

**HUELLA ECOLÓGICA Y GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**

PRESENTADO POR:

CARLOS ENRIQUE VILLALOBOS PEREA &  
CARLOS ARTURO CASTILLO FRANCO

PRESENTADO A:

PROF. JAVIER HOLGUIN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS

MAESTRIA EN CIENCIAS AMBIENTALES

SANTIAGO DE CALI

OCTUBRE 24 DE 2015

## **TABLA DE CONTENIDO**

- 1. Introducción**
- 2. ¿Qué es un residuo?**
- 3. Marco legal**
- 4. Tipos de residuos sólidos.**
- 5. Posibles tratamientos de los residuos sólidos.**
- 6. Gestión Integral de Residuos Sólidos: contexto nacional y regional.**
- 7. Manejo de residuos en la Universidad Autónoma de Occidente.**
- 8. Campus Sostenible.**
- 9. Huella ecológica**
- 10. Ecosistema de la UAO**
- 11. Metodología de Cálculo de la H.E**
- 12. Recursos Considerados en la emisión de la huella ecológica**
- 13. Hectárea Global**
- 14. Tasa de Emisiones de CO<sub>2</sub>**

## INTRODUCCIÓN

Durante más de 40 años, la presión de la humanidad sobre el uso y transformación de los recursos naturales ha excedido la capacidad del planeta a reponerse de los impactos que se generan sobre diversos ecosistemas. Actualmente la sociedad viene logrando progresivamente un mayor grado de consciencia sobre las problemáticas ambientales, lo cual permite a los gobiernos encarar el problema sin dilaciones, proponiendo alternativas de desarrollo que sean sostenibles en el tiempo (WWF 2014).

Para calcular el impacto ambiental que generan las poblaciones humanas sobre un área determinada o ecosistema, se ha propuesto el concepto de Huella Ecológica (HE) como un importante indicador del grado de sostenibilidad que posee una población en cuestión (Tomashow 1994; Monfreda *et al.* 2004). La huella ecológica equivale entonces, al área biológicamente productiva requerida para producir los recursos utilizados y absorber los residuos generados por una población (Wackernagel *et al.* 1999; Crotscheck & Narodoslawsky 1996). En estos términos, se considera que para que un país logre el desarrollo sostenible en un contexto global, debe tener una Huella Ecológica *per cápita* no mayor que la biocapacidad *per cápita* disponible en el planeta, al tiempo que mantiene un estándar de vida adecuado. Esto quiere decir una Huella *per cápita* inferior a 1,7 hag (WWF 2014).

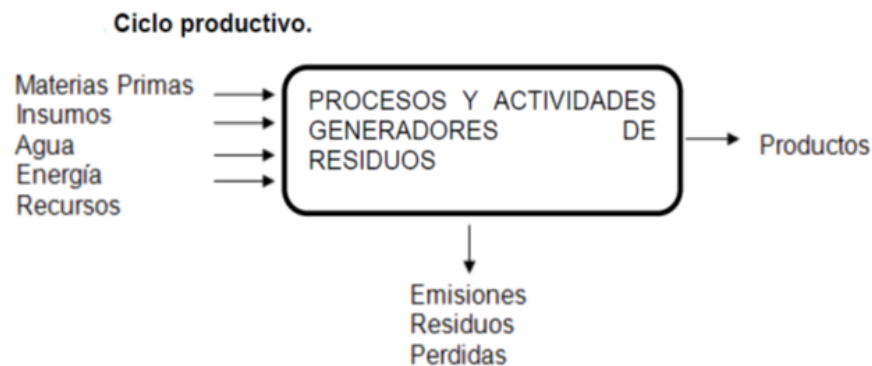
La Huella Ecológica muestra además el grado de dependencia material que tienen los seres humanos con la naturaleza, en cuanto a sus niveles de consumo local e importación de recursos naturales (Wackernage & Rees 2001). Es por ello, que en la actualidad han surgido nuevas contribuciones que aplican la HE a otras realidades del entorno local, donde el territorio cede protagonismo a la aplicación de éste indicador sobre las corporaciones locales o regionales que generan impacto de manera directa o indirecta sobre el ambiente (Lehni 1999; Wiedmann *et al.* 2007). La huella ecológica corporativa permite a cualquier empresa u organización medir su impacto ambiental expresado en hectáreas de superficie productiva o en emisiones equivalentes de carbono; de este modo, dicho indicador representa una herramienta de gran utilidad para mejorar el comportamiento medioambiental de las organizaciones y como un factor de competitividad (Marañón *et al.* 2008).

La huella ecológica se obtiene a través de la suma de las huellas parciales producidas por la generación de emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de diferentes fuentes. Por esto, teniendo en cuenta que la Universidad en su totalidad, es un sistema dinámico generador constante de HE, pero que se encuentra comprometido cada día para mantener un campus ambientalmente sostenible, el objetivo de este trabajo se fundamentó en el reconocimiento conceptual de lo que es la Huella Ecológica, comprendiendo esta herramienta como un eficaz indicador de sostenibilidad para la comunidad. Se calculó el aproximado de HE que presenta la UAO actualmente, basado en datos obtenidos de fuentes internas propias a cada dependencia del establecimiento educativo y se relacionaron estos resultados con los antecedentes que se

tienen de HE a nivel global, regional y local. Se profundizó además, en la problemática ambiental que refleja el manejo de residuos sólidos tanto en la universidad como en la ciudad y la región, dado que la generación de estos residuos representa un ítem de gran peso a la hora de calcular la HE y es uno de los principales retos a asumir dentro de las políticas ambientales que rigen a nivel local y regional.

## 1. ¿QUÉ ES UN RESIDUO?

Un residuo en términos generales, es cualquier material que resulta de un proceso de fabricación, transformación, uso, consumo o limpieza, cuando su propietario lo destina al abandono (FUNIBER 2009). A continuación en la figura 1, se puede comprender mejor el proceso de generación de residuos a través de la ejecución de un ciclo productivo que involucra directamente la utilización de recursos naturales para generar unos productos que al término de su uso o vida útil se convertirán en residuos o desechos. Adicionalmente se considera la contaminación y pérdidas inherentes al proceso como un eje adyacente fuente de residuos.



**FIGURA 1.** Ciclo productivo y generación de residuos a través de procesos de fabricación o transformación (Caicedo 2014).

## 1. MARCO LEGAL

Para aplicar la legislación vigente en el país es necesario recordar la jerarquía normativa, que inicia con la Constitución Política de 1991, su reglamentación a través de leyes expedidas por el congreso de la república, y la reglamentación de una Ley a través de Decretos expedidos por el poder ejecutivo encabezado por los ministerios. Estos Decretos a su vez, pueden contar con resoluciones, expedidas por instituciones nacionales, regionales o locales, que ayudan a su mejor cumplimiento. En síntesis una resolución no está por encima de un Decreto, este a su vez no está por encima de una Ley, y, una Ley no debe estar por encima de la Constitución Nacional.(constitución Nal)

A continuación organizados en orden cronológico de expedición

Constitución Política de Colombia.

Decreto Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.

Ley 9 de 1979, código sanitario nacional, es un compendio de normas sanitarias para la protección de la salud humana.

Resolución 2309 de 1986, Manejo de Residuos Especiales.

Decreto 2104 de 1993, Por el cual se reglamentan parcialmente el título III de la parte IV del libro I del decreto ley 2811 de 1974 y los títulos I y XI de la ley 09 de 1979 en cuanto a residuos sólidos.

Ley 99 de 1993, Por la cual se crea el ministerio del medio ambiente, reordena el sector publico encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el sistema nacional ambiental – SINA y se dictan otras disposiciones.

Ley 142 de 1994, Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios.

Ley 253 de 1996, Por medio del cual se aprueba en Colombia el convenio de Basilea.

Decreto 605 de 1996, Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.

Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Ministerio de Medio Ambiente, 1998.

Política Nacional de Producción Más Limpia, Ministerio de Medio Ambiente, 1998.

Ley 430 de 1998, Por la cual se dictan normas prohibitorias en materia ambiental referentes a los desechos peligrosos.

Decreto 2676 de 2000, Por la cual se reglamenta el manejo integral de residuos hospitalarios.

Resolución No. 1096 de 2000, expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico - RAS.

Decreto 2763 de 2001, Por el cual se modifica el Decreto 2676 de 2000.

Manual de procedimientos para la gestión integral de residuos hospitalarios y similares en

Colombia MPGIRH, Ministerio de Salud y Medio Ambiente. Bogotá D.C., Colombia, Marzo de 2002.

Decreto 1669 de 2002, Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 2676 de 2000.

Decreto 1713 de 2002, Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del

### **3. TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Los tipos de residuos sólidos producidos por la actividad humana a nivel doméstico o industrial son muy variados. Éstos se pueden clasificar en términos generales en las siguientes categorías:

- Residuos sólidos urbanos: residuos peligrosos y no peligrosos:

Son los residuos que se generan en espacios urbanizados como consecuencia de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas, de servicios o de tráfico. Estos residuos se pueden considerar no peligrosos si son de naturaleza orgánica (reciclables o que se degraden con facilidad) o residuos inorgánicos que puedan reutilizarse como el vidrio o el aluminio. Por el contrario, se consideran residuos peligrosos todos aquellos que representan un riesgo para la salud humana o del ambiente dada su condición de toxicidad, de persistencia en el lugar de vertido o de no degradabilidad (FUNIBER 2009).

- Residuos industriales: residuos asimilables a urbanos, residuos inertes y residuos peligrosos:

Son los residuos que se generan a partir de actividades industriales, los cuales pueden ser asimilables a urbanos si cumple con las condiciones anteriormente mencionadas, dado que los residuos inertes, refieren a todos aquellos que no sufren ninguna transformación física, química o biológica en sus componentes una vez depositados en el vertedero y los residuos peligrosos de origen industrial se restringen a aquellos que representan mayor riesgo por tratarse de metales pesados, aceites usados, PCB, PCT o elementos radiactivos (FUNIBER 2009).

### **4. POSIBLES TRATAMIENTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

La ley de las cuatro R's, propuesta durante la cumbre del G8 en el año del 2004 por el primer ministro de Japón, en ese momento Koizumi Junichiro (Caicedo 2014), se encuentra basada en los siguientes marcos conceptuales:

**Reducir:** el objetivo es reducir el consumo desmedido, utilizar solo lo necesario y así disminuir en el origen aspectos negativos antes que impacten el ambiente; además de la implementación de prácticas adecuadas y la modificación de procesos que impliquen tecnologías más limpias, equipos más eficientes y sustitución de materias primas.

**Reusar:** es una acción que busca dar una segunda vida útil a un objeto, material, bien o producto antes de ser desechado definitivamente.

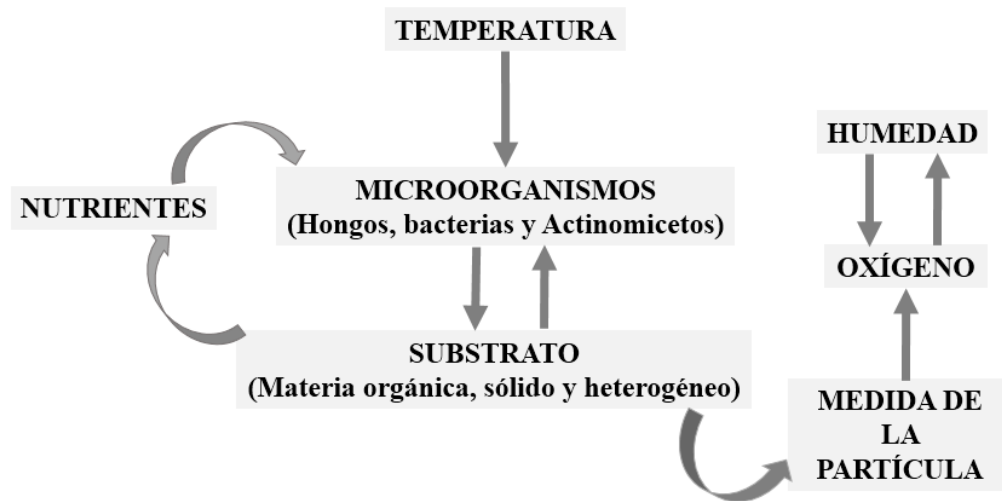
**Reciclar:** el objetivo es incorporar los materiales nuevamente a los ciclos productivos, materiales tales como el papel, el vidrio y ciertos tipos de plástico, los cuales pueden ser reciclados para fabricar nuevos productos.

**Recuperación energética:** comprende la valorización de los residuos mediante su combustión controlada y el vertido en un depósito controlado.

Si un residuo sólido no puede acogerse a ninguna de las anteriores alternativas, finalmente debe depositarse de manera segura en un relleno sanitario o de lo contrario incinerarse. Aunque la incineración no es un sistema de eliminación completa, ya que los productos finales como cenizas y gases requieren medidas complementarias de tratamiento; éste método posee algunas ventajas frente al depósito en vertederos controlados. La más importante es la reducción en peso y volumen de los residuos y la eliminación de prácticamente toda la materia orgánica degradable de una manera higiénica y controlada. Otras ventajas son el ahorro de transporte y la posibilidad de utilizar el calor desprendido de los residuos en actividades por ejemplo de tipo industrial (FUNIBER 2009).

Por otra parte, a pesar de que el proceso de reciclaje resulta beneficioso en términos económicos y ambientales, existen algunos obstáculos que aún en la actualidad limitan el fomento del reciclado, barreras como lo son aquellas de carácter técnico, la presencia de sustancias tóxicas en los materiales, la ausencia de estándares y algunos temas relacionados con la imagen y la calidad de los mismos (FUNIBER 2009).

Algunos casos particulares no convencionales de reciclado, son los procesos de Conversión Biológica de la Fracción Fermentable de los RSU, los cuales pueden realizarse en ambientes aerobios (compostaje) o anaerobios (biometanización). El compostaje según Elías (2005), es la descomposición biológica y estabilización de un sustrato orgánico, bajo condiciones que permitan el desarrollo de temperaturas en el rango termófilo como resultado del proceso biológico aerobio exotérmico, para producir un producto final estable, libre de patógenos y semillas y que pueda ser aplicado al suelo de modo que aumente su calidad y fertilidad (FUNIBER 2009). A continuación en la figura 2 se ilustra de manera generalizada el proceso de compostaje.



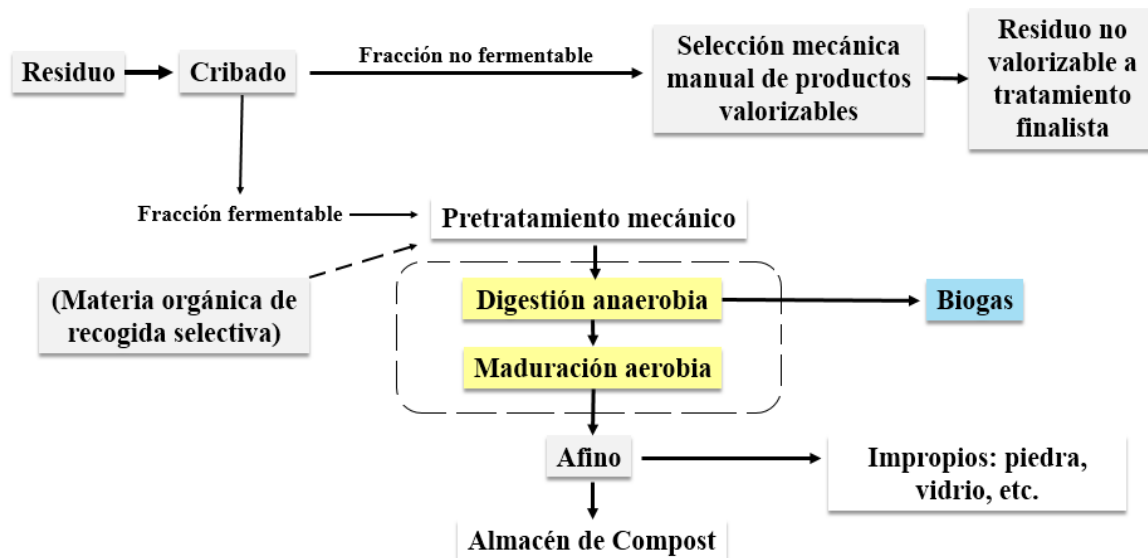
**FIGURA 2.** Esquema general del proceso de compostaje.

El proceso de compostaje se fundamenta en dos etapas consecutivas, que son la descomposición y la maduración. En la primera etapa, los diferentes tipos de microorganismos descomponen variados constituyentes orgánicos, tales como carbohidratos, lípidos y proteínas. Durante este proceso, se generan reacciones exotérmicas que pueden incluso superar los 70°C, lo cual se considera útil también en el sentido de higienización del material orgánico. La etapa de descomposición puede tener una duración variada dependiendo de la composición del material y de las condiciones de operación; por lo anterior, puede durar entre 2 semanas o un par de meses (FUNIBER 2009).

Por otra parte, los tratamientos biológicos en ambientes anaerobios como la biometanización, se usan en numerosos procesos de las industrias que tratan productos orgánicos biodegradables; allí la materia orgánica actúa como nutriente de microorganismos anaerobios que la descomponen y dan como producto final biomasa celular y una mezcla de gases denominada biogás, compuesto principalmente de metano y anhídrido carbónico (Cuadros 2007).

La biometanización se usa con preferencia en procesos de depuración orgánica de aguas residuales con carga orgánica biodegradable, por medio de digestores o fermentadores. El proceso consta de tres etapas: hidrólisis, acidificación y metanización (Cuadros 2007). A continuación en la figura 3, se ilustra el proceso seguido en una instalación de biometanización.





**FIGURA 3.** Esquema del proceso de digestión anaerobia o Biometanización (Cortés 2006).

## 5. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: CONTEXTO NACIONAL Y REGIONAL

La política Nacional ambiental sobre la gestión integrada de residuos sólidos en Colombia ha tomado mayor importancia en los últimos años, reglamentándose debidamente los tipos de recolección, transporte, tratamiento y disposición final que compete a cada residuo según convenga. En Colombia, como en la mayoría de países, el servicio de aseo es de carácter público y responsabilidad del Estado; por lo anterior, los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) se crean como un conjunto de ordenamientos y disposiciones orientados a dar a los residuos producidos en cada municipio, un destino adecuado de acuerdo a sus características, costos de manejo y tipo de tratamiento (Noguera & Olivero 2010).

Los rellenos sanitarios como centros habilitados para la disposición final de los residuos sólidos, según rige la ley 99 de diciembre 22 de 1993 y el Decreto 1713 de 2002, deben ser proporcionados en principio por las Alcaldías de cada municipio, sin embargo, actualmente es posible contratar con empresas privadas por medio de licitaciones. Adicionalmente, las Corporaciones Autónomas Regionales (CARs), la Contraloría y el Ministerio Público, de acuerdo con la Ley 42 de 1993 tienen la obligación de vigilar y controlar el buen desarrollo de las funciones estatales, en este caso la correcta prestación del servicio público y el manejo adecuado de los residuos según la normatividad ambiental. Todas estas acciones en materia legislativa deben enfocarse ideal y gradualmente en definir condiciones para acabar con los botaderos a cielo abierto y fomentar de manera simultánea la utilización de los rellenos (Noguera & Olivero 2010).

Para el caso particular del Valle del Cauca, el Relleno Sanitario Colomba- El Guabal, inició operaciones el 25 de junio del 2008, reemplazando el antiguo botadero de Navarro. Éste posee un área de 363 ha., está localizado en el área rural del municipio de Yotoco a 32,5 Km de la glorieta de Sameco y recibe a diario más de 1800 toneladas de residuos provenientes de los municipios de Candelaria, Jamundí, Caloto, Villarica, Yumbo y Cali. El relleno sanitario de Yotoco a pesar de haber reemplazado el botadero de Navarro, no ha cumplido con todos los requerimientos legales que establece la normatividad nacional ambiental, dado que ha presentado varios inconvenientes en el manejo de los gases liberados del relleno y la planta de tratamiento de lixiviados, por lo que generalmente produce olores desagradables según informes de la CVC (Noguera & Olivero 2010).

Actualmente el PGIRS que rige a Santiago de Cali es el realizado en Junio de 2015 por la Alcaldía de Santiago de Cali, el Departamento Administrativo de Planeación Municipal - DAPM y la Subdirección POT y Servicios Públicos; en el cual se encuentran estipulados los planes de manejo que se implementaran en la ciudad entre los años 2015 y 2027. En este documento se describe de manera detallada los diferentes programas que se llevan a cabo actualmente:

1. Programa institucional para la prestación del servicio público de aseo.
2. Programa de recolección, transporte y transferencia.
3. Programa de barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
4. Programa de limpieza de playas costeras y ribereñas.
5. Programa de corte de césped y poda de árboles de vías y áreas públicas.
6. Programa de lavado de áreas públicas.
7. Programa de aprovechamiento.
8. Programa de inclusión de recicladores.
9. Programa de disposición final.
10. Programa de gestión de residuos sólidos especiales.
11. Programa de gestión de residuos de construcción y demolición.
12. Programa de gestión de residuos sólidos en el área rural.
13. Programa de gestión de riesgo.

De manera particular, se enfatizará en este trabajo en el punto 2, el programa de recolección, transporte y transferencia de residuos sólidos. De acuerdo al Artículo 17 del Decreto 2981 de 2013, los usuarios deberán realizar la separación en la fuente clasificando los residuos en aprovechables y no aprovechables. En el caso de los residuos aprovechables se debe tener en cuenta que deben estar limpios y no contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados (PGIRS 2015).

La recolección de residuos ordinarios deberá hacerse de forma separada de los residuos especiales (Artículo 27 del Decreto 2981 de 2013) y a su vez de aquellos con posibilidad de aprovechamiento, por ello las actividades de separación, almacenaje y presentación y el mismo servicio de recolección, se rigen de acuerdo con los lineamientos de los programas de aprovechamiento de residuos estipulados en el PGIRS, atendiendo igualmente los requisitos de la actividad de recolección estipulado en el Artículo 28 del Decreto 2981 de 2013 y en el literal F,3,2 del RAS 2000 - Título F (PGIRS 2015).

Todos los residuos sólidos generados son objeto de recolección ya sean presentados por usuarios del sector residencial como de otros, tales como el comercial, industrial, institucional, de servicios, plazas de mercado, entre otros. Se establece además el siguiente criterio general para la separación de residuos según el color de los contenedores y bolsas disponibles para su disposición: Verde (ordinarios e inertes), Azul (plásticos reciclables), Gris (papel y cartón) y Rojo (riesgo químico o biológico). Los residuos sólidos recolectados en la ciudad de Cali son transportados a la Estación de Transferencia ubicada en la vía Palmaseca – Rozo (Valle del Cauca), la cual cuenta con capacidad de recibir 3.276 toneladas diarias de residuos; posteriormente éstos son llevados a su disposición final en el relleno sanitario de Colomba - Guabal, en el municipio de Yotoco, ubicado a 62 kilómetros del centro de Cali (PGIRS 2015).

## **6. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**

La Universidad Autónoma de Occidente en el momento de la creación del campus Valle de Lili en el año de 1999 presentaba una gestión inadecuada y poco rigurosa en el manejo de los residuos sólidos que se generaban a diario en el establecimiento. Sin embargo, tal situación no duró mucho tiempo, ya que para el año 2004 el manejo de los residuos quedó a disposición del Departamento de Servicios Generales, el cual empezó a implementar diversas acciones que mejoraron progresivamente los procesos de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos (Caicedo 2014).

En el año 2005, la universidad adquirió los diferentes recipientes de colores siguiendo los lineamientos de la Norma GTC 45, y se creó la Unidad Técnica de Almacenamiento (UTA), encargada de la separación manual y almacenamiento temporal de los residuos. Adicionalmente se puso en funcionamiento una máquina compactadora con el fin de reducir el volumen de residuos entregados a los vehículos recolectores de la empresa de servicios públicos. Esta máquina consiste en una prensa mecánica que compacta los residuos ordinarios, posteriormente se forma una gran bolsa con los residuos compactados, se almacena dentro de un contenedor de 1.5m<sup>3</sup> y finalmente se entrega al vehículo recolector de la empresa PROMOAMBIENTAL S.A. ESP., quienes la recogen con una frecuencia de 2 veces/día de lunes a viernes (Caicedo 2014).

Actualmente, la Universidad Autónoma de Occidente cuenta con un Manual de Gestión Integral de Residuos (MGIR) regido por la normatividad vigente colombiana y de conformidad con el Sistema de Gestión Ambiental, para disponer adecuadamente de los residuos generados por la comunidad universitaria (Caicedo 2014).

## **7. CAMPUS SOSTENIBLE**

La Universidad Autónoma de Occidente en sus evidentes esfuerzos para implementar y fomentar las buenas prácticas frente al uso del agua y la energía, el manejo adecuado de los residuos producidos, la jardinería orgánica y el empleo adecuado de insumos de trabajo, logró obtener la Certificación Ambiental ISO 14001:2004. Este hecho permite que se siga promoviendo el desarrollo de proyectos de investigación en beneficio del medio ambiente y sitúan a la universidad como un referente nacional en gestión ambiental y sostenibilidad (UAO 2015).

El programa Campus Sostenible, lleva a la UAO en el 2014 a situarse en la posición 229 entre 360 universidades participantes a nivel internacional y en el quinto lugar a nivel nacional entre once universidades participantes del “UI Green Metric World University Ranking”. Los puntajes se obtuvieron de acuerdo los esfuerzos que hace la Universidad en cuanto a los siguientes temas: entorno e infraestructura, energía y cambio climático, residuos, agua, transporte y educación (UAO 2015).

En cuanto al puntaje obtenido contra el total de puntuación ofrecida por cada ítem, la UAO obtuvo los siguientes resultados de mayor a menor puntaje: agua (100%); residuos (91%); energía y cambio climático (50%); entorno e infraestructura (31%); educación (20,5%) y transporte (12,5%) (UAO 2015).

A pesar de que aún existen muchos ámbitos por mejorar, principalmente en términos de emisiones de carbono, es importante para la Universidad llevar a cabo procesos de gestión que garanticen una ventaja competitiva frente a otras universidades del sector, y que evidencien su alta calidad, su preocupación y compromiso por el medio ambiente y el desarrollo de la región desde un punto de vista más objetivo según el contexto ambiental de la actualidad, el cual permita ajustarse a las necesidades y cambios que se vayan presentando (Caicedo 2014).

## 8. HUELLA ECOLÓGICA

No todos los seres vivos, países y organizaciones tienen la misma huella ecológica. La Universidad Autónoma de Occidente (UAO), como sistema emisora de residuos tiene una huella ecológica diferente a otras universidades; sin embargo, se toma como antecedente la siguiente tabla (tabla 1) y como referencia a la Universidad del Valle por encontrarse en la misma región.

**Tabla 1.** Huella Ecológica calculada en diferentes campus universitarios (Agredo 2011).

<b>Año</b>	<b>Campus Universitarios</b>	<b>Huella Ecológica (Ha)</b>	<b>PE/per cápita (Hag)</b>
2010	Universidad del Valle (COL)*	7.693,7	0,5
2007	Universidad Santiago de Compostella (ESP)	6.990,90	0,21
2007	Universidad de Ohio (USA)	650.655,70	8,66
2006	Universidad de León (ESP)	6.646,00	0,45
1998	Universidad de Redlands (USA)	-/-	0,8

## 9 ECOSISTEMA DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE



## 10 METODOLOGIA DE CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLOGICA

En este estudio se calcula el área de bosque de la universidad requerida para absorber el CO<sub>2</sub> producido por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación de la masa forestal de la universidad, se obtiene la superficie de bosque requerida. A esta cantidad de bosque se sumará directamente también el espacio ocupado por los edificios universitarios

Teniendo en cuenta las explicaciones anteriores, la huella ecológica se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$Huella\left(\frac{ha}{año}\right) = \frac{Emisiones(tonCO_2)}{C.Fijación\left(\frac{tonCO_2}{ha}\right)} + SuperficieCampus\left(\frac{ha}{año}\right)$$

#### 11. RECURSOS CONSIDERADOS EN EL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA

- Consumo de Combustibles Fósiles
- Consumo de energía eléctrica
- Movilidad
- Construcción
- Consumo de papel

Para realizar, este cálculo hay que considerar el tamaño de la población objeto del estudio. En el caso de la UAO, la comunidad universitaria (estudiantes, personal docente e investigador y personal de administración y servicios)

Para poder comparar resultados de huella ecológica obtenidos a partir de áreas con diferentes características, se deben expresar siguiendo una única medida común:

12. HECTÁREA GLOBAL (Hag), que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

## Factores de Equivalencia

Fuente: WWF, *Informe Planeta Vivo 2006*

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

### 13 TASA DE EMISIONES DE CO2

### TASA DE EMISIONES UAO- (expresadas en ton CO2)

<p><i>Consumo de Combustibles Fósiles</i></p> <p><i>Consumo de energía eléctrica</i></p> <p><i>Movilidad</i></p> <p><i>Construcción</i></p> <p><i>Consumo de papel</i></p> <p><i>Total</i></p>	<p>El impacto asociado al consumo de recursos naturales se determina a partir de las emisiones de CO2 relativas a cada consumo. Estas emisiones serán posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas.</p>
--	--

LOS DATOS DE EMISIONES DE CO2 LO OBTUVIMOS DEL IGENIERO JEFE DE PLANTA FISICA CARLOS BORRERO



TABLA DE EMISIONES E CO2 DE LA UAO

Alcance	Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	TonCO2e/año
Alcance 1	Consumo de gasolina Tractor	57,74	Gal	0,47
	Consumo de gasolina Motos	14,14	Gal	0,12
	Consumo de gasolina Guadaña+Picadora+Jardineria	40,61	Gal	0,33
	Consumo de gasolina Auto rectoría	1374,52	Gal	11,28
	Consumo Diesel – Planta de Emergencia San Fernando	110,00	Gal	1,02
	Consumo Gas Natural – Laboratorios (física-química)	41,00	M3	0,08
	Consumo de Gas Natural – Planta de Emergencia	9526,00	M3	17,79
	Emisiones biogénicas – Lombri compostajes	10208,00	Kg	1,95
	Extintores – Recargas CO2	31,75	Kg	0,03
	Fugas Gases refrigerantes Chiller	54,43	Kg	70,7616
	Fugas Gases refrigerantes Neveras Bebederos	0,22	Kg	0,289
	<b>TOTAL ALCANCE 1</b>			<b>104,13</b>

Alcance	Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	TonCO2e/año
Alcance 2	Consumo electricidad instalaciones Valle de Lili	3981.962	KWh	796,39
	Consumo electricidad instalaciones San Fernando	65.044	KWh	13,01
	<b>TOTAL ALCANCE 2</b>			<b>809,40</b>

Emisiones por	Total de Emisiones A1+A2			
	Consumo de papel oficce	870,91	Kg	1,13
	Consumo de papel oficce	8040,55	Kg	10,39
	<b>TOTAL ALCANCE 3(Consumo de Papel)</b>			<b>11,5</b>
<b>TOTAL ALCANCE 1 + ALCANCE 2 + ALCANCE 3</b>				<b>925,04</b>

## 12. HUELLAS ECOLOGICAS CALCULADAS

HUELLA ECOLOGICA MOVILIDAD	
Consumo gasolina rectoría	de Auto 1,0
Consumo gasolina Motos	de 1,0
<b>TOTAL MOVILIDAD</b>	<b>1,0</b>

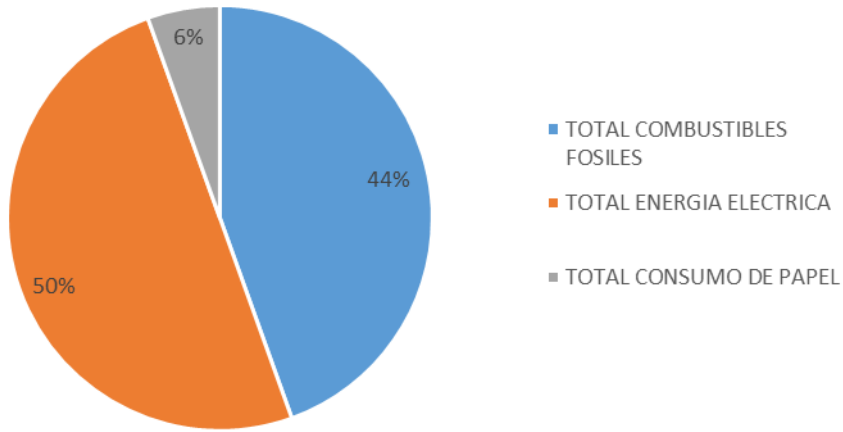
EMISIONES DE CO2 POR CONSUMO DE PAPEL	
<b>TOTAL CONSUMO DE PAPEL</b>	<b>1</b>

EMISIONES DE CO2 POR CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA	
<b>TOTAL CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA</b>	<b>1</b>

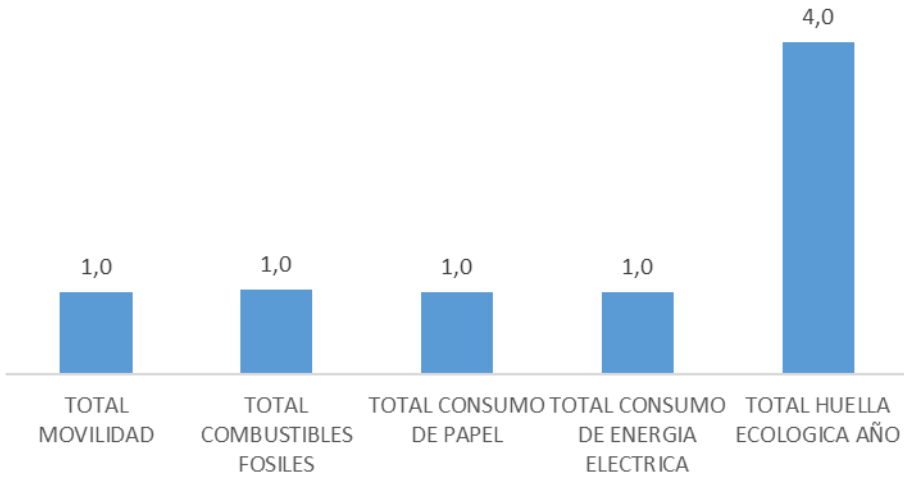
MOVILIDAD SE TOMA EN CUENTA UN CARRO Y MOTO AL SERVICIO DE LA UNIVERSIDAD

HUELLA ECOLOGICA COMBUSTIBLES FOSILES	
Consumo de gasolina Tractor	1,0
Consumo de gasolina Guadaña+Picadora+Jardineria	1,0
Consumo Diesel – Planta de Emergencia San Fernando	1,0
Consumo Gas Natural – Laboratorios (física-química)	1,0
Consumo de Gas Natural – Planta de Emergencia	1,0
Emisiones biogénicas – Lombri compostajes	1,0
Extintores – Recargas CO2	1,0
Fugas Gases refrigerantes Chiller	1,0
Fugas Gases refrigerantes Neveras Bebederos	1,0
Consumo electricidad instalaciones Valle de Lili	1,3
Consumo electricidad instalaciones San Fernando	1,0
TOTAL COMBUSTIBLES FOSILES	1,0

### EMISION DE CO2 POR COMBUSTIBLES UAO



### HUELLA ECOLOGICA EN Ha/año



Una vez que se conocen las emisiones de CO<sub>2</sub> y la extensión de terreno ocupada por las instalaciones universitarias, la huella ecológica se calcula aplicando directamente la fórmula. Posteriormente, se considera el factor de equivalencia para transformar los valores en ha/año.

### **13. CONCLUSIONES**

Hay que considerar al planeta Tierra como un sistema abierto, en el que los recursos naturales deben utilizarse a un ritmo que no exceda su tasa de renovación, y solo se debe generar la cantidad de residuos que los ecosistemas pueden asimilar para evitar un desequilibrio en la naturaleza.

Para garantizar la HE. Es importante el manejo de la capacidad de carga del CO<sub>2</sub> y el conjunto de gases de efecto invernadero. Estos gases presentan la particularidad de permitir la entrada de radiación solar de onda corta, pero atrapan un gran porcentaje de la radiación de onda larga saliente procedente de la superficie terrestre.

El gobierno debería dar incentivos tributarios a las entidades públicas o privadas, para aumentar el uso de tecnologías limpias, sistemas que controlen la contaminación.

Exención del IVA. por tener sistemas de control y mejoramiento del medio ambiente.

Unificar los colores en los recipientes para desechos sólidos.

La universidad debe ser ecoeficiente, utilizar productos verdes, aumentar la densidad arbórea en el área de influencia, invertir en capital verde, aumentar el uso de energía renovable, .

Construir aparcamientos de bicicletas, reducir el consumo de agua, electricidad y papel.

La HE de la universidad va disminuyendo, pero para garantizar su sostenibilidad, debe la universidad, reducir más la HE. La

El campus debe sensibilizar ambientalmente a la comunidad, del impacto de la HE que produce actualmente la Universidad.

## LITERATURA CITADA

Agredo, L. V. (2011). Aproximación a la huella ecológica de la Universidad del Valle, campus universitario de Meléndez. Tesis de pregrado. Universidad del Valle. Cali – Colombia.

Caicedo, A. J. (2014). Formulación de un plan de acción de mejoras para optimizar la gestión actual de residuos en el marco del sistema de gestión ambiental de la Universidad Autónoma de Occidente. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Occidente. Cali, Colombia.

Cortés, S. (2006). Las soluciones tecnológicas para el aprovechamiento de la fracción orgánica de los residuos [En línea]. Seminario sobre tecnologías energéticas para biomasa y residuos, Junio de 2006. Disponible en: <http://www.fundacionenergia.es/PDFs/Biomada%2006/S.Cortes%20280606.pdf> [Visto en Octubre 23- 2015].

Crotscheck, C. & M. Narodoslawsky. 1996. The sustainable process Index – A new dimension in ecological evaluation. *Ecological Engineering*, 6(4): 241-258.

Cuadros, S. (2007). Módulo Contaminación por Residuos: Compostaje y Biometanización. Publicación EOI: Master en Ingeniería y Gestión Medioambiental. España.

Elías, C. X. (2005). Reciclaje de residuos industriales. Ediciones Díaz de Santos. Madrid, España.

FUNIBER. 2009. Gestión de Residuos Sólidos. Publicación de la Fundación Universitaria Iberoamericana.

Lehni M. (1999). “El medio ambiente como factor clave de competitividad”. En *Ecoeficiencia, los negocios en el próximo milenio*. Fundación Entorno. Madrid: pp 23-28.

Marañón, E., Iregui, G., Doménech, J. L., Fernández-Nava, Y., & González-Arenales, M. (2008). Propuesta de índices de conversión para la obtención de la huella de los residuos y los vertidos. *Revista OIDLES*, 1, 1-22.

Monfreda, C., Wackernagel, M. and Deumling, D. (2004). “Establishing national natural capital accounts based on detailed Ecological Footprint and biological capacity assessments”. En *Land Use Policy*. N° 21, pp. 231-246.

Noguera, K., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356.

PGIRS. (2015). Evaluación y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Santiago de Cali (PGIRS 2015 – 2027). Junio de 2015. Disponible en: [http://www.andi.com.co/SecVC/Documents/AJUSTE%20PGIRS%20CALI%202015%20-%202027\\_Ver1.pdf](http://www.andi.com.co/SecVC/Documents/AJUSTE%20PGIRS%20CALI%202015%20-%202027_Ver1.pdf). [Visto en Octubre 23- 2015].

Tomashow, M. (1994). *Ecological identity: Becoming a reflective environmentalist*. MIT Press. Cambridge (Massachusetts, EEUU).

UAO. (2015). *Campus sostenible*, Universidad Autónoma de Occidente. Cali- Colombia. Disponible en: <http://www.uao.edu.co/sostenibleuao/>. [Visto en Octubre 23- 2015].

Wackernagel, M., L. Onisto & P. Bello. 1999. National natural capital accounting with the ecological footprint concept. *Ecological Economics*, 29(3): 375-390.

Wackernagel, M., & Rees, W. E. (2001). *Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra*. Lom Ediciones. Chile. 207 pag.

Wiedmann, T., Barret, J. y Lenzen, M. (2007). “Companies on the Scale: Comparing and Benchmarking the Footprints of Businesses”. En *International Ecological Footprint Conference*. Cardiff. pp. 1-20.

WWF. (2014). *Informe Planeta Vivo: Resumen*. Disponible en: [http://www.footprintnetwork.org/images/article\\_uploads/Informe-PlanetaVivo2014\\_LowRES.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Informe-PlanetaVivo2014_LowRES.pdf). [Visto en Octubre 23- 2015].