superficie de la cobertura de bosque por medio de imágenes de satélites, es importante señalar que la universidad posee el “Jardín Botánico”, importante área verde de la ciudad (ver [Tabla 3](#)).

- Caso especial es que en el periodo de sequía el bosque produce una cantidad apreciable de hojarasca, este material es recolectado por la Dirección de Mantenimiento de la universidad. Dicho material es llevado al compostero que posee la universidad (Coss, 2014), según nuestros cálculos de esto se obtiene un aproximado de 216,2 ton. de carbono anualmente reciclados.

**Tabla 3.**

Datos obtenidos y unidades por componente de fijación.

COMPONENTE	Dato obtenido	Unidades
VEGETACIÓN	84,39	kg. CO <sub>2</sub> /ha /año

(4) Aplicación de factor de conversión para obtener los datos de consumo y fijación de CO<sub>2</sub>. 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 tal y como se ha explicado en la fórmula anterior (Ver [tabla 4](#)).

**Tabla 4.**

Factor de conversión por componente.

COMPONENTE	FACTOR	UNIDADES
CONSUMO DE AGUA	0,09	kg. CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup>
ENERGÍA ELECTRICA	0,23	kg. CO <sub>2</sub> /kWh
MOVILIDAD	varios indices	kg. CO <sub>2</sub> /km
ALIMENTACION	1,35	Hag /persona/año
CONSUMO DE PAPEL	1,84	kg. CO <sub>2</sub> /kg. Papel
CONSTRUCCIÓN	520	kg. CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup>
GENERACIÓN DE RESIDUOS	91,7	kg. CO <sub>2</sub> /kg residuo

COMPONENTE	FACTOR	UNIDADES
VEGETACIÓN	1,34	kg. CO <sub>2</sub> /ha /año

Fuente: López (2009). Oficina de Desarrollo Sostenible/IPCC (2006), MIES (1999).

(5) Aplicación de la fórmula de Huella Ecológica.

La aplicación de la fórmula de la Huella Ecológica considera las emisiones de CO<sub>2</sub> en toneladas, cuya espacio-temporalidad, se refleja en hectáreas/años y se le suma como variable la superficie construida en m<sup>2</sup>. Estas variables proceden como sigue:

$$HE_{UCV}(ha/año) = \left( \frac{CO_2 \text{ Emisión}(tnCO_2)}{CO_2 \text{ Capturado} \left( \frac{ton}{ha/año} \right)} \right) + sup. construida m^2 \left( \frac{ha}{año} \right)$$

## (6) Resultados e índices de Huella Ecológica.

A continuación se presenta una tabla resumen (Tabla 5) con los resultados obtenidos de los valores totales de emisión y fijación de CO<sub>2</sub>, así como el resultado de la Huella Ecológica por estudiante.

**Tabla 5.**

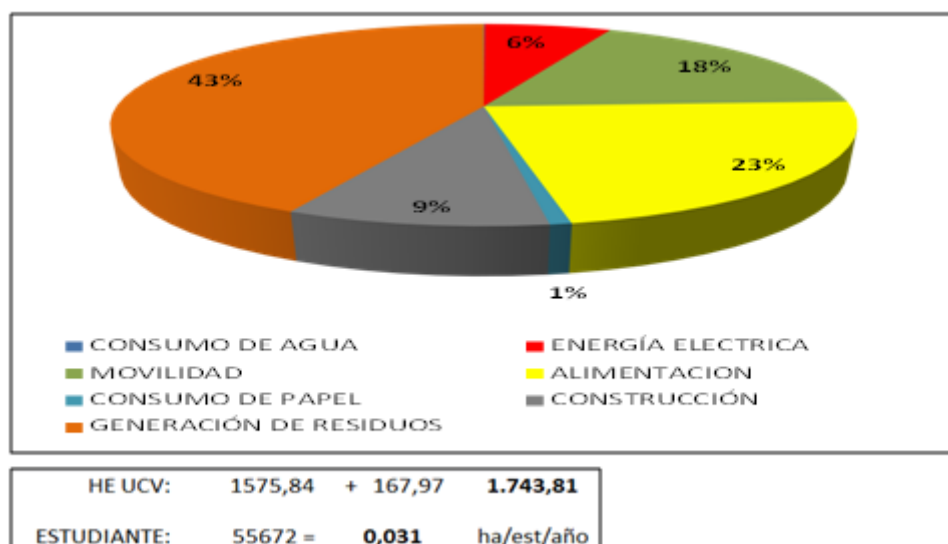
Resumen resultados obtenidos

Componente	Dato obtenido	Unidades	Factor de conversión	Unidades	Emisiones CO <sub>2</sub>
CONSUMO DE AGUA	210,16	m <sup>3</sup> / año	0,09	kg. CO <sub>2</sub> / m <sup>3</sup>	105,1
ENERGÍA ELÉCTRICA	49.305,65	kWh	0,23	kg. CO <sub>2</sub> / kWh	13.665,0
MOVILIDAD	45.329,486	km / año	varios índices	kg. CO <sub>2</sub> / km	36.732,1
ALIMENTACIÓN	7.000	Comidas diarias (2011)	1,35	Hag / persona / año	47.250,0
CONSUMO DE PAPEL	922,72	ln. / año	1,84	kg. CO <sub>2</sub> / kg. Papel	1.666,0
CONSTRUCCIÓN (1)	915.938	m <sup>2</sup> / año	520	kg. CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup>	19.960,4
GENERACIÓN DE RESIDUOS (1)	973.285	ln. año	91,7	kg. CO <sub>2</sub> / kg residuo	89.250,2
Total Consumo					208.618,8

COMPONENTE	Dato obtenido	Unidades	Factor de conversión	Unidades	Emisiones CO <sub>2</sub>
VEGETACIÓN	84	ha	1,34	kg. CO <sub>2</sub> / ha / año	112,56
HOJARASCA RECICLADA	216,2	tn. año	91,7	kg. CO <sub>2</sub> / kg residuos reciclados	19,8
Total fijación					132,39

En el siguiente gráfico se muestra en porcentajes el uso de cada componente evaluado en el campus universitario.



**Grafico 1.** Componentes evaluados para Huella Ecológica en la UCV. Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos para el 2011-2012 reflejan que el Campus UCV necesita una extensión de 1.743,81 ha de bosque estándar mundial para asimilar las emisiones de CO<sub>2</sub>, eso indica que la UCV requiere aproximadamente diez veces de su superficie para mantenerse bajo la lógica de consumo actual. La Huella Ecológica per cápita de la UCV es de 0,031 ha/estudiante/año. Así mismo, se observan componentes que tienen altos valores como son: el más alto es residuos sólidos con un 43% de porcentaje del total, le sigue la alimentación con un 23% y como tercer componente la movilidad con un 18% del total de emisión de CO<sub>2</sub>.

## CONCLUSIONES

De manera general, la Huella Ecológica es una herramienta de las más utilizadas actualmente para evaluar la sostenibilidad, su uso por parte de algunas instituciones públicas y privadas, especialmente las universidades es ya un hecho, lo cual ha conllevado a la revalorización y seguimiento del consumo de recursos que se requiere, así como los desechos que se generan a la naturaleza para el desenvolvimiento de las funciones institucionales. Entre las ventajas que tiene la Huella se destacan las siguientes:

- Es un indicador fácil de comprender y utilizar, la Huella de Ecológica mide las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes de un proceso, sistema o territorio.
- Puede aplicarse, tanto a diferentes escalas y objetos (organizaciones, seres humanos, etc.).
- Permite realizar comparaciones entre los distintos componentes de los sistemas evaluados.
- La reducción de la Huella de Ecológica implica el reajuste productivo y de consumo, el aumento de la eficiencia, así como una mejor gestión de recursos y de residuos.

La principal desventaja del cálculo de la Huella de Ecológica es que no toma en consideración otros posibles problemas ambientales, como son: el aspecto social, natural (amenazas físico naturales), por citar algunos.

El ámbito específico de esta investigación que nació durante la Maestría de Planificación Integral del Ambiente del Centro de Estudios Integrales del Ambiente (CENAMB), reflejó que el Campus UCV necesita una extensión de 1743,81 ha de bosque para asimilar las emisiones de carbono ( $\text{CO}_2$ ), obteniendo una Huella Ecológica de 0,031 ha/estudiante/año. Ello expresa que la Huella Ecológica de la UCV tiene un factor de importante de mitigación, ya que tiene el 50% de su espacio ocupado por un Jardín Botánico, lo que le permite capturar gran cantidad de carbono; además de ello, se cuenta con una alta matrícula estudiantil que comparativamente puede ser una ventaja con respecto a otras universidades.

El principal impacto ambiental identificado por el indicador de Huella Ecológica fue la generación de residuos con un 43% (consumo más demandado año 2011), siendo el componente señalado el que propendía mayor urgencia institucional con miras a viabilizar soluciones que permitan reducir la Huella Ecológica de la universidad. Le sigue el componente alimentación con un 23% que responde a un 100% de rubros ingresados de espacios externos de la universidad, aspecto que puede llevar a la formulación de propuestas para el cultivo de hortalizas y frutas que permita el abastecimiento interno e incida a que el porcentaje se reduzca. Finalmente, el componente de movilidad presenta un 18% del total de emisión de dióxido de carbono.

Como aspecto central debe promoverse una serie de medidas prácticas y operativas dirigidas a reducir los componentes que expresan mayores valores de emisión de carbono, considerando la voluntad y compromiso del cuerpo directivo de la universidad, el personal administrativo y estudiantil para mancomunar esfuerzos que den pautas al ahorro, la movilidad sostenible y el uso racional de los recursos, conforme a la prestación de un servicio eficiente y sostenible dentro del Campus Universitario sin ser subvencionado por un déficit ecológico. La política para llevar a cabo las propuestas de reducción de la Huella Ecológica pueden tener rectoría desde la coordinación de la Consejo de Preservación y Desarrollo de la universidad (Copred), que tiene a su cargo velar por la preservación, valoración, apropiación social, difusión y desarrollo del patrimonio edificado de la Universidad Central de Venezuela (UCV). Algunas de las líneas de trabajo pueden ser:

- Sistemas de monitoreo para el consumo de servicios básicos tanto de energía, agua por cada edificio, para identificar y detectar consumos anómalos o innecesarios.
- Sistemas de automático del apagado de la iluminación con detectores de movimiento de personas, esto permitiría reducir el consumo innecesario de energía eléctrica.
- Sustitución de equipos de baja eficiencia energética por nuevos equipos.
- Eliminar de manera definitiva el uso de bombillas incandescentes, que en algunos espacios de la universidad y oficinas todavía se utilizan.
- Se propone un plan de actividades para la recogida selectiva de residuos, en especial a nivel de oficinas, considerando este tipo de residuos: tóner, plásticos, CD y DVD, pilas, tapones de plásticos.

- En el caso de residuos electrónicos se propone que la Dirección de Servicios Generales de la UCV, realice procesos mensuales para recolección de los residuos electrónicos: fluorescentes y lámparas de bajo consumo, equipos de computación, equipos de línea marrón.
- Actualmente los residuos generados por el comedor de la universidad son recolectados y llevados al principal depósito de basura de la región (La Bonanza).
- Es recomendable que previamente sean seleccionados los materiales biodegradables y que los mismos sean llevados al compostero que posee la universidad.
- Continuar con la recolección de la hojarasca en periodo de sequía que lleva a cabo la Dirección de Mantenimiento.
- Para la reducción del consumo de papel se propone un mayor uso de plataformas digitales para la creación de un mayor número de aplicaciones web, que permitan realizar trámites administrativos académicos en formato digital.
- En el momento de elaborar este artículo, la Universidad Central de Venezuela se adhirió a la Declaración de Berlín (octubre 2003), sobre Acceso Abierto ("Open Access"). Asimismo inició los trámites para informar a "las Facultades y Escuelas de la universidad para que en lugar de exigir la presentación de tres o más ejemplares impresos de tesis de grado, trabajo especial de grado, tesis doctoral y trabajo de ascenso, se requiera la entrega de una versión digital de las mismas, en formato compatible con los medios de difusión y repositorios institucionales, a los fines de su incorporación al fondo documental de la Biblioteca Central y de las demás Bibliotecas de la Universidad Central de Venezuela" (UCV, 2016). Esta resolución permite una clara reducción del uso del papel por parte de los tesisistas en todos los niveles académicos.

En cuanto a las limitaciones, al ser la Universidad Central de Venezuela patrimonio universal decretado por la Unesco, esta figura no permite la modificación de la infraestructura y la incorporación de nuevos elementos que modifiquen la propuesta original de la universidad, es por ello que muchas de las propuestas sobre el recolección y reciclaje no se puedan establecerse en las instalaciones de la universidad, como son:

- El establecimiento de contenedores de recogida selectiva.
- Generación eléctrica a través de paneles fotovoltaicos.

---

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha tenido aportes de muchos profesionales, queremos agradecer de manera especial al profesor Antonio De Lisio impulsor de este trabajo en la materia. Los estudiantes de la segunda Cohorte de la Maestría "Planificación Integral del Ambiente" del CENAMB, por sus cálculos primarios sobre los componentes para estimar la Huella del Campus Universitario.

A la profesora Aguedita Coss por los datos aportados como parte de su trabajo de Doctorado.



Y a todas aquellas instituciones o dependencias de la universidad Central de Venezuela que colaboraron en la elaboración de este artículo.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- Chambers, N., Simmons, C. y Wackernagel, M. (2000). ***Sharing nature's interest: Ecological footprints as an indicator of sustainability.***, London: Earthscan Publications Ltd.
- Copred-UCV–URVISA. (2001). ***Programa de acciones inmediatas en vialidad, estacionamientos y transporte público de la Ciudad Universitaria de Caracas.*** Caracas: Copred-UCV–URVISA.
- Coss, A. (2014). ***Valoración y sostenibilidad paisajística del campus de la Ciudad Universitaria de Caracas*** (tesis doctoral). Caracas: Facultad de Arquitectura UCV.
- Dawe, G., Vetter, A. y Martin, S. (2004). Una visión general de la huella ecológica y otras herramientas y su aplicación al desarrollo del proceso de la sostenibilidad: auditoría y metodología en Holme Lacy College. ***Revista Internacional de Sostenibilidad en la Educación Superior***, Vol. 5 No. 4.
- Ewing, B., Goldfinger, S., Oursler, A., Reed, A., Moore, D. y Wackernagel, M. (2009). ***The Ecological Footprint Atlas 2009.*** Oakland: Global Footprint Network.
- Flint, K. (2001). Estudio ecológico caso de análisis de la huella Institucional de la Universidad de Newcastle. ***Revista Internacional de Sostenibilidad en Superior Educación***, vol. 2 N° 1.
- Global Footprint Network. (2016). Recuperado de [Link](#)
- Griffiths, A. (2002). ***Análisis de la huella ecológica: Swansea*** (tesis doctoral inédita). Swansea: Universidad de Gales.
- Hut, S. (2003). Are Universities Using Ecological Footprint Analysis? Recuperado de: [Link](#)
- IPCC. (2006). ***Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996. vol.2, Panel Intergubernamental de Cambio Climático.*** London: IPCC, OCDE y AIE.
- Latouche, S. (2009). ***Pequeño tratado del decrecimiento sereno.*** Barcelona: Icaria Editorial.
- López, N. (2009). ***Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades.*** Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible. Recuperado de: [Link](#)
- Martínez, R. (2007). Algunos aspectos sobre la huella ecológica. ***Revista electrónica de las Sedes Regionales de la Universidad de Costa Rica***, Vol. 8. No. 14.
- Metro de Caracas (2012). ***Datos estadísticos sobre movilidad, varios años.*** Caracas: Centro de documentación del Metro de Caracas.
- MIES (1999). ***Una aproximación al impacto ambiental de la Escuela de Arquitectura del Vallés. Bases para una política ambiental.*** España: Escuela Técnica Superior de Arquitectura del Vallés.
- QSWorld University Rankings (2016). Posición de la universidad central de Venezuela. Recuperado de: [Link](#)
- UCV (2010). ***Reseña histórica.*** Recuperado de: [Link](#)
- UCV (2011). ***Boletín Estadístico de la Secretaría de la UCV.*** Recuperado de: [Link](#)
- UCV (2016). Resolución N° 320. Consejo Universitario de la UCV. Nov. 2016.

- Universidad de Málaga. (2011). Huella ecológica en la Universidad de Málaga. Recuperado de: [Link](#)
  - Venetoulis, J. (2001). Evaluación del impacto ecológico de una universidad: la ecológica la huella de la Universidad de Redlands. *Revista Internacional de Sostenibilidad en Educación Superior*, Vol. 2 No. 2.
  - Wackernagel, M. y Rees, W. (1996). *Our Ecological Foot-print: Reducing Human Impact on the Earth*. Canada: Gabriola Press New Society Publishing, B.C.
- 

1. Guerra, Johan. MSc. Planificación integral del ambiente, Escuela Venezolana de Planificación, Caracas, Venezuela, ORCID: 0000-0002-8974-3614. Rincón, Ignacio. MSc. Planificación integral del ambiente, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.
2. La capacidad biofísica o **biocapacidad** es la capacidad de los ecosistemas de producir materiales biológicos útiles y absorber los materiales de desecho generados por los seres humanos, usando esquemas de administración y tecnologías de extracción actuales. Recuperado de: [Link](#) Consultado: 08-01-2016.
3. Este indicador ha sido aplicado por más de 156 países a nivel mundial desde 1961 al presente, guiados por un conjunto de programas, metodologías y recursos dispuestos en su mayoría por el Global Footprint Network.
4. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) desde el 2001, incentivo la discusión en Latinoamérica de indicadores ambientales con el documento "Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectiva", el cual fue precisando sobre como evaluar, a través de indicadores, el desarrollo sostenible. Sobre el tema de indicadores señalan "constituye un sistema de señales que puede orientar respecto del avance en la consecución de objetivos y metas determinados. Así, los Indicadores Ambientales permiten objetivar las principales tendencias de las dinámicas ambientales y realizar una evaluación, los Indicadores de Desarrollo Sostenible pueden interpretarse como signos que pueden robustecer nuestra evaluación sobre el progreso de nuestros países y regiones hacia el desarrollo sostenible". Recuperado de: [Link](#) Consultado: 06-10-2016.
5. El CENAMB es creado en 1977 por el Consejo Universitario de la Universidad Central de Venezuela, con adscripción al Vicerrectorado Académico, dotándolo de autonomía académica. Recuperado de: [Link](#) Consultado: 07-04-2016.

6. Esta investigación deja abierta la posibilidad para que futuras investigaciones y, a partir de los resultados aquí obtenidos, se trabajen distintas propuestas para un plan de reducción de la huella ecológica de la UCV.
  7. Máximo valor posible de elementos o agentes internos o externos, que un espacio geográfico o lugar determinado puede aceptar o soportar por un período o tiempo determinado, sin que se produzcan daños, degradación o impida la recuperación natural en plazos y condiciones normales o reduzca significativamente sus funciones ecológicas. Ley Orgánica del Ambiente (2007). Artículo 3.
- 

**Para citar este artículo:** Guerra, Johan y Rincón, Ignacio (2017). Cálculo de la huella ecológica campus de la Universidad Central de Venezuela. *Revista Luna Azul*, 46, 03-19. Recuperado de <http://200.21.104.25/lunazul/index.php/component/content/article?id=269>. DOI: 10.17151/luaz.2018.46.2

---

Esta obra está bajo una [Licencia de Creative Commons Reconocimiento CC BY](#)

