



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**ÀREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DEL MEDIO AMBIENTE**

**TÍTULO:**

**"HUELLA ECOLÓGICA DEL ÀREA  
AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES EN LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA"**

Tesis de Grado previa la obtención del Título  
de: INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DEL MEDIO AMBIENTE

**AUTORA:** Leidy Rocio Quezada Velez

**DIRECTOR:** Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg, Sc.



**Loja - Ecuador  
2015**

## CERTIFICACIÓN

Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

### **CERTIFICO:**

En calidad de Director de la Tesis titulada “**HUELLA ECOLÓGICA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**” de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Leidy Rocío Quezada Velez**, certifico que he recibido un ejemplar de la tesis.

Loja, Diciembre del 2015

Atentamente,



Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

## CERTIFICACIÓN

En calidad de Tribunal Calificador de la Tesis titulada “**HUELLA ECOLÓGICA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **Leidy Rocio Quezada Velez**, certificamos que se han incorporado al trabajo final de tesis todas las sugerencias efectuadas por sus miembros.

Por lo tanto autorizamos la publicación y difusión de la tesis.

**APROBADA**

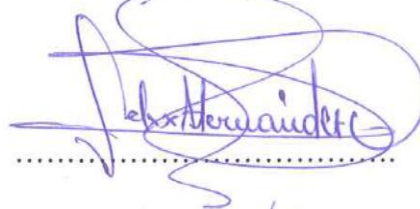
Loja, 2 de diciembre de 2015

Atentamente,

Ing. Aurita Gonzaga Figueroa, Mg. Sc.  
**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL**



Ing. Felix Hernández Cueva, Mg. Sc.  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**



Ing. Freddy Tinoco Tinoco, Mg. Sc.  
**VOCAL DEL TRIBUNAL**

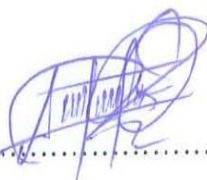


## AUTORÍA

Yo Leidy Rocio Quezada Velez declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Firma:



.....

Autora:

Leidy Rocio Quezada Velez

C.I.:

1104253396

Fecha:

Loja, 2 de diciembre de 2015.

## CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Leidy Rocio Quezada Velez declaro ser autora de la tesis titulada “HUELLA ECOLÓGICA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”, como requisito a optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en le Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 2 días del mes de diciembre de 2015, firma la autora.

**Firma:**

**Autora:** Leidy Rocio Quezada Velez

**C.I.:** 1104253396

**Dirección:** Barrio Yaguarcuna, Loja, Ecuador.

**Correo electrónico:** leidy\_quezada21@hotmail.com

**Teléfono:** 0991946114

### DATOS COMPLEMENTARIOS:

**Director de tesis:** Ing. Pablo Alvares Figueroa, Mg. Sc.

**Tribunal:** Dra. Aurita Gonzaga

Ing. Feliz Hernández, Mg. Sc.

Ing. Freddy Tinoco, Mg. Sc.

## **AGRADECIMIENTO**

Dejó en constancia mi agradecimiento a la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables y especialmente a la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente y a todos los docentes que compartieron sus valiosas experiencias y conocimientos para mi formación profesional y personal.

De manera especial, mi gratitud al Director de Tesis, Ing. Pablo Alvarez Figueroa Mg, Sc. por sus profesionales orientaciones, aportes y sugerencias brindadas a lo largo de este trabajo.

A todos mis amigos, compañeros y personas que de una u otra manera contribuyeron para el logro de este trabajo.

*Leidy*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es una parte de mi vida, y comienzo de otras etapas, por esto y más, la dedico a Dios y Virgen del Cisne que me cuidan y bendicen.

Muy especialmente con todo mi cariño dedico esta meta cumplida mi madre MARÍA LUISA VELEZ, quien me ha enseñado con su ejemplo a rebasar todas las barreras que la vida nos presenta, a querer ser mejor cada día, a entender que no hay nada imposible y que sólo hay que esmerarse y sacrificarse, si es necesario, para lograr las metas que nos planteamos.

A mis hermanos Carmen, Cristian, Luis, Jhefferson, Paola y Diego; sobrina Jennifer y demás familiares, quienes contribuyen a esforzarme por ser mejor persona y un ejemplo para ellos.

A mi pareja EDWIN VARGAS e hija SCARLETT VARGAS QUEZADA quienes amo y son mi mayor inspiración para superarme día a día, en el presente expreso que son el mayor regalo y bendición que Dios y la Virgen del Cisne me han concedido.

*Leidy*

# ÍNDICE GENERAL

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CFERTIFICACIÓN</b>  | ii        |
| <b>CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL</b>  | iii       |
| <b>AUTORIA</b>   | iv        |
| <b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b>   | v         |
| <b>AGRADECIMIENTO</b>  | vi        |
| <b>DEDICATORIA</b>   | vii       |
| <b>ÍNDICE GENERAL</b>  | viii      |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS</b>   | x         |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>   | xi        |
| <b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>  | xii       |
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....   | <b>3</b>  |
| 2.1. HUELLA ECOLÓGICA.....   | 3         |
| 2.1.1. Biocapacidad.....   | 3         |
| 2.1.2. Déficit ecológico.....  | 5         |
| 2.2. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....   | 7         |
| 2.2.1. Componentes de la Huella Ecológica.....   | 10        |
| 2.2.2. Capacidad de fijación de Dióxido de Carbono.....  | 11        |
| 2.3. CAUSAS Y EFECTOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....  | 11        |
| 2.4. ECO-EFICIENCIA.....   | 13        |
| 2.4.1. Medidas operativas de eco-eficiencia.....   | 14        |
| 2.5. MARCO LEGAL.....  | 15        |
| 2.5.1. Legislación Ambiental.....  | 15        |
| 2.5.2. Acuerdos voluntarios.....   | 16        |
| <b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....   | <b>18</b> |
| 3.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....  | 18        |
| 3.1.1. Descripción del área de estudio.....  | 18        |
| 3.1.2. Ubicación Política y Geográfica.....  | 18        |
| 3.2. MATERIALES.....   | 20        |
| 3.3. METODOLOGÍA.....  | 20        |
| 3.3.1. Estimación de la Huella Ecológica.....  | 20        |
| 3.3.2. Propuesta de medidas de eco-eficiencia para la reducción progresiva<br>de impactos ambientales..... | 27        |



|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>28</b> |
| 4.1.      | ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA.....  | 28        |
| 4.1.1.    | Consumo de energía eléctrica.....   | 28        |
| 4.1.2.    | Consumo de papel .....  | 28        |
| 4.1.3.    | Construcción de edificios .....   | 29        |
| 4.1.4.    | Movilidad .....   | 29        |
| 4.1.5.    | Consumo de agua .....   | 30        |
| 4.1.6.    | Generación de Residuos .....  | 31        |
| 4.1.7.    | Huella Ecológica .....  | 31        |
| 4.1.8.    | Biocapacidad .....  | 32        |
| 4.1.9.    | Déficit Ecológico.....  | 32        |
| 4.2.      | PROPUESTA DE MEDIDAS DE ECO-EFICIENCIA PARA LA<br>REDUCCIÓN PROGRESIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES..... | 33        |
| 4.2.1.    | Introducción.....   | 33        |
| 4.2.2.    | Justificación.....  | 33        |
| 4.2.3.    | Marco Legal .....   | 34        |
| 4.2.4.    | Marco Conceptual .....  | 38        |
| 4.2.5.    | Buenas Prácticas Ambientales.....   | 39        |
| 4.2.6.    | Aplicación de Buenas Prácticas Ambientales para el Uso Sostenible<br>de Recursos.....               | 40        |
| 4.2.7.    | Capacitación en Temas Ambientales a la Colectividad Universitaria<br>del AARNR. ....                | 45        |
| 4.2.8.    | Seguimiento y Evaluación.....   | 46        |
| 4.2.9.    | Participación de la Colectividad Universitaria .....  | 46        |
| 4.2.10.   | Responsabilidades y Compromisos.....  | 47        |
| <b>5.</b> | <b>DISCUSIÓN</b> .....  | <b>49</b> |
| 5.1.      | EMISIONES DE CO <sub>2</sub> .....  | 49        |
| 5.2.      | HUELLA ECOLÓGICA .....  | 50        |
| 5.3.      | DÉFICIT ECOLÓGICO.....  | 51        |
| 5.4.      | MEDIDAS DE ECO-EFICIENCIA .....   | 52        |
| <b>6.</b> | <b>CONCLUSIONES</b> .....   | <b>54</b> |
| <b>7.</b> | <b>RECOMENDACIONES</b> .....  | <b>55</b> |
| <b>8.</b> | <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....   | <b>56</b> |
| <b>9.</b> | <b>ANEXOS</b> .....   | <b>60</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Categorías de consumo y residuos consideradas para el cálculo de la Huella Ecológica en universidades. ....  | 9  |
| Cuadro 2. Componentes en el cálculo de la Huella Ecológica y factores de equivalencia en cada tipo de terreno de producción. ....                              | 10 |
| Cuadro 3. Ubicación y número de medidores correspondientes al AARNR. ....  | 23 |
| Cuadro 4. Factores de emisión para las categorías consideradas en el cálculo de la Huella Ecológica en AARNR. ....   | 26 |
| Cuadro 5. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por consumo de energía eléctrica. ....  | 28 |
| Cuadro 6. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por consumo de papel. ....  | 28 |
| Cuadro 7. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por edificación. ....   | 29 |
| Cuadro 8. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad. Transporte de docentes personal administrativo y de servicio y estudiantes. .... | 29 |
| Cuadro 9. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad. Vehículos pertenecientes al AARNR. ....  | 30 |
| Cuadro 10. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad en el AARNR. ....  | 30 |
| Cuadro 11. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por el consumo de agua. ....   | 30 |
| Cuadro 12. Toneladas de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por la generación de residuos. ....  | 31 |
| Cuadro 13. Emisiones de CO <sub>2</sub> y valores de Huella Ecológica por el consumo de recursos y generación de residuos en el AARNR en 2014. ....            | 31 |
| Cuadro 14. Medidas de eco-eficiencia para el consumo de recursos y generación de residuos consideradas en el cálculo de la Huella Ecológica en el AARNR. ....  | 41 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Figura 1. | Demanda de la humanidad sobre los recursos biológicos del planeta, entre 1961-2010. WWF, 2014.....         | 4  |
| Figura 2. | Tendencias de la Huella Ecológica y la Biocapacidad por persona, entre 1961-2008. WWF, 2012. ....          | 4  |
| Figura 3. | Relación entre Huella Ecológica y Biocapacidad. MAE, 2013a. ....   | 5  |
| Figura 4. | Serie histórica del Déficit Ecológico a nivel mundial, entre 1960-2050. WWF, 2012.....                     | 6  |
| Figura 5. | Serie histórica de Huella Ecológica y Biocapacidad en Ecuador, entre 1961-2010. MAE, 2013a. ....           | 7  |
| Figura 6. | Causas y efectos de la Huella Ecológica y los servicios ecosistémicos. WWF, 2008. ....                     | 11 |
| Figura 7. | Mapa base y componentes del área de estudio. Elaboración propia, 2015. ....                                | 19 |
| Figura 8. | Referencia del consumo de energía eléctrica en el ciclo del agua, en kW/h/m <sup>3</sup> . CEC, 2005. .... | 25 |
| Figura 9. | Emisiones de CO <sub>2</sub> emitidas a la atmosfera en el AARNR en 2014. Elaboración propia, 2015.....    | 32 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Anexo 1.  | Encuestas aplicadas a estudiantes para obtener el consumo de papel.....  | 60 |
| Anexo 2.  | Encuestas aplicadas a estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio para obtener información de movilidad. ....           | 61 |
| Anexo 3.  | Ubicación, número de medidores y consumo de energía eléctrica en el área de estudio. ....  | 62 |
| Anexo 4.  | Papel consumido por Docentes y personal administrativo y de servicio.....  | 62 |
| Anexo 5.  | Papel consumido por parte de los estudiantes. ....   | 63 |
| Anexo 6.  | Categorización de superficies en el área de estudio. ....  | 64 |
| Anexo 7.  | Movilidad. Tipo de vehículo utilizado por docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes .....                           | 64 |
| Anexo 8.  | Población y tamaño de muestra en el AARNR. ....  | 64 |
| Anexo 9.  | Movilidad. Distancia recorrida en vehículo por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes. ....             | 65 |
| Anexo 10. | Movilidad. Distancia recorrida en bus por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes. ....                  | 65 |
| Anexo 11. | Movilidad. Distancia recorrida en moto por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes. ....                 | 66 |
| Anexo 12. | Movilidad. Distancia recorrida caminando y en bicicleta por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes..... | 66 |
| Anexo 13. | Movilidad. Consumo de combustible por los vehículos del AARNR. ....  | 66 |
| Anexo 14. | Tipo y cantidad de Residuos generados en el área de estudio.....   | 67 |

## ACRÓNIMOS

|                 |   |
|-----------------|---|
| BPAs            | Buenas Prácticas Ambientales  |
| CEPAL           | Comisión Económica Para América Latina y el Caribe                          |
| CINFA           | Centro Integrado de Geomántica Integral                                     |
| CMCC            | Convenio Marco sobre el Cambio Climático                                    |
| CO <sub>2</sub> | Dióxido de Carbono  |
| DE              | Déficit Ecológico   |
| EAU             | Emiratos Árabes Unidos  |
| Hag             | Hectáreas globales  |
| HE              | Huella Ecológica  |
| IPCC            | Intergovernmental Panel Climate Change                                      |
| LGA             | Ley de Gestión Ambiental  |
| MAE             | Ministerio del Ambiente   |
| PAN             | Política Ambiental Nacional   |
| PNBV            | Plan Nacional del Buen Vivir  |
| SENESCYT        | Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación |
| SENPLADES       | Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo                           |
| UNL             | Universidad Nacional de Loja  |
| UNUDI           | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial           |
| UTPL            | Universidad Técnica Particular de Loja                                      |

**“HUELLA ECOLÓGICA DEL ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA”**



## RESÚMEN

En la presente investigación se calculó la huella ecológica para el año 2014 en el AARNR, que consiste en analizar las demandas humanas sobre la biosfera comparando el consumo de la humanidad con la capacidad regenerativa de la Tierra y se propuso medidas de eco-eficiencia. Se determinó las toneladas de dióxido de carbono ( $t\ CO_2$ ) emitidas a la atmosfera a causa del consumo de energía eléctrica, consumo de papel, construcción de edificios, movilidad, consumo de agua y generación de residuos, empleando factores de emisión obtenidos de diversas fuentes. El espacio ocupado por el AARNR fue de 2,67 ha, en el que se determinó que la cantidad de  $CO_2$  emitida a la atmosfera fue de 330,97  $t/CO_2/ha/año$ . La capacidad de fijación de  $CO_2$  en un terreno forestal en la provincia de Loja en la que se acumula biomasa viva y muerta fue de 4,404  $t/CO_2/ha/año$ . Además se calculó el área requerida para la absorción de las emisiones de  $CO_2$ , misma que fue de 75,15 ha. Con estos resultados se determinó que la huella ecológica fue de 0,12  $ha/persona/año$ , que es un valor bajo con respecto a los reportes de otras universidades. Además se determinó la ausencia de déficit ecológico con una biocapacidad de 1,79  $ha/persona/año$ . Las medidas de eco-eficiencia propuestas permiten la reducción de impactos ambientales producidos por actividades propias del área de estudio. En sí el conocimiento de la huella ecológica se atribuye en conocer el estilo de vida de una persona o comunidad y su compromiso con el medio ambiente.

**Palabras clave:** huella ecológica, biocapacidad, déficit ecológico, eco-eficiencia.

## SUMMARY

In this study, the ecological footprint by 2014 in the AARNR, which involves analyzing human demands on the biosphere by comparing human consumption with regenerative capacity of the Earth was calculated and eco-efficiency measures were proposed. Tons of carbon dioxide ( $t\ CO_2$ ) released into the atmosphere because of the consumption of electricity, paper consumption, construction of buildings, mobility, water consumption and waste generation, using emission factors obtained from various sources was determined. The space occupied by the AARNR was 2.67 ha, in which it was determined that the amount of  $CO_2$  emitted into the atmosphere was  $330.97\ t / CO_2 / ha / year$ . The  $CO_2$  fixation capacity in forest land in the province of Loja in living and dead biomass accumulates was  $4,404\ t / CO_2 / ha / year$ . Also it required for the absorption of  $CO_2$ , same that was 75.15 area is calculated. With these results it was determined that the ecological footprint was  $0.12\ hag / person / year$ , which is a low value compared to reports from other universities. Besides the absence of determined ecological deficit with a biocapacity of  $1.79\ hag / person / year$ . The eco-efficiency measures proposed allow the reduction of environmental impacts caused by activities of the study area. In itself knowledge of the ecological footprint is attributed in the lifestyle of a person or community and its commitment to the environment.

**Keywords:** Ecological Footprint, biocapacity, Ecological deficit, eco-efficiency.



# 1. INTRODUCCIÓN

Desde la puesta en marcha del Protocolo de Kioto el 11 de diciembre de 1997, acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, que causan el calentamiento global, las organizaciones han ido introduciendo en sus políticas y decisiones, conceptos como sostenibilidad, cambio climático e impactos ambientales (García y Cuesta, 2007).

La mitigación del cambio climático es un reto que muchas organizaciones han convertido en oportunidad, transformándose en pioneras en controlar sus impactos sobre el medio ambiente y el calentamiento global (Ferrer y Muñoa, 2010). Según Doménech (2006c) y Arroyo, *et al.*, (2009), una de las categorías de impacto ambiental más reconocidas a nivel mundial y mejor aceptada por los consumidores, es la Huella Ecológica (HE), su cálculo, mide el impacto sobre el cambio climático de una actividad, producto, servicio, evento e incluso de una persona, cuantificando las emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) generadas a lo largo del ciclo de vida.

Según Doménech y Arenales (2008), la HE se ha convertido, en una estrategia clave para las empresas e instituciones que apuestan por una producción sostenible, que quieren tanto reducir emisiones, costes energéticos, así como posesionarse y cumplir con mercados, consumidores y normativas cada vez más exigentes.

Por otra parte el cálculo de la HE ha sido incorporado a nivel de universidades a partir del 2000, siendo las universidades europeas y norte américa (Universidad de Newcastle en Australia; Universidad de East Anglia y Oxford Brookes en Inglaterra; Universidad de Redlands en California; y Universidad de Oregon en Estados Unidos) las pioneras (Tomasellí, 2004). En Ecuador el primer cálculo de la HE lo realizó la Universidad San Francisco de Quito (Quichimbo, 2015).

El presente estudio se desarrolló con la finalidad de evaluar el impacto social y ambiental generado por el consumo de recursos y generación de residuos a través del cálculo de la HE universitaria; además se propuso como instructivo un manual de Buenas Prácticas Ambientales (BPAs) que direcciona las actividades diarias y toma de decisiones por parte de directivos, docentes y estudiantes. Debido a la complejidad en la

obtención de información en todo el campus universitario, se centralizó el estudio en el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables (AARNR).

Los objetivos planteados en la presente investigación fueron:

- Estimar la Huella Ecológica del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja para el año 2014.
- Proponer medidas operativas de eco-eficiencia que permitan brindar servicios utilizando menos recursos naturales y económicos y la reducción progresiva de impactos ambientales en el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. HUELLA ECOLÓGICA**

La Huella Ecológica (HE) es un indicador de sostenibilidad de índice único, desarrollado por Rees y Wackernagel en 1996, al cual se considera como una importante herramienta para establecer tanto el impacto de las actividades humanas sobre el ecosistema, como las medidas correctoras para paliar dichos impactos; este indicador es habitualmente utilizado para regiones o países (Doménech, 2006a), sin embargo el mismo autor en 2008, manifiesta que la HE a partir del año 2000 se empezó a adaptar a las empresas y a cualquier tipo de organización que dispusiera de cuentas contables, a partir de las cuales se puede extraer todos los consumos de energía, materiales y servicios.

Según Wackernagel y Rees (1996), la HE es “el área de territorio ecológicamente productivo (cultivo, pastos, bosques o ecosistemas acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área”.

#### **2.1.1. Biocapacidad**

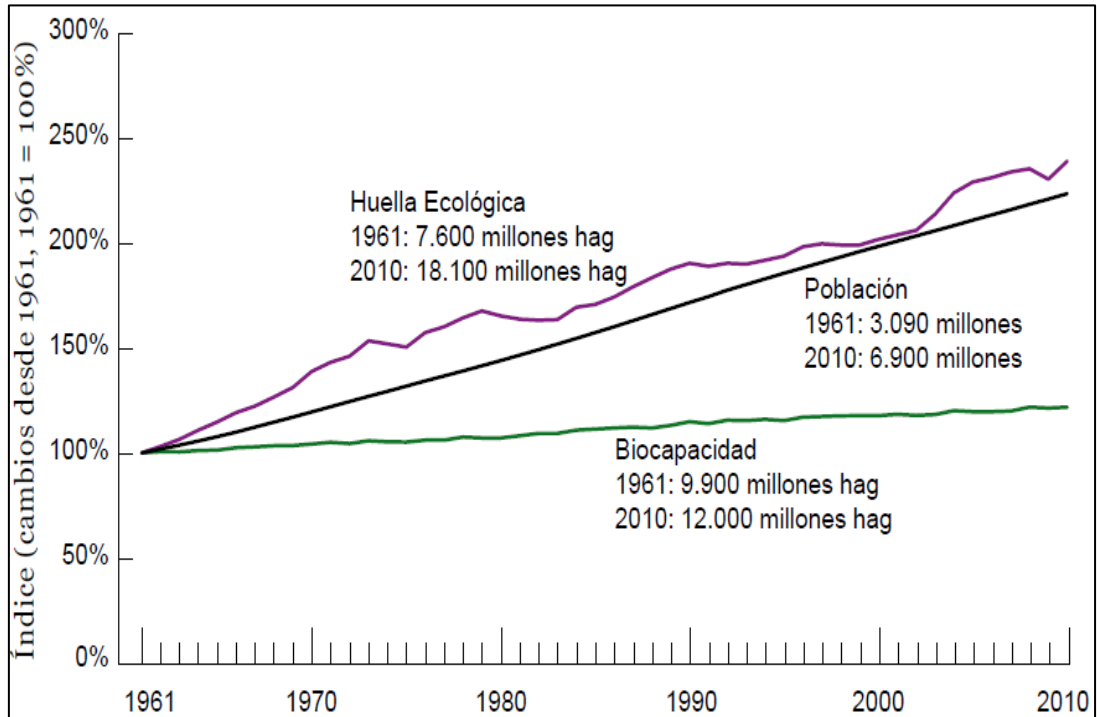
Jofré y Bucheri (s/f) se entiende por Biocapacidad (BC), a la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicamente útiles y absorber los residuos materiales generados por los humanos usando determinados esquemas de gestión y tecnologías de extracción (Jofré y Bucheri, s/f.); por otra parte el MAE (2013a), expresa que también se define como la capacidad regenerativa de la naturaleza.

A nivel mundial los avances tecnológicos, los insumos agrícolas y el riego han disparado los rendimientos promedio por hectárea de las zonas productivas, especialmente de las tierras agrícolas, aumentando la BC total del Planeta de 9900 a 12000 millones de hectáreas globales<sup>1</sup> (hag), entre 1961 y 2010. Sin embargo, durante el mismo período, la población humana mundial aumentó aproximadamente de 3000

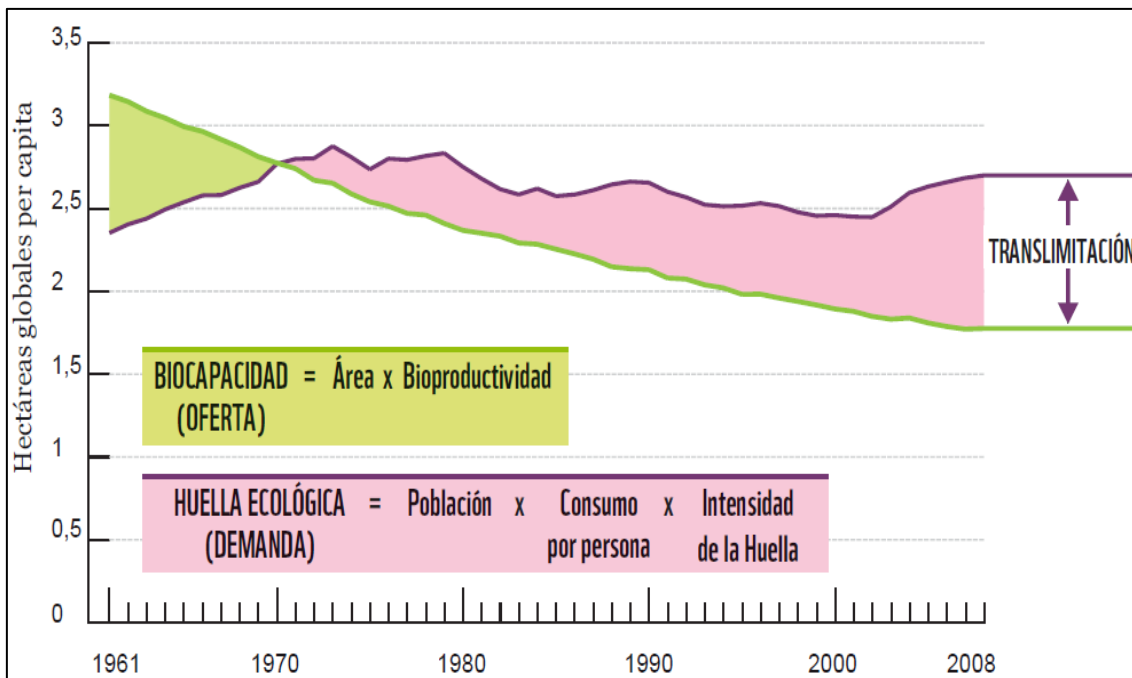
---

<sup>1</sup> Las diferentes superficies bioproductivas tienen distintas productividades inherentes, que pueden variar dependiendo del lugar donde se encuentren. Con la finalidad de ajustar estas diferencias, se utiliza una unidad especial denominada hectárea global (hag), para medir la HE y la BC; es así que una hag es una unidad común que comprende la productividad promedio de toda el área de tierra y mar biológicamente productiva en el mundo, en un determinado año (MAE, 2013a).

millones a casi 7000 millones (Figura 1), reduciendo la BC por persona disponible de 3,2 hag a 1,7 hag, entretanto, como se muestra en la Figura 2 la HE por persona aumentó de 2,5 a 2,7 hag (WWF, 2014).



**Figura 1.** Demanda de la humanidad sobre los recursos biológicos del planeta, entre 1961-2010. WWF, 2014.



**Figura 2.** Tendencias de la Huella Ecológica y la Biocapacidad por persona, entre 1961-2008. WWF, 2012.

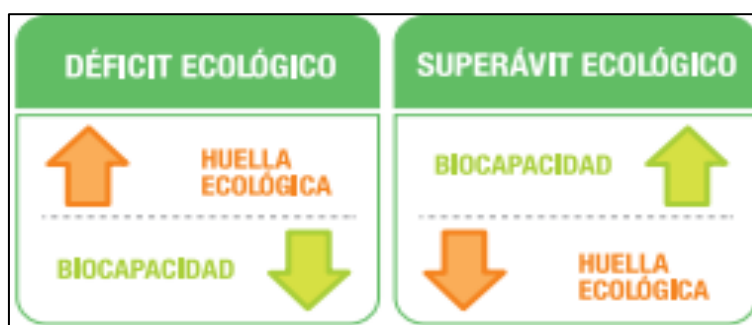
Como se indica en la Figura 2, tanto la HE como la BC son indicadores complementarios, mientras el primero corresponde a la demanda de recursos, el segundo indica la disponibilidad de los mismos en términos de superficie biológicamente productiva (MAE, 2013a).

Ante la proyección de que la población mundial alcanzará los 9600 millones en 2050 y los 11000 millones en 2100, la BC disponible para cada humano se reducirá aún más y será un reto cada vez mayor mantener los aumentos de BC ante la degradación del suelo, la escasez de agua dulce y el aumento en los costos de la energía (WWF, 2014).

### 2.1.2. Déficit ecológico

Cárdenas, *et al.*, (2011) mencionan que cuando los países ocupan más tierra de la que hay en su territorio, se está hablando de un DE, es decir cuando la HE total del planeta exceda su BC, el capital natural del que disponemos disminuirá, que es lo que está sucediendo a nivel mundial desde finales de la década de los setenta. Por tanto se define DE como la cantidad de terreno productivo que hace falta para satisfacer las necesidades de una población determinada y que sobrepasa la BC de la zona en la que viven (CEPAL, 2010).

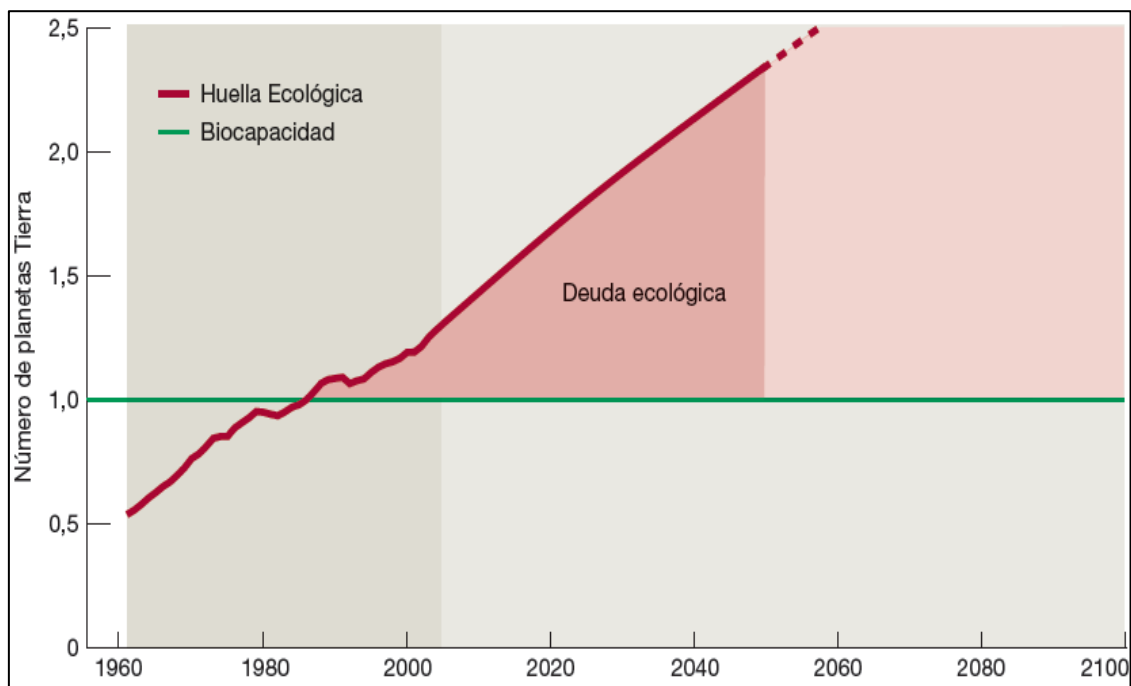
La HE y BC se encuentran íntimamente ligados, y en forma contrapuesta (Figura 3), ya que se pueden considerar conceptos casi antagónicos (MAE, 2013a y WWF, 2014). Las consecuencias son una reducción de la cantidad de recursos y la acumulación de desechos a tasas mayores que las que se pueden absorber o reciclar (WWF, 2014).



**Figura 3.** Relación entre Huella Ecológica y Biocapacidad.  
MAE, 2013a.

En 2008, la HE fue 1,5 veces mayor a la BC disponible; lo que significa que a la tierra le tomaría 1,5 años en regenerar lo que la humanidad demandó en un año; si la

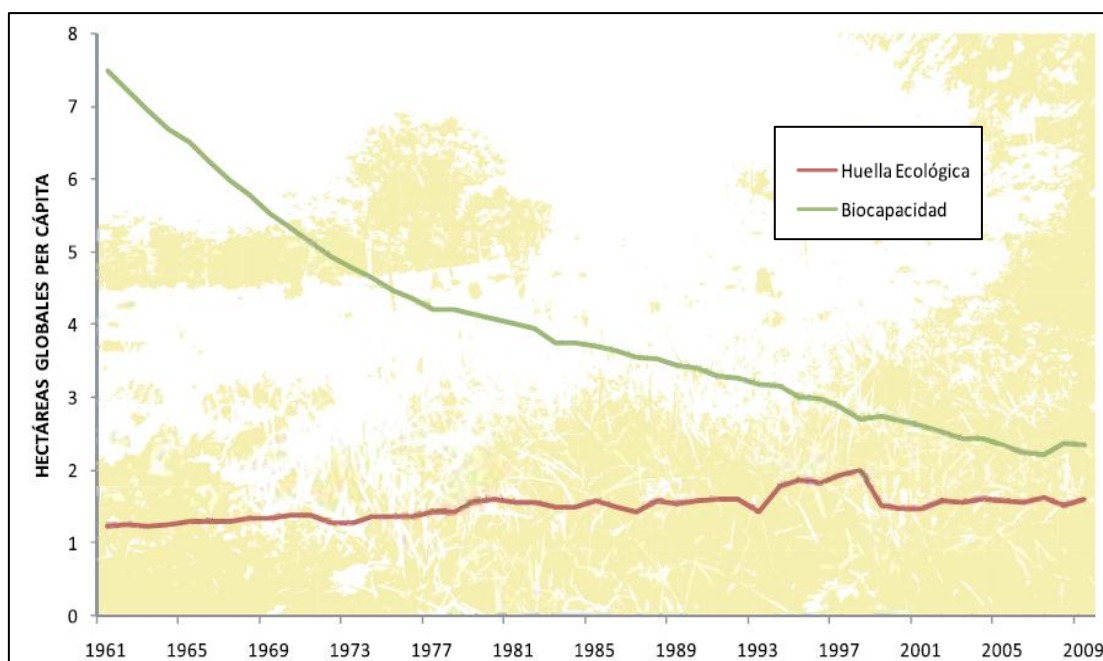
tendencia actual continúa, para el año 2050 (Figura 4), la humanidad requeriría aproximadamente 2,5 planetas, lo cual sería físicamente imposible. (MAE, 2013a).



**Figura 4.** Serie histórica del Déficit Ecológico a nivel mundial, entre 1960-2050. WWF, 2012.

De manera global, el DE mundial es de -0,5 hag/persona, ascendiendo en los países desarrollados a -3,1 hag/persona; en España la BC es de 2,4 hag/persona y la HE de 6,4 hag/persona, por tanto el DE español es de 4 hag/persona y el cociente entre estos dos parámetros es de 2,5, que es lo mismo que decir que para que dicho sistema de vida fuese sostenible los españoles deberían contar con cuatro planetas para satisfacer sus necesidades (WWF, 2012).

Ecuador desde 1961, la BC varía cada año con el manejo de los ecosistemas, prácticas agrícolas (uso de fertilizantes e irrigación) y el clima. Se ha calculado que tiene una HE de 1,5 hag/persona (15,7% por debajo de la media mundial), siendo así que hasta el 2009 no sobrepasaba la BC por persona mundial (Figura 5), pero de mantenerse la tendencia y patrones de consumo actuales, es probable que en poco tiempo la misma sea superada, debido a que es un país productor y exportador de materias primas, es decir utiliza su BC para abastecer de recursos a otros países (MAE, 2013a).



**Figura 5.** Serie histórica de Huella Ecológica y Biocapacidad en Ecuador, entre 1961-2010. MAE, 2013a.

## 2.2. CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA

Según Doménech y Arenales (2008), antes de comenzar el cálculo de la HE, hay que tener en cuenta tres premisas principales:

- Todos los consumos se pueden convertir a unidades de territorio productivo, porque todas estas actividades provienen o tienen cierta ocupación del espacio, que será mayor o menor dependiendo de la tecnología utilizada.
- Se necesitan datos, en unidades físicas, de los consumos, lo que constituye una de las mayores carencias con la que ha de enfrentarse cualquier metodología, dado que la obtención y mantenimiento de las bases de datos de flujos físicos y consumo de recursos naturales primarios no están lo suficientemente sistematizados. Y menos mientras más disminuye la escala territorial de cálculo. Esta carencia es especialmente intensa cuando se tienen en cuenta ámbitos territoriales menores a la provincia.
- La unidad de medida es la “hectárea del territorio productivo estándar”, que se obtiene mediante la aplicación de factores denominados de “equivalencia”. Ello permite que la HE obtenida en universidades sea directamente comparable con la obtenida en otros lugares del mundo.

El método más conocido para calcular la HE es el planteado por Wackernagel y Rees (1996); sin embargo, han surgido otros métodos alternativos para su medición,

como el método insumo-producto y aproximación de los componentes Carreño y Hoyos, 2010). Según Doménech y Arenales (2008), la base fundamental para el cálculo de la HE es la división entre el consumo y la productividad, la cual se obtiene de forma prácticamente directa en el caso de los recursos bióticos, como la madera, vegetales, carnes, tejidos naturales, etc.

Las metodologías de cálculo de la HE tienen en consideración que los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos de producción y del uso final de los productos y para la creación de infraestructuras (Doménech, 2007a). El cálculo de la HE de un país, provincia, ciudad o cadena productiva; se efectúa seleccionando aquellos ítems de consumo más relevantes en términos de volúmenes totales consumidos, así como también, importantes en relación a la superficie requerida para su producción (Jofré y Bucheri, s/f.).

A partir del año 2000 se comenzó a adaptar este indicador a las empresas y a cualquier tipo de organización que dispusiera de cuentas contables, a partir de las cuales se puede extraer todos los consumos de energía, materiales y servicios (Doménech, 2004a, 2006b, 2007b). Sin embargo en 2010 Noelia López desarrolló una metodología propia para el cálculo de la HE en universidades, con el objetivo de evaluar el impacto ambiental asociado a actividades de docencia, investigación y gestión universitaria (López, 2008). La metodología hace referencia a los impactos generados por el gasto energético, consumo de papel y agua, movilidad y generación de residuos considerándose así a la universidad como un sistema integrado dentro de su entorno con entradas y salidas. La fórmula propuesta por López (2008), para el cálculo de la HE es la siguiente:

$$Huell\grave{a}\ Ecol\acute{o}gica\left(\frac{ha}{a\tilde{n}o}\right) = \left(\frac{Emisiones\ (t\ CO_2)}{C.Fijaci\acute{o}n\left(\frac{t\ CO_2}{\frac{ha}{a\tilde{n}o}}\right)}\right) + Superficie\left(\frac{ha}{a\tilde{n}o}\right)$$

López en 2008 presenta cinco categorías a considerarse para el cálculo de la HE, sin embargo otros autores (Doménech, 2006b, 2007b y Leiva, 2011, 2012) incorporan el área de construcción como una categoría más para su cálculo (Cuadro 1), las categorías



se aplican teniendo en cuenta que existen dos situaciones en cuanto al cálculo de los impactos ambientales:

1. Cálculo directo a partir de los consumos. 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 gas natural asociado a la cogeneración, consumo de papel por parte de personal docente e investigador y personal de administración y servicios y producción de residuos.

2. Determinación indirecta de los consumos a partir de datos estadísticos extraídos de encuestas. En estos casos no existen registros de cifras de consumo y producción de residuos, por lo que los datos se obtienen a partir de encuestas. Esto sucede en concreto para el análisis de movilidad (hábitos de transporte) de toda la comunidad universitaria y para el caso de consumo de papel por parte de los estudiantes.

**Cuadro 1.** Categorías de consumo y residuos consideradas para el cálculo de la Huella Ecológica en universidades.

| CATEGORÍA                     | CÁLCULO  | UNIDAD   |                |
|-------------------------------|--|--|----------------|
| Consumo de recursos naturales | Energía eléctrica  | Se basa en obtener las emisiones de CO <sub>2</sub> debido Al proceso de generación de la energía.   | kW/h           |
|                               | Papel  | El índice de generación de emisiones de CO <sub>2</sub> por cantidad de papel en el proceso de descomposición.   | Kg             |
|                               | 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. | m <sup>2</sup> |
|                               | Movilidad  | Cantidades de combustibles utilizadas anualmente. Los combustibles utilizados, diesel y gasolina, son llevados a toneladas de petróleo equivalente (tep).  | galones        |
|                               | Agua   | Las emisiones están en función de la energía eléctrica requerida por los sistemas de bombeo y tratamiento.   | m <sup>3</sup> |
| Producción de residuos        | El factor de emisión de CO <sub>2</sub> /Kg de residuos domésticos, industriales y peligrosos. | Kg   |                |

Fuente: Adaptado a Doménech, 2006a, 2006b, 2007b; López (2008); y Leiva, 2011, 2012.

### 2.2.1. Componentes de la Huella Ecológica

Los terrenos productivos que se consideran para el cálculo de la HE son las que aparecen en el Cuadro 2, establecidas por la red mundial Footprint Network en 2008. Estos a su vez se transforman en factores de productividad mismos que varían por producto, tipo de uso de la tierra, y nación. Sin embargo de manera global se consideran los factores de equivalencia los cuales varían sólo por tipo de uso de la tierra, y son idénticos para cualquier país en un año determinado (Carpio, 2013).

**Cuadro 2.** Componentes en el cálculo de la Huella Ecológica y factores de equivalencia en cada tipo de terreno de producción.

| COMPONENTES                                      | DEFINICIÓN  | FACTORES DE EQUIVALENCIA<br>hag/ha |
|--|---|------------------------------------|
| Huella de la absorción del carbono (Bosque)      | Calculada como la cantidad de terreno forestal requerido para absorber las emisiones de CO <sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles, cambios en los usos del suelo y procesos químicos, excepto la porción absorbida por los océanos. Estas emisiones son el único producto residual incluido en la HE. | 1,34                               |
| Huella de las tierras de pastoreo (Pastizales)   | Calculada a partir del área que utiliza el ganado para carne, lácteos, piel y lana  | 0,51                               |
| Huella de las zonas pesqueras (aguas marinas)    | Calculada a partir de la producción primaria estimada requerida para sostener las capturas de pescado y marisco, basada en los datos de captura de 1.439 especies marinas diferentes y más de 268 especies de agua dulce.   | 0,36                               |
| Huella de los cultivos (tierra para agricultura) | Calculada a partir del área utilizada para producir alimentos y fibra para consumo humano, alimento para el ganado, cultivos oleaginosos y caucho.  | 2,39                               |
| Huella de la tierra urbanizada (infraestructura) | Calculada a partir del área de tierra ocupada por infraestructuras humanas, incluyendo el transporte, viviendas, estructuras industriales y presas para energía hidroeléctrica.   | 2,39                               |

Fuente: Adaptado a WWF, 2008 y López, 2010.

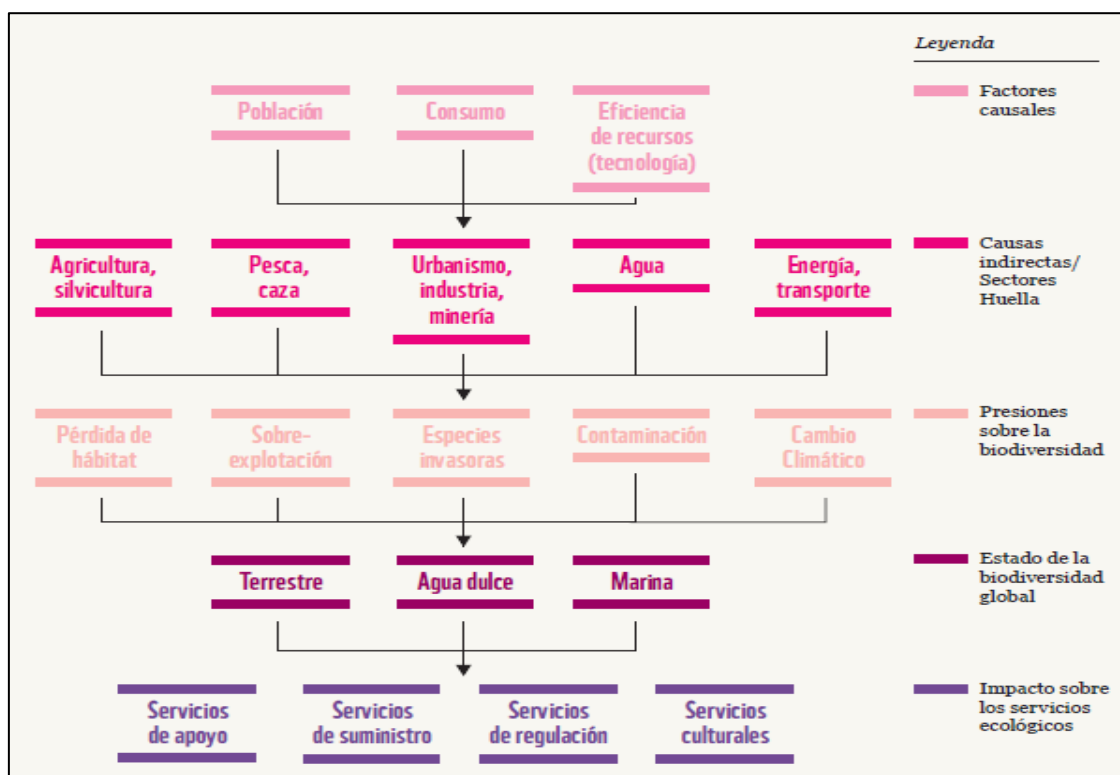
Los factores de equivalencia traducen un tipo específico de terreno (pastorea, bosques, zonas de pesca, etc.) en la unidad universal para el área productiva (hag). Estos factores de equivalencia están basados en medidas de la productividad del terreno en función de sus usos y de sus años (WWF, 2008).

## 2.2.2. Capacidad de fijación de Dióxido de Carbono

Yaranga y Villanueva (2013) expresan que la fijación de CO<sub>2</sub>, es un servicio ecosistémico que cumple funciones importantes para el bienestar humano, se basa en el proceso de transformación del carbono atmosférico a carbono orgánico almacenado en el suelo y en los sistemas vegetales (hojas, tallos y raíces). La capacidad de secuestrar Carbono de cualquier ecosistema terrestre depende principalmente de dos componentes: el área total de esos ecosistemas y el número de árboles por unidad de área.

## 2.3. CAUSAS Y EFECTOS DE LA HUELLA ECOLÓGICA

En la Figura 6 se analizan las causas y efectos del desequilibrio ecosistémico debido al incremento de la HE y disminución de la BC.



**Figura 6.** Causas y efectos de la Huella Ecológica y los servicios ecosistémicos. WWF, 2008.

Según WWF (2008) los servicios ecosistémicos son los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005). Entre ellos se incluyen:

- Servicios de suministro: bienes obtenidos directamente de los ecosistemas (alimentos, medicinas, madera, fibra, biocombustibles).

- Servicios de regulación: beneficios obtenidos de la regulación de procesos naturales (filtración del agua, descomposición de residuos, regulación climática, polinización de cultivos, regulación de algunas enfermedades humanas).
- Servicios de apoyo: regulación de funciones y procesos ecológicos básicos que son necesarios para el suministro de todos los demás servicios ecosistémicos (ciclo de nutrientes, fotosíntesis, formación de suelo).
- Servicios culturales: beneficios psicológicos y emocionales obtenidos de las relaciones del hombre con los ecosistemas (experiencias recreativas, estéticas y espirituales enriquecedoras).

Todas las actividades humanas hacen uso de los servicios ecosistémicos, pero también pueden presionar sobre la biodiversidad que sustenta estos servicios (Figura 6). Las cinco grandes presiones directas son:

- Pérdida de hábitat, alteración y fragmentación: principalmente a través de la transformación de terreno para uso agrícola, industrial, urbano o para acuicultura; presas y otras alteraciones de los sistemas fluviales para riego, energía hidráulica o regulación de caudales; y actividades pesqueras dañinas.
- Sobreexplotación de poblaciones de especies silvestres: captura de animales y recolección de plantas para alimentos, materiales o medicinas por encima de la capacidad reproductiva de la población.
- Contaminación: producida principalmente por un uso excesivo de plaguicidas en agricultura y acuicultura; vertidos urbanos e industriales y residuos mineros.
- Cambio climático: debido a los niveles crecientes de gases de efecto invernadero en la atmósfera provocado principalmente por la quema de combustibles fósiles, deforestación, y procesos industriales.
- Especies invasoras: introducidas deliberada o involuntariamente a una parte del mundo desde otra parte, que después se convierten en competidores, predadores o parásitos de especies autóctonas.

En gran parte, estas amenazas provienen de las demandas humanas de alimentos, bebida, energía y materiales, así como de la necesidad de espacio para pueblos, ciudades e infraestructuras. Estas demandas son satisfechas en su mayoría por unos pocos

sectores clave: agricultura, silvicultura, pesquerías, minería, industria, agua y energía. En conjunto, estos sectores forman las causas indirectas de pérdida de biodiversidad. El nivel de impacto sobre la biodiversidad depende de tres factores: el número total de consumidores, o población; la cantidad consumida por cada persona, y la eficiencia con la que los recursos naturales son convertidos en bienes y servicios (Doménech, 2006a).

La pérdida de biodiversidad puede producir estrés o degradación de los ecosistemas e incluso finalmente su colapso. Esto amenaza el suministro continuado de los servicios ecosistémicos que, a su vez, amenaza después a la biodiversidad y salud de los ecosistemas. Lo que es más importante, la dependencia de la sociedad humana de los servicios ecosistémicos hace que la pérdida de éstos sea una grave amenaza para el bienestar y desarrollo futuro de toda la gente, de todas partes del mundo (WWF, 2008).

## **2.4. ECO-EFICIENCIA**

Según Rival *et al.*, (2009), el concepto de eco-eficiencia está ligado al concepto de sostenibilidad, si bien mejorar la eco-eficiencia no implica garantizar la sostenibilidad. En efecto, aunque se logre un nivel de impacto ambiental bajo, el impacto ambiental absoluto puede exceder la capacidad del ecosistema. Kuosmanen y Kortelainen (2005) consideran útil el concepto de eco-eficiencia por dos razones: es el modo más efectivo de reducir los impactos ambientales, y además, las políticas derivadas son más fáciles de adoptar que las políticas que restringen el nivel de actividad económica.

El concepto y la búsqueda de la eco-eficiencia se justifican por la necesidad de lograr un objetivo de calidad ambiental a nivel microeconómico, bien mediante políticas públicas o mediante instrucciones y demostraciones a individuos y empresas (García y Cuesta, 2007).

La eco-eficiencia es "Proporcionar bienes y servicios a un precio competitivo, que satisfaga las necesidades humanas y la calidad de vida, al tiempo que reduzca progresivamente el impacto ambiental y la intensidad de la utilización de recursos a lo largo del ciclo de vida, hasta un nivel compatible con la capacidad de carga estimada del planeta" (WBCSD, 2010). También se puede entender la eco-eficiencia como la

relación entre el valor del producto o servicio producido por una empresa y la suma de los impactos ambientales a lo largo de su ciclo de vida.

Para una empresa la eco-eficiencia es "producir más con menos". Una gestión eco-eficiente de los procesos de producción o de los servicios de una empresa aumenta la competitividad de esta empresa ya que:

- Reduce el despilfarro de los recursos mediante la mejora continua.
- Reduce el volumen y toxicidad de los residuos generados.
- Reduce el consumo de energía y las emisiones contaminantes.
- Se reducen los riesgos de incumplimiento de las leyes y se favorecen las relaciones con la administración competente.

#### **2.4.1. Medidas operativas de eco-eficiencia**

##### *Buenas prácticas Ambientales*

Es el conjunto de recomendaciones y actuaciones sencillas y respetuosas con el medio ambiente y con la propia gestión ambiental. Si fin es, además de preservar el entorno natural, ayudar a que las personas y organizaciones asuman al medio ambiente como un factor positivo para optimizar la productividad y ahorrar tiempo y recursos (Bustos, 2013)

##### *Mejora de procesos*

Consiste en la transformación de factores productivos en bienes o servicios. Hay ahora que añadir que dicha transformación se hace mediante el uso de una tecnología, es así que los tres elementos que aparecen en el proceso de producción son: factores productivos los cuales debe disponer la empresa para poder llevar a cabo su actividad; la tecnología ésta mediante la combinación de los medios humanos y materiales para elaborar bienes y servicios; los bienes o servicios que la empresa produce, los cuales, recordemos, pueden ser finales (destinados al consumo inmediato) o de capital (destinados a ser utilizados para producir otros bienes) (Nakata, 2014).

##### *Producción más limpia*

La aplicación continúa de una estrategia ambiental preventiva integrada a los procesos, productos y servicios para aumentar la eficiencia global y reducir los riesgos

para los seres humanos y el medio ambiente. En los procesos de producción, la producción más limpia aborda el ahorro de materias primas y energía, la eliminación de materias primas tóxicas y la reducción en cantidades y toxicidad de desechos y emisiones. En el desarrollo y diseño del producto, la producción más limpia aborda la reducción de impactos negativos a lo largo del ciclo de vida del producto: desde la extracción de la materia prima hasta la disposición final. En los servicios, la producción más limpia aborda la incorporación de consideraciones ambientales en el diseño y entrega de los servicios (ONUDI, 2003).

#### *Tratamiento y valorización interna y externa*

Existen otras medidas operativas para la eco-eficiencia como el tratamiento y la valorización de las emisiones y los residuos producidos en los procesos de producción a través de la incorporación de técnicas ambientales. Si los residuos que genera un proceso productivo no se pueden incorporar al ciclo productivo hay otras opciones como son la venta de los mismos como subproducto, o la gestión por parte de un tercero de los residuos. Transformar un residuo en un subproducto útil para otra empresa es una manera de obtener ingresos con los residuos generados, así como darles un valor añadido y sobretodo una manera de solucionar un problema. En el caso que el residuo generado no tenga salida en el mercado como subproducto queda la opción de contratar gestores autorizados para la valorización de residuos (Rival *et al.*, 2009).

## **2.5. MARCO LEGAL**

### **2.5.1. Legislación Ambiental**

En los últimos años se han desarrollado un conjunto de leyes que afectan a la protección del ambiente. Legislación para proteger los espacios naturales, para la gestión de los residuos, instrumentos para la reducción de los gases invernadero, etc. La legislación ambiental intenta preservar el principio de "quien contamina paga", y el de "precaución".

La Ley de Gestión Ambiental (LGA) constituye el cuerpo legal específico más importante referente a la protección ambiental en Ecuador. Esta ley está relacionada directamente con la prevención, control y sanción a las actividades contaminantes a los recursos naturales y establece las directrices de política ambiental, así como determina

las obligaciones, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones dentro de este campo.

En la codificación de la LGA (10 de septiembre de 2004), se confirmó que el Ministerio del Ambiente (MAE) es la autoridad ambiental nacional (Art. 8) y estableció un Marco general para el desarrollo y aprobación de la normativa ambiental, dentro de los principios de desarrollo sustentable, establecidos en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, y ratificados en la Constitución Política de la República, 2008.

Además, se establece el Sistema Descentralizado de Gestión Ambiental como un mecanismo de coordinación transectorial, interacción y cooperación entre los distintos ámbitos, sistemas y subsistemas de manejo ambiental y de gestión de recursos naturales (Art. 5 y 8). Por otro lado dispone que el MAE, debe coordinar con los organismos competentes los sistemas de control para verificar el cumplimiento de las normas de calidad ambiental referentes al aire, agua, suelo, ruido, desechos y agentes contaminantes (Art. 9).

En otro contexto, mediante Registro Oficial No 298 del martes 12 de octubre del 2010, la Ley de Orgánica de Educación Superior la Ley Orgánica de Educación Superior expidió en su Art. 8, Literal f, menciona que uno de los fines de la Educación Superior es “Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional.”; Art. 9, “La educación superior es condición indispensable para la construcción del derecho del buen vivir, en el marco de la interculturalidad, del respeto a la diversidad y la convivencia armónica con la naturaleza.”; y en el Art. 13, Literal m, menciona que es función del Sistema de Educación Superior “Promover el respeto de los derechos de la naturaleza, la preservación de un ambiente sano y una educación y cultura ecológica.”.

### **2.5.2. Acuerdos voluntarios**

Los acuerdos voluntarios, son aquellos que se realizan entre empresas y/o sectores económicos y las administraciones públicas con el fin de conseguir compromisos por parte de las empresas para minimizar de forma voluntaria su impacto



ambiental o para facilitar el cumplimiento progresivo de la legislación ambiental vigente.

El Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 (PNBV), dentro de su objetivo 4: *“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”*, incluía la meta 4.3.2., que planteaba *“Disminuir la Huella Ecológica de tal manera que no sobrepase la Biocapacidad del Ecuador al 2013”*.

Dentro de este contexto, la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), de acuerdo a lo establecido en el Art. 118 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, priorizó el proyecto *“Identificación, Cálculo y mitigación de la Huella Ecológica del Sector Público y Productivo del Ecuador”* propuesta por el MAE.

El PNBV 2013-2017, propone en el objetivo 7 *“Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”*, tiene como meta *“aumentar la BC a 0.20 hectáreas globales por persona”*.

Por otro lado el Acuerdo Ministerial 131, publicado en 2010, expide *“Las Políticas Generales para promover las Buenas Prácticas Ambientales en entidades del Sector Público”*, con el objetivo de apoyar en la reducción de la contaminación ambiental. Este es de aplicación obligatoria para las entidades del sector público (Art. 141 de la Constitución).

En este caso, las Buenas Prácticas Ambientales (BPAs), conforme al criterio fundamentado técnicamente de la Autoridad Ambiental, deberán ser adaptadas a las necesidades y características de las organizaciones territoriales y las unidades básicas de participación, siguiendo un enfoque eco-sistémico.

Como incentivo a las instituciones, los Art. 4 y 5 mencionan que el MAE otorgará el *“Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental”* a las entidades que reduzcan su porcentaje de contaminación y consumo de recursos, en base a los indicadores de BPAs y sustentabilidad.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. UBICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

##### **3.1.1. Descripción del área de estudio**

El área de estudio comprende una población total de 878 en 2014, de los cuales 713 son estudiantes, 80 docentes (contratados y permanentes) y 85 pertenecen al personal administrativo y de servicio. Su máxima autoridad administrativa es el director de área seguido de los coordinadores de carrera y las comisiones académicas. Está conformada por un área aproximada de 2,6 ha, la cual está integrada por los siguientes componentes:

- Carreas de especialización: Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Ingeniería Forestal, Ingeniería Agronómica, Ingeniería Agrícola y Medicina Veterinaria y Zootecnia;
- Laboratorios de investigación: Ambiental, Suelos y aguas, Sanidad Vegetal, Fisiología, Bromatología; entre otros;
- Hospital docente Veterinario;
- Bar de alimentos;
- Biblioteca;
- Copiadora;
- Bloque de oficinas de administración;
- Zonas verdes de recreación;
- Vías peatonales y viales;
- Parqueaderos.

##### **3.1.2. Ubicación Política y Geográfica**

En la Figura 7 se presenta el mapa base del AARNR la cual se encuentra ubicada en la ciudadela universitaria “Guillermo Falconí Espinosa”, barrio La Argelia, perteneciente a la ciudad de Loja, cantón y provincia del mismo nombre. Limita al norte con los bloques de Administración Central, al sur con la estación meteorológica La Argelia, al este con el estadio universitario y al oeste con los bloques del Área de Educación, Arte y la Cultura.

Según el Centro Integrado de Geomática Integral (CINFA, 2015), está comprendida en las siguientes coordenadas geográficas:

- Latitud sur: 699 370 y 699 585
- Longitud oeste: 9 553 593 y 9 553 798

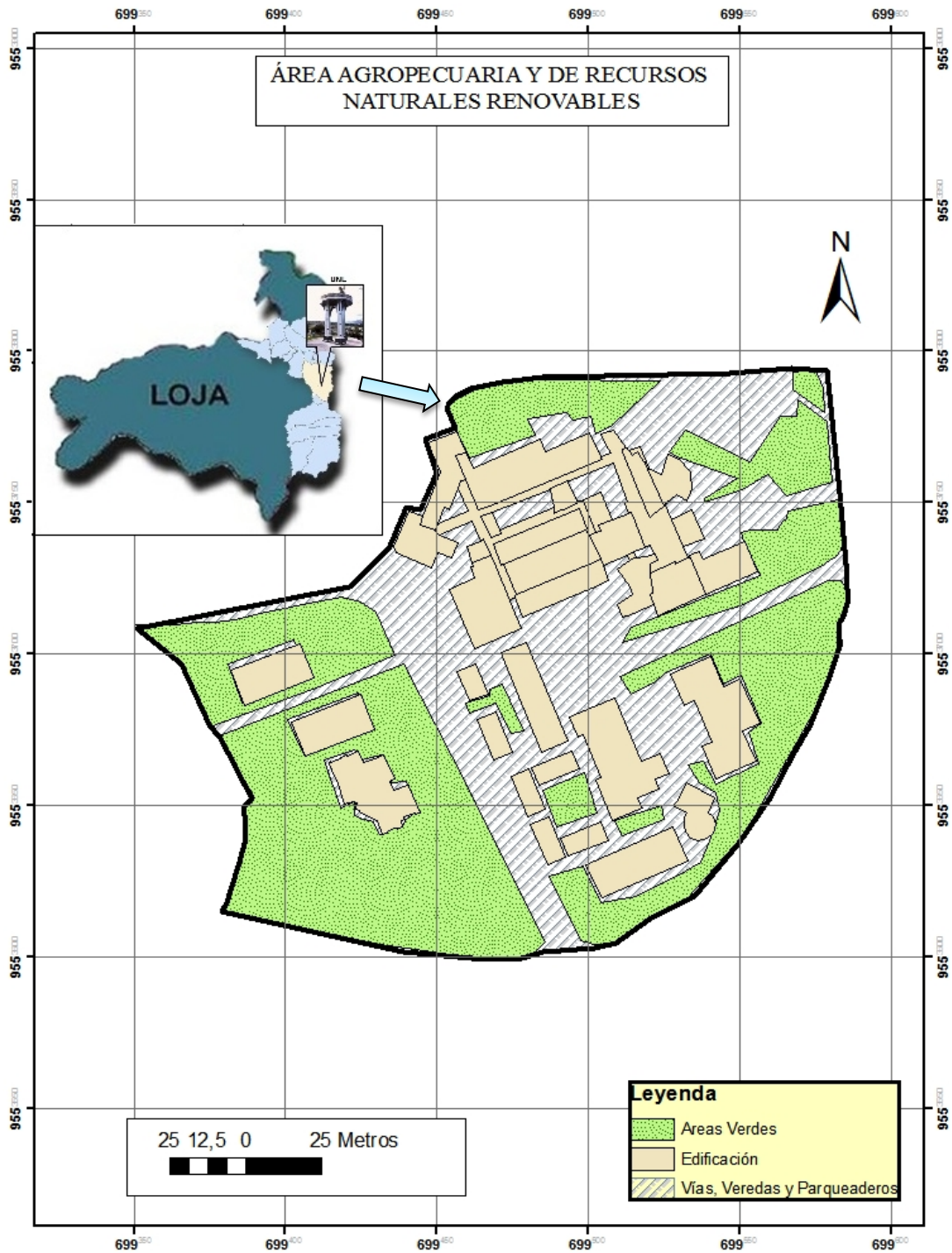


Figura 7. Mapa base y componentes del área de estudio. Elaboración propia, 2015.

## **3.2. MATERIALES**

- Computadora
- Impresora
- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Encuestas
- Facturas
- Programa ArcGis 10.

## **3.3. METODOLOGÍA**

### **3.3.1. Estimación de la Huella Ecológica**

En el presente trabajo se tomó el manual “*Metodología para el cálculo de la Huella Ecológica en Universidades*” propuesta por Noelia López Álvarez, de la oficina de desarrollo sostenible, universidad de Santiago de Compostela, en España; además estudios presentados por Doménech, 2006b, 2007b y Leiva, 2011, 2012 como bases de cálculo de la HE. Cabe mencionar que estas metodologías son basadas y adaptadas a la propuesta por Rees y Wackernagel (1996).

El impacto asociado al consumo de recursos naturales y generación de residuos se determinó a partir de las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de energía eléctrica; consumo de papel; construcción de edificios; movilidad; consumo de agua; y generación de residuos. Estas emisiones fueron posteriormente traducidas a superficie de bosque necesaria para asimilarlas (Huella de la absorción del carbono y Huella de la tierra urbanizada. Cuadro 2).

Para el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> se emplearon factores de emisión, obtenidos de diversas fuentes; teniendo en cuenta que existen dos escenarios en cuanto al cálculo. Cálculo Directo: se procedió así para los consumos de energía eléctrica, papel por parte del personal docente, administrativo y de servicio, construcción de edificios, movilidad (por parte de los vehículos pertenecientes al AARNR), agua y generación de residuos. Y determinación indirecta a partir de encuestas: esto sucedió para movilidad (estudiantes, docentes y personal administrativo y de servicio) y consumo de papel por parte de los estudiantes (ver en Anexos 1 y 2).

Las encuestas se determinaron mediante una muestra representativa de estudiantes, docentes y personal administrativo y de servicio, mediante la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{(N-1) * e^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Dónde:

|            |                       |        |
|------------|-----------------------|--------|
| n:         | Tamaño de muestra     |        |
| N:         | Población en el AARNR | (878)  |
| Z:         | Nivel de confianza    | (1,96) |
| $\sigma$ : | Desviación estándar   | (0,5)  |
| e:         | Error de estimación   | (0,01) |

Posteriormente se aplicó la siguiente ecuación con la finalidad de que los resultados obtenidos por las encuestas sea el aproximado para toda el AARNR:

$$\text{Valor}_{AARNR} = \text{F. Extracción} * \text{Valor}_{\text{Encuesta}}$$

$$\text{F. Extracción} = \frac{\text{Población}}{\text{Muestra}}$$

Para la determinación de la fijación media de carbono para un terreno forestal se utilizó la información de Aguirre y Aguirre (2004) en un bosque montano de 35 años de edad del cantón Loja, el mismo que arrojó valores de fijación biomasa (viva o muerta) de 1,2 t C/ha/año, que traducido a fijación de CO<sub>2</sub>, equivale a 4,404 t CO<sub>2</sub>/ha/año, valor que se lo utilizó como capacidad de fijación (Quichimbo, 2015).

Así teniendo en cuenta las explicaciones anteriores, la HE en el AARNR se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{Huella Ecológica} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) = \left( \frac{\text{Emisiones} (t \text{ CO}_2)}{\text{C.Fijación} \left( \frac{t \text{ CO}_2}{\frac{\text{ha}}{\text{año}}} \right)} \right) + \text{Superficie del AARNR} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right)$$

En este estudio, se calculó el área de bosque requerido para absorber el CO<sub>2</sub> producido por el consumo de recursos mencionados anteriormente, esto a partir de la

cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación de la masa forestal.

Para comparar los resultados de HE obtenidos en el AARNR, con resultados a nivel local, nacional y mundial, se expresó la HE a hag, que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos. La transformación se realizó mediante la siguiente conversión:

$$HE_{AARNR} \left( \frac{\text{hag}}{\text{año}} \right) = HE_{AARNR} \left( \frac{\text{ha}}{\text{año}} \right) * \text{Factor de equivalencia}$$

En el Cuadro 2 se presenta diferentes factores de equivalencia, en el caso del AARNR se empleó el correspondiente a bosques (Huella de la absorción del carbono), ya que se asume que las emisiones producidas en el AARNR son asimilados por este tipo de superficie, además se consideró el valor correspondiente a asentamientos humanos ya que el presente estudio considera la infraestructura del AARNR.

#### *Calculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>*

Para el cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub>, se dispuso de datos de consumos registrados en los diferentes departamentos de contabilidad del AARNR. A estos datos de consumo, se les aplicó directamente el factor de emisión, tal como se muestra en la siguiente fórmula, donde “un” indica las unidades en las que se computa cada consumo considerado:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{Consumo (un)} * \text{Factor de Emisión} \left( \text{kg CO}_2\text{/un} \right)$$

Una vez que se conocen los factores de emisión y se dispone de los datos de consumo, únicamente hay que multiplicar para conocer las emisiones asociadas tal y como se ha explicado en la fórmula anterior.

#### *Consumo de energía eléctrica*

El consumo energético fue uno de los factores determinantes en el cálculo de la HE dentro del AARNR, ya la mayor parte de las actividades que se llevan a cabo en la institución van acompañadas de un considerable gasto de energía, tales como: iluminación de los bloques de estudio, oficinas y pasillos, el uso de equipos

electrónicos, etc. En el Cuadro 3 se presentan los medidores correspondientes al AARNR. Y en el Cuadro 4 se muestra el correspondiente factor de emisión.

**Cuadro 3.** Ubicación y número de medidores correspondientes al AARNR.

| UBICACIÓN                      | No. MEDIDOR |
|--------------------------------|-------------|
| Ing. Agronómica                | 32312       |
| Ing. Agrícola                  | 200299      |
| Ciencias Agrícolas             | 205832      |
| Ciencias Agrícolas-Laboratorio | 33220       |
| Ing. Forestal                  | 200243      |
|                                | 203837      |
| Veterinaria                    | 206208      |
|                                | 205638      |
| Promader                       | 21443       |
| Copiadora                      | 1245787     |
| Tienda universitaria           | 22630       |
| Radio Universitaria            | 205579      |
| Ex Ceracit                     | 206297      |

Fuente: Elaboración propia, 2015.

### Consumo de papel

Debido a la actividad inminentemente académica del área de estudio, el consumo de papel por parte de los alumnos y del personal docente, administrativo y de servicios es elevado, por lo cual se consideró para el cálculo de la HE.

Para el caso del personal docente, administrativo y de servicios, se obtuvo mediante el método directo antes descrito y para los estudiantes se recopiló mediante encuestas realizadas en el presente año. En el Cuadro 4 se detallan los factores de emisión para el caso de papel virgen y papel reciclado.

Se tuvo en cuenta los conversores nombrados anteriormente, concretando más, del siguiente modo para calcular la cantidad en toneladas del papel usado:

$$P = \frac{g * N}{16.03 \times 10^3}$$

Dónde:

- P:           Peso de papel (Kg)  
g:           Gramaje del papel ( $g/m^2$ )  
N:           Número de hojas

### Construcción de edificios

La consideración de este tipo de consumo para el cálculo de la HE se debe a que en el mundo actual se estima, tanto en la construcción como en el funcionamiento, los edificios ocasionan el 32% de las emisiones mundiales de CO<sub>2</sub>.

Según Cuchi, 1999 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 MIES la generación total de CO<sub>2</sub> de los edificios, es de 475 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> en toda su vida útil, por tanto para obtener la tasa anual de emisión de CO<sub>2</sub> debido a las edificaciones dividimos este valor por 50 (tiempo de vida útil) y se obtiene 9,5 Kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> al año (Cuadro 4).

### Movilidad

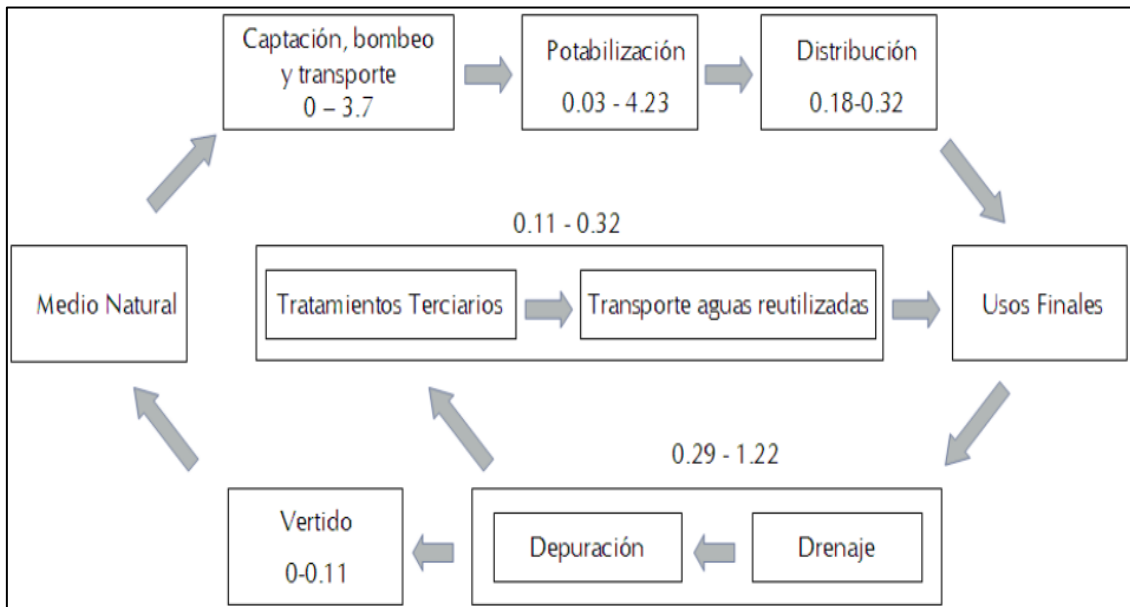
Para evaluar las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a los medios de transporte empleados por los estudiantes, y el personal administrativo y de servicio del AARNR se llevó a cabo una encuesta (Anexo 3) donde se preguntó, entre otras cosas, el medio de transporte utilizado al desplazarse desde su domicilio hasta la UNL. A partir de los datos obtenidos se pudo conocer el tipo de medio de transporte y número de kilómetros recorridos anualmente. Estos valores fueron necesarios para estimar el factor de emisión en kilogramos de CO<sub>2</sub> asociadas al transporte (Cuadro 4).

Por otro lado para evaluar las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a los medios de transporte pertenecientes al AARNR, se tuvo en cuenta las cantidad de combustible utilizado anualmente por cada vehículo en el 2014; 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 CO<sub>2</sub> liberado a la atmósfera con la quema de este combustible, se utilizó el índice de 3 t CO<sub>2</sub> por cada tep consumida. La cantidad de CO<sub>2</sub> emitida a la atmósfera por movilidad se la obtiene multiplicando la cantidad total de combustible consumido por 3 t CO<sub>2</sub>.



### Consumo de agua

El consumo de agua en los centros educativos también lleva asociado un porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>. Estas emisiones son debidas principalmente al gasto energético que se produce en el proceso de potabilización del agua así como de la posterior depuración de las aguas residuales. En función de ambas se hace una aproximación de la HE derivada del consumo de agua. Hay que señalar que en el AARNR se utiliza agua entubada y que ésta no se somete a un proceso de potabilización y tratamiento de depuración, por lo cual se consideró los valores que corresponden a la captación, bombeo, transporte y distribución (Figura 8). En el Cuadro 4 se detalla las emisiones generadas por el consumo de agua.



**Figura 8.** Referencia del consumo de energía eléctrica en el ciclo del agua, en kW/h/m<sup>3</sup>. CEC, 2005.

### Generación de Residuos

En este apartado se tuvo en cuenta diferentes categorías de residuos que se generan en el AARNR, como: residuos urbanos (orgánicos e inorgánicos) y residuos peligrosos (sustancias químicas, líquidos de laboratorio, etc.). Los datos son obtenidos de un estudio realizado por Peralta y Velepucha en 2011. En el Cuadro 4 se muestra el correspondiente factor de emisión.

**Cuadro 4.** Factores de emisión para las categorías consideradas en el cálculo de la Huella Ecológica en AARNR.

| CATEGORIA                    |  | FACTORES DE EMISIÓN                     |                             |
|------------------------------|--|---|-----------------------------|
| Consumo de energía eléctrica |  | 0,23 Kg CO <sub>2</sub> /kWh            |                             |
| Consumo de papel             | Fibra virgen                             | 1,84 ton CO <sub>2</sub> /ton papel     |                             |
|                              | Reciclado                                | 0,61 ton CO <sub>2</sub> /ton papel     |                             |
| Construcción de edificios    |  | 9,50 kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> |                             |
| Movilidad                    | Automóvil                                | 1 ocupante                              | 0,20 Kg CO <sub>2</sub> /Km |
|                              |  | 2 ocupantes                             | 0,10 Kg CO <sub>2</sub> /Km |
|                              |  | 3 ocupantes                             | 0,07 Kg CO <sub>2</sub> /Km |
|                              |  | 4 ocupantes                             | 0,05 Kg CO <sub>2</sub> /Km |
|                              | Bus                                      | 0,04 Kg CO <sub>2</sub> /Km             |                             |
|                              | Moto                                     | 0,07 Kg CO <sub>2</sub> /Km             |                             |
| Consumo de agua              | Coste energético 0,18 kWh/m <sup>3</sup> | 0,23 Kg CO <sub>2</sub> /kWh            |                             |
| Generación de residuos       | Urbanos                                  | Orgánicos                               | 0,61 Kg CO <sub>2</sub> /Kg |
|                              |  | Inorgánicos                             |                             |
|                              | Peligrosos                               |   |                             |

Fuente: Adaptado a Doménech, 2006a, 2006b, 2007b; López (2008); y Leiva, 2011, 2012.

### Biocapacidad

La BC correspondiente al AARNR se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$BC = A * YF * EQF$$

- A: Área disponible para un uso de suelo determinado  
 YF: Factor de rendimiento  
 EQF: Factor de equivalencia

### Déficit Ecológico

Una vez conocida la HE y BC, se determinó la presencia o ausencia de DE en el AARNR, lo cual se obtuvo mediante la siguiente relación:

$$BC - HE$$

Donde, si la relación es:

> 0 habrá un Superávit Ecológico, y si es

< 0 habrá un DE

### **3.3.2. Propuesta de medidas de eco-eficiencia para la reducción progresiva de impactos ambientales.**

Las técnicas y procedimientos de minimización tienen cabida en cualquier proceso productivo y pueden ser muy diversos, sin embargo no tienen por qué estar basados en tecnologías de punta o requerir grandes inversiones de capital. Muchas técnicas son simples cambios en el manejo de materiales o buenas prácticas de mantenimiento (Ramírez, 2013).

De acuerdo al contexto anterior, para el cumplimiento del presente objetivo se elaboró un manual de BPAs, para lo cual se utilizó toda la información obtenida a lo largo del desarrollo de la investigación. La estructura del manual fue basada a los requerimientos del MAE la misma que consta de lo siguiente:

1. Introducción
2. Justificación
3. Marco Legal
4. Marco Conceptual
5. Buenas Prácticas Ambientales
6. Aplicación de Buenas Prácticas Ambientales para el Uso Sostenible de Recursos
7. Capacitación en Temas Ambientales a la Colectividad Universitaria
8. Seguimiento y Evaluación
9. Participación de la Colectividad Universitaria
10. Responsabilidades y Compromisos

## 4. RESULTADOS

A continuación se presenta los resultados obtenidos en el presente estudio.

### 4.1. ESTIMACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA

#### 4.1.1. Consumo de energía eléctrica

El AARNR cuenta con 13 medidores de energía eléctrica, mismos que se encuentran ubicados en laboratorios, bloques de estudio, hospital veterinario y otros lugares (ver Anexo 3). Para el presente estudio se registró el consumo de kWh por cada mes del año 2014, obteniendo así el consumo anual (Cuadro 5).

Las toneladas de emisión de CO<sub>2</sub> emitidas, se obtuvieron multiplicando el consumo anual por el factor de emisión correspondiente y seguidamente se transformó las emisiones obtenidas de Kg a t de emisión. Así para los apartados siguientes.

**Cuadro 5.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por consumo de energía eléctrica.

| CONSUMO ANUAL<br>kWh | FACTOR DE EMISIÓN<br>Kg CO <sub>2</sub> /kWh | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|----------------------|--|--|
| 143649               | 0,233  | 33,47                                      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

#### 4.1.2. Consumo de papel

El consumo de papel se lo obtuvo mediante el método directo e indirecto (ver Anexo 4 y Anexo 5). Las emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de papel por parte de estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio, se detalla en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por consumo de papel.

| ESTRATO  | CONSUMO ANUAL<br>Kg | FACTOR DE EMISIÓN<br>Kg CO <sub>2</sub> /Kg residuo | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|--|---------------------|---|--|
| Docentes y personal administrativo y de servicio | 734,35              | 1,84  | 1,35                                       |
| Estudiantes                                      | 1178,5              |   | 2,17                                       |
| Papel virgen                                     |                     |   |  |
| Papel reciclado                                  | 248,82              | 0,61  | 0,15                                       |
| TOTAL  | 1427,32             |   | 8,98                                       |

\*Valor utilizando la fórmula de interpolación (3,29).

Fuente: Elaboración propia, 2015.

#### 4.1.3. Construcción de edificios

El AARNR cuenta con un área aproximada de 2,67 ha, misma que comprende áreas verdes, edificación, parqueaderos, vías y veredas. Sin embargo para el presente apartado se consideró solo el área edificada siendo esta los edificios, vías, veredas y parqueaderos (ver Anexo 7), en el Cuadro 7 se presentan las toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas a la atmosfera.

**Cuadro 7.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por edificación.

| SPERFICIE EDIFICADA<br><i>ha</i> | FACTOR DE EMISIÓN<br>kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|----------------------------------|---|--|
| 2,13                             | 9,5   | 20,24                                      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

#### 4.1.4. Movilidad

En la UNL a partir del 2014 se restringió la entrada de vehículos particulares a la institución, permitiendo así únicamente el ingreso de vehículos de docentes, personal administrativo y de servicio. En los Anexos 9-12 se detallan el número de personas que hacen uso del transporte público y privado, tipo de vehículo, etc. Cabe mencionar que hasta el año 2014 los estudiantes del AARNR tenían doble jornada (7:30-12:30 y 15:00-16:00) por lo cual toda la comunidad educativa de esa área se trasladaba con frecuencia cuatro veces a la UNL. En el Cuadro 8 se presentan las toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas a la atmosfera.

**Cuadro 8.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad. Transporte de docentes personal administrativo y de servicio y estudiantes.

| TIPO DE VEHÍCULO | FACTOR DE EMISIÓN<br>Kg CO <sub>2</sub> /Km | Km. RECORRIDOS<br>AL AÑO | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|------------------|---|--------------------------|--|
| Automóvil        | 0,20*                                       | 38016                    | 7,60                                       |
| Bus              | 0,04  | 720576                   | 28,82                                      |
| Moto             | 0,07  | 11232                    | 0,79                                       |
| Caminata         | **  | 36288                    | -----                                      |
| Bicicleta        | **  |                          |  |
| SUBTOTAL         |   |                          | 37,21                                      |
| TOTAL            |   |                          | 122,42***                                  |

\*Se tomó el valor de emisión de un ocupante por vehículo ya que en su mayoría las personas que se trasladan a la UNL en vehículo viajan solas (ver Anexo 9).

\*\*Se considera que la generación de CO<sub>2</sub> por caminar o conducir una bicicleta no es cuantificado para el cálculo de la HE.

\*\*\*Valor utilizando la fórmula de interpolación.

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En la UNL a partir de mayo-junio del 2014 todos los vehículos pasaron a prestar servicios a toda la comunidad universitaria, dejando de pertenecer exclusivamente a cada área académica (Anexo 13), sin embargo en el presente estudio se registró el consumo de diesel y gasolina por los vehículos que hasta la fecha mencionada prestó servicio exclusivo al AARNR. En el Cuadro 9 se presentan las toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas a la atmosfera.

**Cuadro 9.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad. Vehículos pertenecientes al AARNR.

| CONSUMO ANUAL<br><i>galones</i> | FACTOR DE EMISIÓN<br>ton CO <sub>2</sub> | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|---------------------------------|--|--|
| 845                             | 3  | 9,4809x10 <sup>-3</sup>                    |

Fuente: Elaboración propia, 2015.

En el Cuadro 10 se presente el total de las toneladas de CO<sub>2</sub>, emitidas a la atmosfera por parte de movilidad en el AARNR.

**Cuadro 10.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por movilidad en el AARNR.

| ESTRATO   | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|---|--|
| Trasporte de docentes personal administrativo y de servicio y estudiantes | 122,36                                     |
| Vehículos pertenecientes al AARNR.  | 9,4809x10 <sup>-3</sup>                    |
| <b>TOTAL</b>  | <b>122,37</b>                              |

Fuente: Elaboración propia, 2015.

#### 4.1.5. Consumo de agua

El AARNR no cuenta con el servicio de agua potable, sin embargo es abastecida por agua entubada, misma que requiere de energía eléctrica para el proceso de bombeo y distribución, ésta energía ha sido cuantificada y se ha utilizado el factor de emisión de energía eléctrica para determinar las toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por este tipo de consumo (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por el consumo de agua.

| GENERACIÓN ANUAL<br>m <sup>3</sup> | COSTE ENERGÉTICO<br>kWh/m <sup>3</sup> | FACTOR DE EMISIÓN<br>Kg CO <sub>2</sub> /kWh | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|------------------------------------|--|--|--|
| 12160                              | 3,70                                   | 2,33   | 104,83                                     |

Fuente: Elaboración propia, 2015

#### 4.1.6. Generación de Residuos

Este apartado ha sido estimado por los datos presentados en el estudio realizado para la tesis de grado de Velepucha y Peralta realizada en 2011(ver Anexo 14). Las emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas por los residuos sólidos se presentan en el Cuadro 12.

**Cuadro 12.** Toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera por la generación de residuos.

| GENERACIÓN ANUAL<br>Kg | FACTOR DE<br>EMISIÓN Kg CO <sub>2</sub> /Kg | EMISIÓN DE CO <sub>2</sub><br>EN TONELADAS |
|------------------------|---|--|
| 67342,32               | 0,61  | 41,08                                      |

Fuente: Elaboración propia, 2015

#### 4.1.7. Huella Ecológica

La HE de cada uno de los consumos y generación de residuos en el AARNR se presentan en el Cuadro 13. Para conocer la HE por persona se dividió el total de HE *ha/año* para la población del AARNR, obteniendo un valor de 0,09 *ha/persona/año*; ó en tal caso 0,12 *hag/persona/año*.

**Cuadro 13.** Emisiones de CO<sub>2</sub> y valores de Huella Ecológica por el consumo de recursos y generación de residuos en el AARNR en 2014.

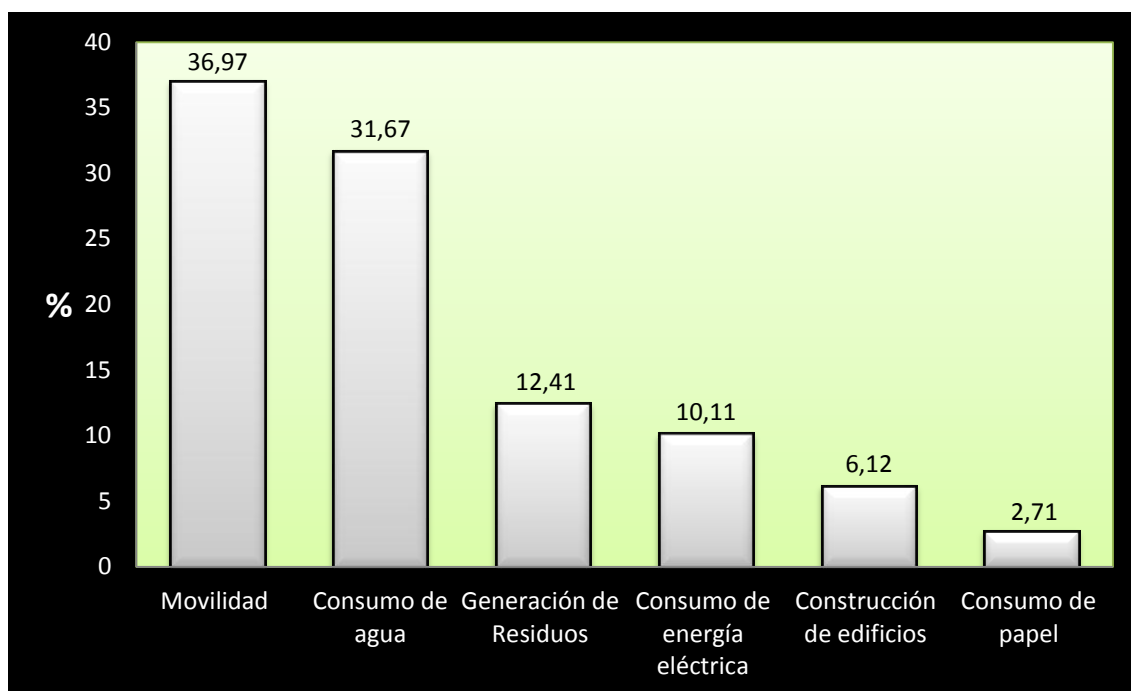
| CATEGORÍA                    | EMISIONES<br><i>ton CO<sub>2</sub>/año</i> | HUELLA<br>ECOLÓGICA<br><i>ha/año</i> | HUELLA<br>ECOLOGICA<br><i>hag/año</i> |
|------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Consumo de energía eléctrica | 33,47                                      | 10,27                                | 13,76                                 |
| Consumo de papel             | 8,98                                       | 4,71                                 | 6,31                                  |
| Construcción de edificios    | 20,24                                      | 7,27                                 | 9,74                                  |
| Movilidad                    | 122,42                                     | 30,46                                | 40,81                                 |
| Consumo de agua              | 104,83                                     | 26,47                                | 35,47                                 |
| Generación de Residuos       | 41,08                                      | 12,00                                | 16,08                                 |
| TOTAL                        | 330,97                                     | 77,82                                | 104,28                                |

Fuente: Elaboración propia, 2015

Por otro lado conocida la cantidad de t CO<sub>2</sub>/año emitidas a la atmosfera se calculó el área que se requiere para absorber las t CO<sub>2</sub>/año generadas en 2014, siendo esta de aproximadamente 75,15 ha.

Como se aprecia en la Figura 9 el factor que mayor porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub> y por ende HE presentó es el apartado de movilidad (37%), seguido del consumo de agua (32%) y posteriormente con la generación de residuos sólido y consumo de

energía eléctrica con 12% y 10% respectivamente, mientras tanto la construcción de edificios y consumos de papel presentaron el menor porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub> (6% y 3%).



**Figura 9.** Emisiones de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmosfera en el AARNR en 2014. Elaboración propia, 2015.

#### 4.1.8. Biocapacidad

La BC fue estimada tomando como *área disponible para uso de suelo determinado* a las áreas verdes existentes en el AARNR, mismas que corresponden a 1,34 ha; el *factor de rendimiento* se lo tomó como 0 ya que consideró el territorio como un terreno de producción equivalente a bosques, debido a que este es el responsable de la absorción de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles fósiles, cambios en los usos del suelo y procesos químicos dentro del área de estudio; y por último se tomó en cuenta el *factor de equivalencia* presentado por WWF, 2008 y López 2010, el cual es de 1,34 hag/ha. Por tanto la BC en el AARNR es de 1,79 hag/persona/año.

#### 4.1.9. Déficit Ecológico

De acuerdo a la relación de entre la HE y BC se determinó que en el AARNR no existe DE ya que el valor de BC es superior al valor de HE.

$$1,79 \text{ hag/persona/año} - 0,12 \text{ hag/persona/año} = 1,69 > 0$$



## **4.2. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ECO-EFICIENCIA PARA LA REDUCCIÓN PROGRESIVA DE IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **4.2.1. Introducción**

EL Ministerio del Ambiente (MAE), como ente rector de la gestión ambiental a nivel nacional, viene aplicando desde el 2012 el proyecto Huella Ecológica (HE), esta iniciativa se la trabaja en tres ejes principales: el cálculo de la HE a nivel nacional, institucional y sectorial. Con el cálculo de la HE institucional, se generó la iniciativa denominada: *“Buenas Prácticas Ambientales para reducción de la Huella Ecológica, hacia una gestión sostenible en Universidades y Escuelas Politécnicas”*, con el objetivo de incluir a la comunidad universitaria en las acciones que lleva a cabo el MAE para mejorar la relación con el medio ambiente, como también un requisito para la certificación de aplicación al Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental “Punto Verde”. Ante este contexto, el presente manual de Buenas Prácticas Ambientales (BPAs) contribuirá a la reducción de la HE en el Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables (AARNR) correspondiente a 2014 (MAE, 2013a y 2013b).

Una de las prioridades del AARNR en lo referente a la docencia, es haber puesto énfasis en buscar excelencia académica, a través de la revisión de la pertinencia de las carreras, en relación a las necesidades sociales. Las carreras de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Forestal, Agronomía, Agrícola y Medicina Veterinaria y Zootecnia, están relacionadas con el quehacer agropecuario y tienen que responder a las necesidades que demanda la sociedad; es decir, revisar adecuadamente el perfil de egreso y cuáles son las competencias que tienen las carreras en determinados momentos y circunstancias (UNL, 2014).

### **4.2.2. Justificación**

El manual de BPAs constituye un aporte para la conservación del entorno natural que permitirá alcanzar el buen vivir consagrado en la Constitución vigente en Ecuador, además se justifica plenamente ya que el manual es una herramienta didáctica para administrativos que permitirá contribuir en un proceso de interaprendizaje permanente donde los estudiantes y los actores educativos adquieran valores ambientales, desarrollen habilidades, actitudes y criterios necesarios para tomar decisiones a favor de un ambiente saludable.

Por otra parte, el presente manual y la gestión de las actividades con las autoridades del AARNR, permitirán cambios significativos en la institución y población universitaria que propiciarán de procesos y mecanismos en la educación ambiental que permitan responder de manera efectiva y contextualizada al uso eficiente de los recursos y manejo de residuos. Como seres humanos, debemos asumir una serie de desafíos, en una sociedad cada día más consciente de la necesidad de revertir y minimizar los efectos de la contaminación ambiental ocasionada.

El manual de BPAs para el AARNR tiene como objetivo principal facilitar la aplicación de las actividades relacionadas con el uso eficiente de recursos y manejo de residuos en la comunidad universitaria, en busca de mejorar las condiciones higiénicas y un ambiente sano. Entre sus objetivos específicos esta:

- Lograr que los actores educativos, tengan conciencia clara de la importancia en el uso eficiente de recursos y manejo adecuado de los residuos.
- Lograr que los actores educativos: prevengan, detecten y enfrenten con soluciones posibles a los impactos ambientales ocurrentes en la institución.
- Difundir el uso eficiente de los recursos y manejo adecuado de los residuos a la comunidad universitaria.

Mediante la correcta aplicación de las prácticas indicadas, se podrá optimizar la gestión de los residuos y productos peligrosos, así como el consumo racional del agua. También se pueden incentivar las compras verdes, reducir la contaminación sónica y la ocasionada por el transporte.

#### **4.2.3. Marco Legal**

##### ***Constitución de la República del Ecuador***

La constitución Política de la República del Ecuador, expide el 20 de octubre de 2008 mediante Registro Oficial No.449, lo concerniente a la aplicación de BPAs, señalando que “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*... (Art. 14)”, además que “El estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnológicas ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto... (Art. 15)”. El Art. 71, en su tercer párrafo manifiesta que “el Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los

colectivos para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que conforman un ecosistema...”.

Los Art. 278 y 395 en el sus segundos numerales expresan que “...las personas y las colectividades, y sus diversas formas organizativas les corresponde, producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad social y ambiental...”, como también “...se reconoce como principio ambiental, las políticas de gestión ambiental que se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del estado en todos sus niveles y por todas las persona naturales en el territorio nacional....”.

Con concreto el Art. 413, manifiesta que “el Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, debajo impacto y que no se pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho del agua.”.

### ***Ley de Gestión Ambiental***

Según el MAE (2013), la codificación de la Ley de Gestión Ambiental (LGA), se expidió mediante Registro Oficial Suplemento 418 de 10 de septiembre de 2004, codificación 19. La LGA establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores público y privado en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esa materia.

La codificación de la LGA se sujeta a los principios de solidaridad, corresponsabilidad, cooperación, coordinación, reciclaje y reutilización de desechos. Utilización de tecnológicas alternativas ambientalmente sustentables y respeto a las culturas y prácticas tradicionales, según lo estipula en el Art. 2.

El Art. 8, establece que la autoridad ambientalmente nacional será ejercida por el MAE, que actuará como instancia rectora, coordinadora y reguladora del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental, sin perjuicio de las atribuciones que dentro del ámbito de sus competencias y conforme las leyes que las regulan, ejerzan otras instituciones del Estado.

### ***Ley Orgánica de Ley de Educación Superior***

Mediante Registro Oficial No 298 del martes 12 de octubre del 2010, se expidió la Ley de Orgánica de Educación Superior, que en sus artículos 8, 9 y 13, señala.

Art. 8, Literal f, menciona que uno de los fines de la Educación Superior es “Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional.”. Art. 9, “La educación superior es condición indispensable para la construcción del derecho del buen vivir, en el marco de la interculturalidad, del respeto a la diversidad y la convivencia armónica con la naturaleza.”. Art. 13, Literal m, menciona que es función del Sistema de Educación Superior “Promover el respeto de los derechos de la naturaleza, la preservación de un ambiente sano y una educación y cultura ecológica.”.

### ***Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017***

El Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 (PNBV), dentro de su objetivo 4: “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable”, incluía la meta 4.3.2., que planteaba “Disminuir la Huella Ecológica de tal manera que no sobrepase la Biocapacidad del Ecuador al 2013”.

Dentro de este contexto, la Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo, el 15 de noviembre del 2011, de acuerdo a lo establecido en el Art. 118 del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, priorizó el proyecto “*Identificación, Cálculo y mitigación de la Huella Ecológica del Sector Público y Productivo del Ecuador*” propuesta por el MAE, considerando que la propuesta se enmarcaba dentro de los objetivo y metas del Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013.

El PNBV 2013-2017, propone en el objetivo 7 “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global”, tiene como meta “aumentar la BC a 0.20 hectáreas globales por cápita”.

### ***Política Ambiental Nacional***

La Política Ambiental Nacional (PAN) publicada en 2009, cuenta con seis políticas y 37 programas, con sus respectivos proyectos y metas. Tiene como objetivo general “encontrar el balance entre producción, ambiente y el cuidado; fundamentados

en políticas que mejoren la calidad ambiental, que conserven el patrimonio natural y fortalezcan la institucionalidad”.

Los objetivos específicos de la PAN, son:

- Conservar y utilizar eficiente y sustentablemente la biodiversidad y los recursos naturales del país en beneficio de su desarrollo, respetando la multiculturalidad y los conocimientos ancestrales.
- Enfrentar adecuadamente los fenómenos del cambio climático y la desertificación.
- Mantener y recuperar la calidad ambiental del agua, aire y suelo, incluyendo el manejo de cuencas hidrográficas. Reducir el riesgo ambiental y la vulnerabilidad de los ecosistemas.
- Las políticas ambientales, son:
  - Acuerdo nacional para la sustentabilidad económica y ambiente
  - Uso eficiente de Recursos Estratégicos para el Desarrollo Sustentable. Agua, aire, suelo, biodiversidad y patrimonio genético.
  - Gestionar la adaptación al cambio climático para disminuir la vulnerabilidad social, económica y ambiental.
  - Prevenir y controlar la contaminación ambiental para mejorar la calidad de vida.
  - Insertar la dimensión social en la temática ambiental para asegurar la participación ciudadana.
  - Fortalecer la institucionalidad para asegurar la gestión ambiental (MAE, 2013a).

### ***Acuerdo Ministerial 131***

A través del Acuerdo Ministerial 131, publicado el 11 de agosto de 2010, se expide “Las Políticas Generales para promover las Buenas Prácticas Ambientales en entidades del Sector Público”, con el objetivo de apoyar en la reducción de la contaminación ambiental. El Acuerdo Ministerial es de aplicación obligatoria para las entidades del sector público (descritas en el Art. 141 de la Constitución), sin embargo, actualmente el MAE se encuentra realizando una reforma al Acuerdo 131 para que este pueda ser aplicado también en el sector privado.

En este caso, las BPAs, conforme al criterio fundamentado técnicamente de la Autoridad Ambiental, deberán ser adaptadas a las necesidades y características de las

organizaciones territoriales y las unidades básicas de participación, las cuáles quedan a criterio de la Autoridad Ambiental; para lo cual se desarrollarán un instructivo específico.

Según el Art. 4 del Acuerdo Ministerial “las instituciones sujetas a su aplicación, tendrán que notificar el Ministerio del Ambiente hasta el 31 de enero de cada años, sus indicadores de gestión de BPAs por edificio, calculado por persona durante el periodo enero-diciembre del año precedente, según el instructivo desarrollado para efecto.... a partir de los indicadores reportados, se realizará adicionalmente el cálculo de la Huella Ecológica, que representará un indicador de sustentabilidad de cada entidad.”.

Como incentivo a las instituciones, el Art. 5, menciona que el MAE otorgará el “Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental” a las entidades que reduzcan su porcentaje de contaminación y consumo de recursos, en base a los indicadores de BPAs y sustentabilidad descritos en el Art. 4, considerando además los mecanismos de gestión adoptados con este fin (MAE, 2013a).

#### **4.2.4. Marco Conceptual**

##### ***Desarrollo Sostenible***

Fue adoptado por el Convenio Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) en 1987 y por la Conferencia de Río en 1992 como un proceso de cambio que armoniza la explotación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional, y que acrecienta las posibilidades actuales y futuras de satisfacer las necesidades y aspiraciones de los seres humanos. El desarrollo sostenible integra dimensiones políticas, sociales, económicas y ambientales (CEPAL, 2003).

##### ***Reconocimiento Ecuatoriano Ambiental “Punto Verde”***

El MAE, con el objetivo de incentivar al sector público y privado, a emplear nuevas y mejores prácticas productivas y de servicios, desarrolló Punto Verde como una herramienta para fomentar la competitividad del sector industrial y de servicios, comprometiéndolos con la protección y conservación del ambiente (MAE, 2013).

### ***Consumo Responsable de Recursos***

Por Consumo Responsable se entiende como la elección de productos y servicios no sólo en base a su calidad y su precio, sino también por su impacto ambiental y social, y por la conducta de las empresas que los elaboran. También implica consumir menos, eligiendo sólo lo necesario, interpretando de forma crítica la influencia de la publicidad en la creación de necesidades superfluas (Bustos, 2013).

### ***Residuos y Desechos***

*Residuo*.- sustancia u objeto generado por una actividad productiva o de consumo, de la que hay que desprenderse por no ser objeto de interés directo de la actividad principal.

*Desecho*.- es lo que se deja de usar, lo que no sirve, lo que resulta de la descomposición o destrucción de una cosa, lo que se vota o se deja abandonado por inservibles por ejemplo: los desperdicios, cenizas, despojos, escombros, sobras, aguas servidas y estacadas (Nakata, 2014).

#### **4.2.5. Buenas Prácticas Ambientales**

##### ***Descripción***

Las buenas prácticas son un conjunto ordenado de propuestas ambientales que no representan un gran esfuerzo para quien las ejecute, ni significan modificar sus procesos ni sistemas de gestión y que se pueden llevar a término en empresas, instituciones, hogares, etc., para reducir su impacto ambiental (García y Cuesta, 2007).

La idea que elaborar este manual de BPAs para el AARNR, surge ante la necesidad de poner a disposición de la comunidad universitaria y en especial las autoridades, un material informativo y, al mismo tiempo, educativo, que permita la mejora en la gestión de los aspectos e impactos ambientales.

Este material pretende integrar la participación y el conocimiento, con el fin de fortalecer la gestión ambiental, económica y social en el AARNR. De esta manera, contribuirá a mejorar las condiciones ambientales del país, como institución responsable y parte de la sostenibilidad del planeta.

### ***Ámbitos de aplicación***

El presente MBAs tendrá como ámbito de aplicación el AARNR, con sus respectivas carreras de especialización (Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Forestal, Agronomía, Agrícola y Medicina Veterinaria y Zootecnia); campos de áreas verdes; laboratorios; oficinas de administración, investigación y servicio; salas de estudios y reuniones; vías de transporte y movilización vehicular y peatonal; además a la comunidad universitaria misma que está conformada por el personal administrativo y de servicio, docentes e investigadores, y estudiantes.

### ***Beneficios***

Los beneficios que presta la aplicación del presente MBAs, son las siguientes:

- Reducción de la contaminación ambiental en el AARNR.
- Reconocimiento al AARNR como responsable con el ambiente al prestar servicios con procesos amigables con el ambiente.
- Aportación a la UNL para el reconocimiento nacional mediante el certificado “Punto Verde”.
- Disminución de consumo de recursos naturales y económicos.

#### **4.2.6. Aplicación de Buenas Prácticas Ambientales para el Uso Sostenible de Recursos**

En las instituciones educativas se usa gran cantidad de recursos especialmente agua y energía como también diversas sustancias químicas, materiales, equipos y maquinaria (López, 2008).

Optimizar el consumo energía eléctrica, papel, reducción de infraestructuras, optimizar o buen uso de medios de transporte, consumo de agua y disminución de residuos contribuirá a mitigar el impacto ambiental del AARNR y a atenuar la presión que la naturaleza soporta por el elevado consumo de recursos naturales y la contaminación y generación de residuos que ello conlleva. Las medidas a considerar para el manejo adecuado de los recursos se presentan en el Cuadro 14.



**Cuadro 14.** Medidas de eco-eficiencia para el consumo de recursos y generación de residuos consideradas en el cálculo de la Huella Ecológica en el AARNR.

| CATEGORÍA         | MEDIDAS OPERATIVAS DE ECOEFICIENCIA  |
|-------------------|--|
|                   | <p><i>Iluminación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Iluminar sólo las áreas que se estén utilizando y regular los niveles de luz según las necesidades.</li> <li>✓ Apagar las luces cuando sean innecesarias, incluso en breves periodos de tiempo.</li> <li>✓ Abrir contraventanas, cortinas y persianas y mantener limpias las ventanas para permitir la entrada de luz natural.</li> </ul>   |
|                   | <p><i>Aparatos eléctricos y electrónicos</i></p>   |
| Energía eléctrica | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Apagar los aparatos cuando termina la jornada o si van a estar inactivos durante más de 1 hora (si los móviles u otros aparatos se apagan por la noche sólo se necesitan cargar la mitad de las veces que si se mantienen siempre encendidos).</li> <li>✓ Recargar los equipos sólo el tiempo necesario y desenchufar los cargadores al terminar para evitar consumos excesivos (los cargadores siguen consumiendo hasta un 95% de energía aunque no estén conectados al aparato).</li> <li>✓ Configurar los equipos (ordenadores, fotocopiadores, impresoras, faxes, etc.) en modo “ahorro de energía” si tienen esa opción, ya que se puede reducir el consumo eléctrico hasta un 50%.</li> <li>✓ Apagar el monitor del ordenador cuando no se esté utilizando, ya que gasta un 70% del consumo energético total del equipo (un monitor medio usa 60W encendido, 6,5W en espera y 1W apagado).</li> </ul> |

*Continuación.....*

- ✓ Sustituir las toallas y pañuelos de papel desechable por toallas y pañuelos de tela.
  - ✓ Evitar el despilfarro en los envíos publicitarios.
  - ✓ Revisar las suscripciones y cambiarlas, si es posible, a formato electrónico.
  - ✓ Aplicar Tecnologías de la Información y la Comunicación (internet, e-mail, móvil, etc.) para ahorrar papel, energía y evitar desplazamientos y residuos.
  - ✓ Trabajar en soporte informático para guardar documentos y revisar errores o mejoras antes de imprimir.
  - ✓ Utilizar formatos (tipo y tamaño de letra, espacios, etc.) que aprovechen el espacio para reducir la cantidad de papel necesaria.
- Papel
- ✓ Imprimir a doble cara, en calidad de borrador y en blanco y negro siempre que sea posible (evita el derroche de tinta y facilita la reutilización y el reciclaje del papel).
  - ✓ Seleccionar el modo “ahorro de tóner” en impresoras y fotocopiadoras si existe la opción.
  - ✓ Reutilizar el papel impreso sólo por una cara y reutilizar sobres usados para el correo interno de la institución.
  - ✓ Usar papel reciclado.
  - ✓ Adquirir papel blanqueado con métodos totalmente libres de cloro.
  - ✓ Comprar papel con el sello FSC que certifica una gestión forestal ambientalmente responsable.
  - ✓ Utilizar papel de menor gramaje.
  - ✓ Evitar usar papel térmico, ya que no se puede reciclar.

Continuación.....

Movilidad

- ✓ Desplazarnos hasta el centro de trabajo caminando, en bicicleta o en transporte público.
- ✓ Reivindicar que la UNL asuma el coste del desplazamiento sostenible de los trabajadores y las trabajadoras.
- ✓ En caso de necesitar el vehículo privado, hacer uso de iniciativas de coche compartido con compañeros/as o vecinos/as que realicen un itinerario parecido.
- ✓ Llevar los residuos procedentes de los vehículos, a gestores autorizados (baterías, neumáticos, aceite, etc.)
- ✓ Implementar técnicas de conducción eficiente, como por ejemplo:
  - Graduar el aire acondicionado sólo si es necesario y a una temperatura de 24°-25°c,
  - Evitar frenazos y acelerones, controlar la velocidad máxima (la velocidad de menor consumo es 90-100 km/h, ahorra un 20% respecto a ir a 120 km/h),
  - Usar marchas largas y conducir a revoluciones bajas,
  - Usar neumáticos radiales y mantenerlos a la presión adecuada,
  - Evitar zonas congestionadas, etc.

Agua

- ✓ Cerrar los grifos cuando no los necesitemos para no malgastar agua (una corriente de agua de 5 mm gasta 528.000 litros de agua al año).
- ✓ Controlar contadores, tuberías y calderas para detectar posibles escapes o consumos excesivos.
- ✓ Avisar al servicio de mantenimiento si hay alguna avería para evitar fugas (un grifo que pierde 1 gota por segundo provoca un despilfarro de 30 litros de agua al día y una cisterna rota puede gastar 150 litros de agua al día).
- ✓ No usar el inodoro como si fuera una papelera (cada descarga puede gastar 10 litros de agua, en función de la capacidad del depósito).

Continuación.....

Residuos

- ✓ No malgastar el material fungible (el que se consume con el uso). Para evitar derrochar material podemos, por ejemplo, abrir un paquete sólo cuando los anteriormente abiertos estén ya gastados o agotar los bolígrafos hasta el final.
- ✓ Conservar en buenas condiciones los materiales y aparatos para alargar su vida útil o por si se pueden reutilizar (conservar las tapas de los recipientes que podemos reutilizar).
- ✓ Reutilizar los materiales potencialmente desechables para usos similares o alternativos (envases, cajas, carpetas, material de encuadernación, etc.).
- ✓ Depositar los residuos generados en el lugar adecuado y asegurarnos de que se llevan a gestores autorizados de residuos y especializados en su reutilización o reciclaje, prestando especial atención en caso de ser residuos peligrosos como pilas, tóner o aparatos eléctricos y electrónicos.
- ✓ Disminuir la variedad de materiales y sustancias utilizadas facilita su gestión, especialmente su recuperación o reciclaje.
- ✓ Almacenar los residuos bajo condiciones adecuadas de higiene y seguridad.
- ✓ Separar en recipientes etiquetados cada tipo de residuo. A mayor segregación más se favorece el reciclaje de los residuos; por ejemplo, separando los diferentes tipos de papel o los diferentes tipos de plásticos, metales, etc.
- ✓ Manipular los residuos con cuidado para evitar roturas y vertidos.
- ✓ Envasar los residuos peligrosos de forma segura. Debemos utilizar cubetas bajo los bidones con contenido cuya fuga suponga un factor de riesgo para el entorno (un solo tubo fluorescente contiene suficiente mercurio para contaminar 30.000 litros de agua).
- ✓ En ningún caso debemos eliminar ningún tipo de residuo por incineración o verterlos de forma incontrolada (un cartucho de tóner tarda más de 450 años en descomponerse).
- ✓ Procurar que los residuos cuyo destino es el vertedero, ocupen el mínimo espacio posible.

Fuente: Adaptado a Tomasellí, 2004; Doménech, 2006a; Arroyo *et. al.*, 2009; Cárdenas *et. al.*, 2011; Leiva, 2011, 2012; Carpio, 2013.

#### 4.2.7. Capacitación en Temas Ambientales a la Colectividad Universitaria del AARNR.

| FECHA           | DÍAS A CELEBRAR   | TEMAS  | ACTIVIDADES  | HORARIO           | RESPONSABLES  |
|-----------------|---|--|--|-------------------|---|
| 20 de Marzo     | Día Mundial del agua  | Manejo Integral de cuencas hidrográficas en la Región Sur del Ecuador  | Conferencias   | 15H00-16H00       | SENPLADES   |
|                 |   | Procesos de contaminación del agua en cuencas hidrográficas  |  | RECESO            | Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente   |
|                 | Día mundial de la meteorología  | Causas y Efectos del Calentamiento global  |  |                   | Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente   |
| 24 de Abril     | Día de la tierra<br>Día internacional de la conciencia con respecto al ruido                                    | Cambio en el uso del Suelo<br>Políticas Agrarias   | Conferencias   | 15H00-16H00       | MAE   |
|                 |   | Causas de la contaminación acústica  |  | RECESO            |   |
|                 |   | Efectos de la contaminación acústica   |  | 16:30H00-17:15H00 | MSP   |
| 22 de Junio     | Día del Medio Ambiente<br>Día Mundial del Combate a la Desertificación y la Sequía<br>Día de bosques tropicales | Áreas Protegidas<br>Desertificación en la provincia de Loja  | Conferencias   | 15H00-16:30H00    | MAE   |
|                 |   | Un día con la naturaleza   | Caminata por el sendero ecológico de la ciudad de Loja.<br>Trayecto: Jardín botánico Reinaldo Espinosa de la UNL-Parque Lineal | 16:00H00-18H00    | Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente   |
| 23 de Octubre   | Día mundial del ahorro de energía   | Energía Limpias y Renovables   | Mesa Redonda   | 10:00H00-12:00H00 | REPRESENTANTES DE: EERSSA, MAE, NCI y Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente         |
| 20 de Noviembre | Día Mundial contra el uso indiscriminado de plaguicidas y agroquímicos  | Agroquímicos orgánicos<br>Contaminación ambiental<br>Causas y efectos del uso indiscriminado de agroquímicos | Mesa Redonda   | 10:00H00-12:00H00 | REPRESENTANTES DE: AGROCALIDAD, MAE, MAGAP, y Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente |

#### **4.2.8. Seguimiento y Evaluación**

La ejecución del presente manual de BPAs, estará bajo la tutela del director de del AARNR, quien a su vez estará apoyado por los coordinadores de las carreras académicas del área.

De la misma manera tanto el seguimiento, cumplimiento como la evaluación del manual de BPAs, será por cada uno de los ejecutores y principalmente por la carrera de ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, quien anualmente estará vinculada directamente con el cálculo de la HE y actualización del manual de BPAs.

#### **4.2.9. Participación de la Colectividad Universitaria**

*Estratégica 1.* Promover los marcos éticos, valores y cultura del desarrollo sustentable ante la comunidad universitaria, con la finalidad de cultivar conocimiento y conciencia ambiental.

##### **Línea de acción:**

- Ampliación de las acciones de difusión con publicaciones electrónicas, promoción en actividades culturales y educativas, y acciones de formación usando la página virtual del AARNR, grupo de Facebook, entre otros, como instrumentos educativos.
- Diseño, aplicación y seguimiento de programas especiales de desarrollo de capacidades de género, pueblos y comunidades indígenas, y jóvenes que se enfoquen a un desarrollo sustentable y uso adecuado de los recursos naturales.
- Realización de estudios y encuestas sobre las percepciones y opiniones ambientales de la comunidad universitaria.

*Estratégica 2.* Impulsar y fortalecer los espacios y mecanismos de la participación de la comunidad universitaria en el calendario ecológico nacional.

##### **Línea de acción:**

- Celebración de los días establecidos para el cuidado y protección del planeta, mediante conferencias, casas abiertas, publicaciones visuales, etc., con la intención de dar a conocer la importancia de esas fechas específicas.

- Promoción de acciones de formación y capacitación para el uso sustentable de recursos naturales por parte del sector estudiantil, administrativo y de servicio de la institución.

**Estratégica 3.** Propiciar una mayor incidencia de participación de la institución con las políticas ambientales encaminadas a la reducción de generación de residuos

**Línea de acción:**

- Revisión de los contenidos de los programas, estrategias, programas anuales de trabajo y reglas de operación, y generación de propuestas de mejora
- Formalización de un sistema de participación ambiental y de recursos naturales.
- Establecimiento de una estrategia de prevención, detección y atención de riesgos y conflictos socio-ambientales

**4.2.10. Responsabilidades y Compromisos**

- Cálculo de la HE anual y actualización del manual de BPAs, a cargo de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente y colaboradores.
- Fomentar el envío y entrega de trabajos académicos, administrativos y de servicio mediante correo electrónico con la finalidad de disminuir el consumo de papel.
- Incentivar el uso de bicicletas para el traslado desde el domicilio hasta la universidad. El incentivo será un reconocimiento ambiental, en la reunión solemne de las fiestas de la universidad que la/lo categorice como “AMIGO DE LA NATURALEZA”.
- Uso y cuidado de las áreas verdes del AARNR, mediante la señalética correspondiente que informe el manejo de los residuos sólidos, no fumar, caminar por los senderos correspondientes, no destrucción de la vegetación, etc., además mensajes que concienticen a los usuarios de estas áreas al cuidado del ambiente.

- Contacto directo y constante con los funcionarios del MAE, MSP y Municipio de Loja, con el objetivo de proponer medidas que se enfoquen a una mejora continua del manejo de los residuos sólidos y líquidos dentro y fuera del área del AARNR, además buscar medidas de eco-eficiencia que coadyuven a la disminución de la generación de residuos y consumo indiscriminado de recursos naturales.

Considerando que el AARNR es considerada como ente dedicado a la investigación, está, dentro de sus proyectos de investigación se enfocará a la búsqueda de mejores técnicas de producción y generación de servicios (tecnologías limpias y renovables, implementación de agroquímicos orgánicos, mejores mecanismos para los sistemas de riego, búsqueda de técnicas educativas para la enseñanza y aprendizaje de temas ambientales en niños, adolescentes y adultos, etc.), como también al cuidado y conservación de los recursos naturales (manejo integral de cuencas hidrográficas, bosques, agua, suelo, aire, páramos, etc., mejoramiento de los mecanismos de ocupación del territorio, etc.).



## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

El AARNR en el 2014 con una población de 878 integrantes reporta un total de 330,97 t CO<sub>2</sub>/año emitidas a la atmosfera a causa de sus actividades académicas y administrativas; correspondiendo así un 0,38 t CO<sub>2</sub>/año/persona. Estos valores son inferiores a los reportados por las Universidades de Málaga y Santiago de Compostela, las dos españolas. La primera reporta un total de 49 856,43 t CO<sub>2</sub>/año y está comprendida por una población de 40 229 personas, mismo que equivale a 1,24 t CO<sub>2</sub>/año/persona (UMA, 2011); mientras que la segunda universidad estima un total de 32 407,83 t CO<sub>2</sub>/año y está integrada 32 246 personas, mismo que equivale a 1,01 t CO<sub>2</sub>/año/persona (López, 2008). Por otro lado los resultados del presente estudio son similares a los reportados por la Universidad de Granada (universidad española), la cual con una población de 59 872 personas emite un aproximado de 20 971,93 t CO<sub>2</sub>/año a la atmosfera, esto equivale a 0,35 t CO<sub>2</sub>/año/persona (Cárdenas *et. al.*, 2011). Sin embargo las t CO<sub>2</sub>/año/persona emitidas en el AARNR son superiores a los obtenidos por Quichimbo (2015), en la UNL, donde reporta 0,05 t CO<sub>2</sub>/año/persona; la población con la que trabajó es de 6 591 personas y con un total de 304,02 t CO<sub>2</sub>/año.

En el presente estudio la categoría de movilidad es la que mayor cantidad de t CO<sub>2</sub>/año aporta a la atmosfera con 122,37, seguido del consumo de agua con 104,83 t CO<sub>2</sub>/año y posteriormente la generación de residuos sólidos, consumo de energía eléctrica y construcción de edificios con 41,08 t CO<sub>2</sub>/año; 33,47 t CO<sub>2</sub>/año y 20,24 t CO<sub>2</sub>/año respectivamente y finalmente el consumo de papel es el que reporta la menor cantidad con 8,98 t CO<sub>2</sub>/año. El alto valor de movilidad se debe a que en el área de estudio se trabaja y estudia con doble jornada (por la mañana de 7:30-12:30 y por la tarde de 15:00-18:00) lo cual provoca que estudiantes, docentes y personas administrativo y de servicio tengan que realizar cuatro veces el mismo trayecto. Por otro lado las Universidades de Santiago de Compostela, Granada y UNL reportan que la categoría que mayor cantidad de t CO<sub>2</sub>/año emiten a la atmosfera es la correspondiente a energía eléctrica, mientras que la Universidad de Málaga reporta la categoría de construcción de edificios (López, 2008; Cárdenas *et. al.*, 2011; UMA, 2011; y Quichimbo, 2015); estos valores se deben a que las universidades Santiago de Compostela, Granada y UNL tienen horarios de día y noche incrementando de esta

manera el consumo de energía eléctrica (López, 2008; Cárdenas *et, al.*, 2011; y Quichimbo, 2015), mientras que la universidad de Málaga se debe al tamaño en cuanto a infraestructura (UMA, 2011).

La cantidad de t CO<sub>2</sub>/año antes analizadas difieren primeramente por el tamaño de población, como también a las categorías de análisis, es así que la Universidad de Málaga estudió las categorías de consumo de energía eléctrica, construcción de edificios, movilidad, consumo de agua, consumo de gasóleo y generación de residuos peligrosos (UMA, 2011); la Universidad de Santiago de Compostela inspeccionó las categorías de consumo de energía eléctrica, consumo de papel, construcción de edificios, movilidad, consumo de agua, consumo de gasóleo, consumo de gas natural y generación de residuos (López, 2008); la UNL examinó las de consumo de energía eléctrica, consumo de papel, movilidad, consumo de agua, consumo de gas natural y generación de residuos (Quichimbo, 2015); y la Universidad de Granada al igual que en el presente estudio se analizó las categorías de consumo de energía eléctrica, consumo de papel, construcción de edificios, movilidad, consumo de agua y generación de residuos, es por ello que los valores son similares (Cárdenas *et, al.*, 2011).

## **5.2. HUELLA ECOLÓGICA**

La HE que presenta el AARNR es de 104,28 hag/año con un total de 330,97 t CO<sub>2</sub>/año, capacidad de fijación de 4,404 t CO<sub>2</sub>/ha/año, con un área de 2,67 ha y con una factor de equivalencia de 1,34 (correspondiente a bosque), correspondiendo así a 0,12 hag/persona/año.

La HE por persona del AARNR es baja en relación a los reportados por otras universidades especialmente norteamericanas y españolas tal es el caso de Colorado College con una HE de 2,24 hag/persona/año (Colorado, EEUU), University of Toronto at Mississauga con una HE de 1,04 hag/persona/año (Ontario, Canadá), University of Holme, Lacy College con una HE de 0,56 hag/persona/año (Herefordshire, Inglaterra), Universidad Campus de Vegazana con una HE de 0,45 hag/persona/año (León, España) y Universidad de Santiago de Compostela con una HE de 0,21 hag/persona/año (Santiago de Compostela, España); mientras que es alta con respecto a las reportadas por la UNL con una HE de 0,08 hag/persona/año (Tomasellí, 2004; Doménech, 2006a; López, N. 2008; Arroyo *et, al.*, 2009; Cárdenas *et, al.*, 2011; Leiva, 2011, 2012; Carpio, 2013; Quichimbo, 2015). Las diferencias en el valor de la HE se deben principalmente

por las categorías de análisis es así que las categorías hacen referencia a la metodología que se aplique como también a la disponibilidad de información. Doménech (2006b), menciona que queda a criterio del investigador el número y tipo de categorías a ser consideradas en el cálculo de la HE, sin embargo deben ser verídicos y confiables. Sin embargo López en 2008 publica una metodología que abarca cinco categorías (consumo de energía eléctrica, consumo de papel, construcción de edificios, movilidad, consumo de aguas y generación de residuos) para el caso del cálculo de la HE en Universidades.

A pesar que todas las metodologías se basan en el cálculo de la porción de superficie del planeta necesaria para satisfacer los niveles de consumo que reportan las personas (Doménech, 2006a), y que todas tienen como base la metodología desarrollada por Rees y Wackernagel en 1996 (López, 2008). Las diferencias son significativas ya sea por el campo de aplicación o las categorías a considerarse.

### **5.3. DÉFICIT ECOLÓGICO**

El AARNR con un terreno de aproximadamente 2,67 ha, no presenta DE, esto se debe a que su HE (0,10 hag/persona/año) es inferior a la BC (1,79 hag/persona/año), sin embargo se requiere un área de 52,50 ha para asimilar la cantidad de t CO<sub>2</sub>/año emitidas a la atmosfera procedentes de las diferentes actividades académicas y administrativas (consumo de energía eléctrica, consumo de papel, construcción de edificios, movilidad, consumo de aguas y generación de residuos), según Jofré y Bucheri (s/f), esta contrariedad solo la se la puede entender analizando que los recursos naturales que consume y servicios básicos que hace uso el AARNR no son provenientes de este sector productivo (área de estudio), sino más bien estos son generados por otras áreas productivas ya sean locales o internacionales (productos importados); otro de los principales factores es que los residuos (residuos sólidos y aguas servidas) no son tratados en el su lugar de generación, sino más bien son destinados a los colectores sanitarios y finalmente al relleno sanitario en el caso de los residuos sólidos y al alcantarillado y/o efluentes hídricos en el caso de las aguas servidas (Nakata, 2014).

De manera general un DE se produce cuando una población utiliza más BC de la que puede aportarse y regenerarse en un año, como también está siendo provocado por la combinación de las altas tasas de consumo; y las poblaciones, que crecen más rápido que la capacidad de la biosfera (MAE, 2013a). Una de las principales consecuencias, es que países con alto índice de HE y baja BC, han optado a valerse de la BC de otros

países mediante el intercambio de productos (Jofré y Bucheri, s/f). El WWF en el 2012, publica que países con una BC elevada no tienen una gran huella nacional, Bolivia, por ejemplo, tiene una HE por persona de 2,6 hag y una BC por persona de 1,8 hag, sin embargo, cabe destacar que esta BC puede estar siendo exportada y utilizada por otros países, por ejemplo, la HE de un ciudadano de Emiratos Árabes Unidos (EAU) es 8,4 hag, pero dentro del país solo hay 0,6 hag de BC disponible por persona; los residentes de EAU dependen por lo tanto de los recursos de otras naciones para satisfacer sus demandas. Ecuador es un país víctima de países con DE, ya que usa su BC para la producción de materias primas y exportarla a países con HE altas y BC bajas tal es el caso de países norte americanos, europeos y otros; es así que MAE (2013a) reporta que hasta el 2009 no superaba su BC sin embargo por ser un país exportador de materias primas en poco tiempo se verá afectado al incrementar su HE y disminuir la BC.

#### **5.4. MEDIDAS DE ECO-EFICIENCIA**

El concepto de eco-eficiencia nace de la concepción global de los impactos ambientales de las diferentes fases del ciclo de vida de un producto, y de la voluntad de reducir los diferentes efectos ambientales negativos (Rival *et al.*, 2009); además se pueden realizar diversas acciones para disminuir el impacto ambiental en una institución, como por ejemplo se puede cambiar el sistema de prestación de servicios y la organización del mismo, pero también se puede modificar el propio producto o servicio (Kuosmanen y Kortelainen, 2005).

En el AARNR no se realiza el proceso de producción de un producto pero sí se consumen recursos naturales (agua) y diversos productos elaborados como papel, combustible, materiales de construcción, entre otros; además se hace uso de servicios básicos como energía eléctrica. Los procesos de elaboración son desarrollados en lugares ajenos a los terrenos del AARNR, sin embargo es importante considerar el ciclo de vida de un producto o servicio con la finalidad de optar por medidas de sostenibilidad al momento de su obtención (Rival *et al.*, 2009). Según Bustos (2013) el impacto ambiental de un producto empieza con la extracción de las materias primas, que pueden pasar por varias transformaciones hasta llegar al fabricante; el producto acabado se envía al envasador y a través de un proceso de distribución llega finalmente al consumidor; una vez acabada su utilidad, el producto o su envase se convierten en un residuo que ha de ser gestionado adecuadamente. Es decir si se quiere actuar sobre el

producto, se han de considerar las variables ambientales desde su diseño (Kuosmanen y Kortelainen, 2005).

El desarrollo de productos respetuosos con el medio ambiente es la clave para reducir su impacto (Kuosmanen y Kortelainen, 2005). Es decir, el diseño de eco-productos, aquellos que su diseño, producción, comercialización, utilización y eliminación se hace teniendo en cuenta todo su ciclo de vida, reduciendo el impacto ambiental global y favoreciendo la minimización del consumo de recursos (García y Cuesta, 2007). Por tanto si en el AARNR quiere reducir de manera integral el impacto ambiental derivado de sus actividades, aparte de reducir sus propios consumos y emisiones, tendrá que tener en cuenta los impactos correspondientes de sus proveedores, distribuidores y consumidores (incluida la gestión de los residuos por parte del usuario final), actuando de manera efectiva a lo largo de toda su vida, de principio a fin, esto se lo consigue cumpliendo medidas de eco-eficiencia (Bustos, 2013).

La eco-eficiencia se halla estrechamente ligada al desarrollo sostenible ya que equivale a optimizar tres objetivos: crecimiento económico, equidad social y valor ecológico (Rival *et al.*, 2009). Es el principal medio a través del cual las empresas contribuyen al desarrollo sostenible y al mismo tiempo consiguen incrementar su competitividad (WBCSD, 2010). Este concepto significa añadir cada vez más valor a los productos y servicios, consumiendo menos materias primas, generando cada vez menos contaminación a través de procedimientos ecológica y económicamente eficientes y previniendo los riesgos (Rival *et al.*, 2009).

## 6. CONCLUSIONES

La HE da una idea clara del impacto de la actividad humana sobre el ecosistema.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- ✓ Conjuntamente la movilidad y el consumo de agua fueron las categorías que aportaron en mayor medida al valor de la HE con 37% y 32% respectivamente y por lo tanto son las que más toneladas de CO<sub>2</sub>/año emiten a la atmosfera.
- ✓ La HE total del AARNR es de 104,28 hag/año con un total de 330,97 t CO<sub>2</sub>/año emitidas a la atmosfera. La HE en hag/persona/año corresponde a 0,12, lo cual implica que cada miembro universitario necesita aproximadamente 1200 m<sup>2</sup> de territorio para producir sus recursos y asimilar sus residuos.
- ✓ El área que se requiere para absorber la cantidad de t CO<sub>2</sub>/año emitida es de 75,15 ha. La superficie que ocupa el AARNR es de 2,67 ha, por lo que se determina que para abastecer las demandas de consumo y asimilación de residuos provenientes del AARNR se necesitarían alrededor de 28 veces el tamaño de la misma, es decir se requiere 28 territorios correspondientes al AARNR.
- ✓ En el AARNR existe un impacto poco significativo de la HE pero de mantenerse la dinámica de consumo y disposición de residuos, ésta se convertirá en un problema ambiental. Por ello, el mejor camino es la concientización de la comunidad universitaria para lograr el cambio de cultura ambiental mediante el manejo y empleo de las medidas de eco-eficiencia propuestas.

## 7. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- Realizar estudios de estimación de CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera durante el ciclo de vida de la energía eléctrica, papel, materiales de construcción, servicio de transporte y agua, con la finalidad de obtener factores de emisión de CO<sub>2</sub> locales.
- Fomentar el desarrollo de una base de datos en la UNL, misma que cuente con el inventario de las entradas, procesos y salidas que se desarrollen en función de las actividades académicas, administrativas y mantenimiento, esto con el objeto de obtener una fuente de información actualizada y confiable.
- Realizar un seguimiento anual del estado de la HE en la UNL como también actualización del manual de BPAs con la finalidad de conocer el cambio de cultura de la comunidad universitaria y su responsabilidad con el medio ambiente.
- En el cálculo de la HE se recopila una serie de datos que también se los puede emplear para determinar serie de indicadores de sostenibilidad, como los presentados por del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, N y Z. Aguirre. 2004. Guía para monitorear la biomasa y dinámica de carbono en ecosistemas forestales en el Ecuador. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 54 p

Arroyo, P.; J. Alvares; J. Fernández; C. Martínez; G. Ansola; y E. Calabuig. 2009. Huella Ecológica del Campus Vegazana. Instituto de Medio Ambiente. Universidad de León. Consultado el 07 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n113/docs/Archivo%20PDF%20%28500%20K b%29.pdf>

Bustos, F. 2013. Manual de Gestión y Control Ambiental. Cuarta edición. Editorial R. N. Industria Gráfica. p 267.

California Energy Comisión (CEC). 2005. “California’s Water- Energy Relationship. Final staff report. CEC 700 – 2005 – 011 SF”. California Energy Comisión. State of California.

Cárdenas, C.; A. Peinado; A. Mora y L. Moreno. 2011. Vicerrectorado de Calidad Ambiental, Bienestar y Deporte. Unidad de Calidad Ambiental. Universidad de Granada. 41 pp.

Carpio, M. 2013. Huella Ecológica y ecosistemas estratégicos: Indicadores de Sostenibilidad para el Ordenamiento Territorial. Análisis en el cantón Cuenca. Universidad de Cuenca. Tesis.

Carreño, C. y N. Hoyos. 2010. La Huella Ecológica: un indicador potencial de sustentabilidad. *Fragua 3* (6): 17-37.

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. (CEPAL). 2003. Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos. Medio Ambiente y Desarrollo. 40 pp. Consultado el 07 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/5763-sostenibilidad-y-desarrollo-sostenible-un-enfoque-sistemico>.

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. (CEPAL). 2010. Huella ecológica: conceptos básicos y metodología. Centro de Educación Ambiental del Paisaje de Aranjuez. Fundación Aranjuez paisaje cultural. España. p 1-7.



Centro Integrado de Geomática Ambiental (CINFA). 2010. Bases de datos Loja, Universidad Nacional de Loja. Loja, EC, UNL.

Cuchí, A. 1999. Informe MIES. Una aproximación a impacto ambiental de. Bases para una política ambiental. Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña, 1999.

Doménech, J. 2004a. “Huella ecológica portuaria y desarrollo sostenible”. En Puertos 114. 26-31.

Doménech, J. 2006a “Huella social y desarrollo sostenible: un nuevo indicador de sostenibilidad”. En Segundo Encuentro Internacional sobre Pobreza, desigualdad y convergencia; eumed.net. Universidad de Málaga.

Doménech, J. 2006b. “Guía metodológica para el cálculo de la huella ecológica corporativa”. En Terceros Encuentros sobre Desarrollo sostenible y población. 46 pp.

Doménech, J. 2006c. “Ahorro energético”. En Ecoeficiencia en los Recintos Portuarios. IV Foro Ambiental Portuario. Editado por el Organismo Público Puertos del Estado. 25 pp.

Doménech, J. 2007a. “Huella cultural y evolución sostenible”. En Terceros Encuentros de Economía, Educación y Cultura; eumed.net. Universidad de Málaga. 31 pp.

Doménech, J. 2007b. Huella ecológica y desarrollo sostenible. AENOR. Madrid, 2007, 400 pp.

Doménech, J. y G. Arenales. 2008. La huella ecológica de las empresas: 4 años de seguimiento en el puerto de Gijón. OIDLES. Universidad de Málaga. 21 pp.

Ferrer, A. y A. Muñoa. 2010. Sistemas de gestión ambiental: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). España. 88 pp. Consultado el 07 de agosto de 2015. Disponible en:

<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/trabajo/file/delegados%20ambientales/Guia-SGA.pdf>.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 2008. Planeta Vivo Informe 2008. Por un planeta vivo. p 48.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 2012. Planeta Vivo Informe 2012. Biodiversidad, biocapacidad y propuestas de futuro. p 164.

Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). 2014. Planeta Vivo Informe 2014. Resumen. p 36.

García, L. y C. Cuesta. 2007. El Protocolo de Kioto y los costos ambientales. Instituto International de Costos 1: 9-31. Consultado el 07 de agosto de 2015. Disponible en: [http://www.revistaic.org/articulos/num1/articulo1\\_esp.pdf](http://www.revistaic.org/articulos/num1/articulo1_esp.pdf).

Intergovernmental Panel Climate Change. (IPCC). 2001. Cambio Climático. Mitigación. (En línea). Consultado el 17 de agosto de 2015.

Jofré, J. y M. Bucheri. s/f. La huella ecológica como indicador institucional de los sistemas ambientales. Consultado el 17 de enero de 2015. Disponible en: [http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/01\\_013\\_Jofre.pdf](http://www.ina.gov.ar/pdf/ifrrhh/01_013_Jofre.pdf).

Leiva, J.; I. Rodríguez y C. Quintana. 2011. Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las villas. Santa Clara, Cuba. p 47-52.

Leiva, J.; I. Rodríguez y P. Martínez. 2012. Cálculo de la huella ecológica de la Universidad Central “Marta Abreu” de las villas. Santa Clara, Cuba. p 30-34

López, N. 2008. Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Cumbre del Desarrollo Sostenible. Consultado el 17 de enero de 2015. Disponible en: [http://educacion.tamaulipas.gob.mx/formacion/cursos\\_2011/No13/AP/S8/A8P1.pdf](http://educacion.tamaulipas.gob.mx/formacion/cursos_2011/No13/AP/S8/A8P1.pdf).

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2013a. Reporte de la Huella Ecológica Ecuador: 2008 y 2009. Primera edición. Quito, Ecuador. Consultado el 17 de enero de 2015. Disponible en: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/reporte\\_huella\\_ecologica\\_nacional\\_2008\\_2009.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/reporte_huella_ecologica_nacional_2008_2009.pdf).

Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2013b. Guía de Buenas Prácticas Ambientales para Reducción de Huella Ecológica. Hacia una gestión sostenible en universidades y escuelas politécnicas. Primera edición. Quito, Ecuador. 25 pp.

Nakata, S. 2014. Planificación y control de la producción. Consultado el 27 de agosto de 2015. Disponible en: <http://www.slideshare.net/SachikoNakata/proceso-productivo-37783288>

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). 2003. Manual de Producción más limpia. Consultado el 27 de agosto de 2015. Disponible en: [http://www.unido.org/fileadmin/import/71360\\_1Textbook.pdf](http://www.unido.org/fileadmin/import/71360_1Textbook.pdf)

Quichimbo, L. 2015. La Huella Ecológica en la ciudad universitaria “Guillermo Falconí Espinosa”. Universidad Nacional de Loja. Tesis.

Tomasellí, M. 2004. Investigación de la Huella Ecológica en la Universidad de San Francisco: cálculo y creación de un reportaje. Universidad San Francisco. Tesis.

Universidad Nacional de Loja. 2014. Plan estratégico de desarrollo Institucional 2014-2018. Loja, Ecuador. 108 pp. Consultado el 27 de junio de 2015. Disponible en: [http://unl.edu.ec/sites/default/files/contenido/transparencia/plan\\_estrategico\\_2014\\_2018\\_unl-5.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/contenido/transparencia/plan_estrategico_2014_2018_unl-5.pdf).

Universidad de Málaga (UMA). 2011. Huella Ecológica de la Universidad de Málaga. Vicerrectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad. 16 pp.

Wackernagel, M. y W. Rees. 1996. Our ecological footprint. Reducing human impact on Earth. Traducción de Google Traductor. Electronic Green Journal, 1 (7). Filadelfia, Estados Unidos. 160pp. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/eScholarship%20UC%20item%207730w81q.pdf>. Consultado el 16.01.2015.

Wackernagel, M. y W. Rees. 2001. Nuestra huella ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la Tierra. Editorial IEP/Lom. Santiago, Chile. 207 pp.

Yaranga, R. y Villanueva, M. 2013. Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos. Scientia Agropecuaria 4: 313-319. Consultado el 17 de agosto de 2015. Disponible en: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/Dialnet-StorageOfCarbonInNaturalGrassesHighAndean-5113731.pdf>

## 9. ANEXOS

**Anexo 1.** Encuestas aplicadas a estudiantes para obtener el consumo de papel.

### UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Yo, Leidy R. Quezada Velez, estudiante del décimo módulo de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y autora de la tesis de grado titulada “*Huella Ecológica del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja*”, acudo a usted para solicitar de la manera más comedida se digne en contestar al siguiente cuestionario. Las respuestas servirán de aporte para el desarrollo de los objetivos planteados en mi tesis, por tanto cabe mencionar que la misma tendrá carácter confidencial.



Carrera: \_\_\_\_\_

#### 1. ¿Qué tipo de papel utiliza usted para las siguientes actividades?

Considerar las opciones que se detallan al final de la tabla.

| Actividad académicas                               | Tipo de papel | Cantidad de Papel |
|--|---------------|-------------------|
| Toma de apuntes en clase                           |               |                   |
| Elaboración de deberes y trabajos de investigación |               |                   |
| Pruebas de evaluación y exámenes                   |               |                   |

#### Tipo de papel

1. Notitas adhesivas
2. Papel bond tamaño A4 (hoja nueva)
3. Papel bond tamaño A4 (hoja reciclada)
4. Hoja de papel ministro (hoja nueva)
5. Hoja de papel ministro (hoja reciclada)
6. Hoja de cuaderno pequeño (hoja nueva)
7. Hoja de cuaderno pequeño (hoja reciclada)
8. Hoja de cuaderno grande (hoja nueva)
9. Hoja de cuaderno grande (hoja reciclada)

#### Cantidad de papel

Escribir el número de hojas que estima que consume a la semana

**Anexo 2.** Encuestas aplicadas a estudiantes, docentes, personal administrativo y de servicio para obtener información de movilidad.

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Yo, Leidy R. Quezada Velez, estudiante del décimo módulo de la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, y autora de la tesis de grado titulada *“Huella Ecológica del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja”*, acudo a usted para solicitar de la manera más comedida se digne en contestar al siguiente cuestionario. Las respuestas servirán de aporte para el desarrollo de los objetivos planteados en mi tesis, por tanto cabe mencionar que la misma tendrá carácter confidencial.



AARNR: Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables  
UNL: Universidad Nacional de Loja

### 1. Función o actividad que desarrolla en el AARNR

Estudiante \_\_\_\_\_ Personal \_\_\_\_\_ administrativo/servicio  
Docente \_\_\_\_\_

### 2. ¿En qué barrio y calles de la ciudad de Loja vive?

---

—

---

—

### 3. ¿Qué distancia considera que recorre para llegar a la UNL, desde su casa?

---

—

### 4. ¿Cuántas veces se moviliza en el día desde su domicilio hasta el AARNR, y viceversa?

Dos veces \_\_\_\_\_ Más veces \_\_\_\_\_  
Cuatro veces \_\_\_\_\_

### 5. En un día normal, ¿qué medio de transporte utiliza para moverse desde su domicilio hasta la UNL y viceversa?, seleccione una respuesta.

Bus \_\_\_\_\_ Moto \_\_\_\_\_  
Taxi \_\_\_\_\_ Caminata \_\_\_\_\_  
Transporte privado \_\_\_\_\_ Bicicleta \_\_\_\_\_

### 6. Contestar en caso de seleccionar Taxi o transporte privado. ¿Número de ocupantes del vehículo?

Una persona \_\_\_\_\_ Tres personas \_\_\_\_\_  
Dos personas \_\_\_\_\_ Más de tres personas \_\_\_\_\_

**Anexo 3.** Ubicación, número de medidores y consumo de energía eléctrica en el área de estudio.

| Ubicación                        | No. Medidor | Meses de consumo |       |       |       |       |       |       |      |       |       |       |       |        |
|----------------------------------|-------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                                  |             | Ene.             | Feb.  | Mar.  | Abr.  | May.  | Jun.  | Jul.  | Ag.  | Sep.  | Oct.  | Nov.  | Dic.  | TOTAL  |
| Ing. Agronomica                  | 32312       | 3053             | 3136  | 2844  | 2878  | 2995  | 3407  | 1422  | 2508 | 2646  | 2373  | 2202  | 2340  | 31804  |
| Ing. Agrícola                    | 200299      | 1209             | 1254  | 1201  | 1433  | 1678  | 1547  | 657   | 948  | 1211  | 970   | 881   | 743   | 13732  |
|                                  | 205832      | 684              | 914   | 831   | 910   | 883   | 1057  | 987   | 433  | 732   | 811   | 795   | 671   | 9708   |
|                                  | 33220       | 575              | 556   | 444   | 430   | 501   | 606   | 588   | 216  | 366   | 572   | 694   | 636   | 6184   |
| Ing. Forestal                    | 200243      | 579              | 492   | 540   | 689   | 714   | 654   | 174   | 340  | 595   | 571   | 519   | 499   | 6366   |
| Medicina Veterinaria y Zootecnia | 203837      | 321              | 327   | 357   | 361   | 369   | 445   | 456   | 242  | 289   | 429   | 377   | 336   | 4309   |
|                                  | 206208      | 1150             | 1420  | 1361  | 1556  | 1699  | 1858  | 1779  | 1172 | 1303  | 1572  | 1612  | 1355  | 17837  |
|                                  | 205638      | 1228             | 1648  | 1268  | 1314  | 1382  | 1658  | 1519  | 705  | 1061  | 1483  | 1435  | 1294  | 15995  |
| Promader                         | 21443       | 272              | 315   | 342   | 376   | 348   | 302   | 335   | 219  | 217   | 195   | 154   | 134   | 3209   |
| Copiadora                        | 1245787     | 42               | 95    | 118   | 96    | 76    | 110   | 126   | 37   | 99    | 45    | 55    | 62    | 961    |
| Tienda universitaria             | 22630       | 1992             | 1730  | 1715  | 1777  | 2163  | 1811  | 1148  | 1344 | 2306  | 2092  | 1901  | 1889  | 21868  |
| Radio Universitaria              | 205579      | 101              | 118   | 68    | 36    | 51    | 90    | 130   | 52   | 42    | 45    | 47    | 16    | 796    |
| Ex Ceracit                       | 206297      | 1085             | 1250  | 940   | 951   | 941   | 849   | 868   | 955  | 617   | 802   | 802   | 820   | 10880  |
| TOTAL                            |             | 12291            | 13255 | 12029 | 12807 | 13800 | 14394 | 10189 | 9171 | 11484 | 11960 | 11474 | 10795 | 143649 |

**Anexo 4.** Papel consumido por Docentes y personal administrativo y de servicio.

| TIPO DE PAPEL               | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ag. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | TOTAL | UNIDAD | GRAMAJE g/m <sup>2</sup> | HOJAS/UNIDAD | CONSUMO DE HOJAS ANUAL | HOJAS/m <sup>2</sup> | CONSUMO (Kg) |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|--------|--------------------------|--------------|------------------------|----------------------|--------------|
| Papel Boom A4               | 7    | 21   | 25   | 20   | 22   | 26   | 23   | 21  | 23   | 30   | 16   | 17   | 251   | Resma  | 75                       | 500          | 125500                 | 16,03                | 587,18       |
| Papel Higiénico Dispensador | 1    | 3    | 2    | 1    | 3    | 1    | 0    | 1   | 3    | 2    | 0    | 1    | 18    | Tubo   | 18                       | 100          | 1800                   | 16,03                | 2,02         |

Continuación.....

|                    |         |    |    |   |   |    |   |         |   |   |   |    |     |         |     |     |       |        |               |
|--------------------|---------|----|----|---|---|----|---|---------|---|---|---|----|-----|---------|-----|-----|-------|--------|---------------|
| Papel periódico    | 1       | 0  | 1  | 2 | 1 | 0  | 1 | 0       | 1 | 1 | 0 | 0  | 8   | Paquete | 68  | 25  | 200   | 0,95   | 14,32         |
| Carpetas colgantes | 0       | 0  | 13 | 0 | 0 | 24 | 0 | 30      | 0 | 0 | 0 | 10 | 77  | Cartón  | 235 | 50  | 3850  | 14     | 64,63         |
| Papel copia        | 1       | 1  | 5  | 1 | 0 | 1  | 3 | 1       | 2 | 0 | 4 | 0  | 19  | Resma   | 34  | 500 | 9500  | 16,03  | 20,15         |
| Notitas adhesivas  | 5       | 3  | 4  | 0 | 2 | 1  | 2 | 4       | 3 | 4 | 3 | 3  | 34  | Paquete | 80  | 100 | 3400  | 192,36 | 1,41          |
| Sobre blanco       | 17<br>5 | 50 | 75 | 0 | 0 | 0  | 0 | 10<br>0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 400 | Paquete | 75  | 50  | 20000 | 33,6   | 44,64         |
| <b>TOTAL</b>       |         |    |    |   |   |    |   |         |   |   |   |    |     |         |     |     |       |        | <b>734,35</b> |

**Anexo 5.** Papel consumido por parte de los estudiantes.

| TIPO DE PAPEL                         | TOTAL | UNIDAD   | GRAMAJE g/m <sup>2</sup> | HOJAS/UNIDAD | CONSUMO DE HOJAS ANUAL | HOJAS/m <sup>2</sup> | CONSUMO (Kg)   |
|---------------------------------------|-------|----------|--------------------------|--------------|------------------------|----------------------|----------------|
| Papel bond tamaño A4                  | 259   | Resma    | 75                       | 500          | 129500                 | 16,03                | 605,90         |
| Papel de cuaderno grande              | 950   | Cuaderno | 52                       | 100          | 95000                  | 16,03                | 308,17         |
| Papel de cuaderno pequeño             | 675   | Cuaderno | 52                       | 100          | 67500                  | 32,06                | 109,48         |
| Papel ministro                        | 845   | Paquete  | 58                       | 50           | 42250                  | 16,03                | 152,87         |
| Notitas adhesivas                     | 50    | Paquete  | 80                       | 100          | 5000                   | 192,36               | 2,08           |
| <b>SUBTOTAL</b>                       |       |          |                          |              |                        |                      | <b>1178,50</b> |
| Papel bond tamaño A4 (reciclado)      | 100   | Resma    | 75                       | 500          | 50000                  | 16,03                | 233,94         |
| Papel de cuaderno grande (reciclado)  | 15    | Cuaderno | 52                       | 100          | 1500                   | 16,03                | 4,87           |
| Papel de cuaderno pequeño (reciclado) | 6     | Cuaderno | 52                       | 100          | 600                    | 32,06                | 0,97           |
| Papel ministro (reciclado)            | 50    | Hoja     | 58                       | 50           | 2500                   | 16,03                | 9,05           |
| <b>SUBTOTAL</b>                       |       |          |                          |              |                        |                      | <b>248,82</b>  |
| <b>TOTAL</b>                          |       |          |                          |              |                        |                      | <b>1427,32</b> |

**Anexo 6.** Categorización de superficies en el área de estudio.

| SUPERFICIE                   | m2       | ha   |
|------------------------------|----------|------|
| Edificios                    | 7892,26  | 0,79 |
| Áreas Verdes                 | 13360,63 | 1,34 |
| Parqueaderos, vías y veredas | 5468,37  | 0,55 |
| TOTAL                        | 26721,26 | 2,67 |

**Anexo 7.** Movilidad. Tipo de vehículo utilizado por docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes

| VEHÍCULO  | ESTRATO                               | CARRERA   |          |          |           |           |             | TOTAL |     |
|-----------|---------------------------------------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-------------|-------|-----|
|           |                                       | OCUPANTES | Forestal | Agrícola | Ambiental | Agronomía | Veterinaria |       |     |
| Automóvil | Estudiantes                           | 1         | 1        |          | 1         | 3         | 2           | 13    | 42  |
|           |                                       | 2         |          | 1        | 2         | 1         | 1           |       |     |
|           |                                       | 3         | 1        |          |           |           |             |       |     |
|           | Docentes                              | 1         | 13       |          |           |           |             | 19    |     |
|           |                                       | 2         | 5        |          |           |           |             |       |     |
|           |                                       | 3         | 1        |          |           |           |             |       |     |
|           | Personal Administrativo y de servicio | 1         | 5        |          |           |           |             | 10    |     |
|           |                                       | 2         | 3        |          |           |           |             |       |     |
|           |                                       | 3         | 2        |          |           |           |             |       |     |
| Bus       | Estudiantes                           |           | 25       | 24       | 31        | 38        | 42          | 160   | 177 |
|           | Docentes                              | 5         |          |          |           |           |             | 5     |     |
|           | P. Adm./Serv.                         | 13        |          |          |           |           |             | 12    |     |
| Moto      | Estudiantes                           |           |          |          | 1         |           | 3           | 4     | 4   |
|           | Docentes                              | 0         |          |          |           |           |             | 0     |     |
|           | P. Adm./Serv.                         | 0         |          |          |           |           |             | 0     |     |
| Camioneta | Estudiantes                           |           | 3        | 6        | 7         | 8         | 13          | 37    | 41  |
|           | Docentes                              | 0         |          |          |           |           |             | 0     |     |
|           | P. Adm./Serv.                         | 4         |          |          |           |           |             | 4     |     |
| Bicicleta | Estudiantes                           |           |          |          | 2         |           | 1           | 3     | 3   |
|           | Docentes                              | 0         |          |          |           |           |             | 0     |     |
|           | P. Adm./Serv.                         | 0         |          |          |           |           |             | 0     |     |
| TOTAL     |                                       |           |          |          |           |           |             | 267   |     |

**Anexo 8.** Población y tamaño de muestra en el AARNR.

| ESTRATO       | POBLACIÓN | TAMAÑO DE MUESTRA | CARRERA     |
|---------------|-----------|-------------------|-------------|
| Estudiantes   | 100       | 30                | Forestal    |
|               | 103       | 31                | Agrícola    |
|               | 144       | 44                | Ambiental   |
|               | 203       | 62                | Veterinaria |
|               | 163       | 50                | Agronomía   |
| Docentes      | 80        | 24                |             |
| P. Adm./Serv. | 85        | 26                |             |
| TOTAL         | 878       | 267               |             |



**Anexo 9.** Movilidad. Distancia recorrida en vehículo por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes.

| LUGAR DE RESIDENCIA | DISTANCIA A LA UNL (Km) | RECORRIDOS /AÑO | No. DE PERSONAS | TOTAL DE Km RECORRIDOS/AÑO |
|---------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| Época               | 3                       | 864             | 3               | 7776                       |
| Daniel Álvarez      | 2                       | 864             | 2               | 3456                       |
| Unión Lojana        | 2                       | 864             | 3               | 5184                       |
| Perpetuo Socorro    | 3                       | 864             | 1               | 2592                       |
| San Pedro           | 3                       | 864             | 3               | 7776                       |
| Pradera             | 2                       | 864             | 2               | 3456                       |
| Tebaida             | 3                       | 864             | 3               | 7776                       |
| Yaguarcuna          | 2                       | 864             | 2               | 3456                       |
| Pitas               | 7                       | 864             | 3               | 18144                      |
| Valle               | 6                       | 864             | 2               | 10368                      |
| Pedestal            | 4                       | 864             | 4               | 13824                      |
| San Sebastián       | 4                       | 864             | 1               | 3456                       |
| Peñon del Oeste     | 4                       | 864             | 3               | 10368                      |
| Motupe              | 10                      | 864             | 2               | 17280                      |
| Balcón Lojano       | 4                       | 864             | 1               | 3456                       |
| Peñas               | 4                       | 864             | 3               | 10368                      |
| Esteban Godoy       | 1                       | 864             | 4               | 3456                       |
| <b>TOTAL</b>        |                         |                 | <b>42</b>       | <b>38016</b>               |

**Anexo 10.** Movilidad. Distancia recorrida en bus por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes.

| LUGAR DE RESIDENCIA | DISTANCIA A LA UNL (Km) | RECORRIDOS/ AÑO | No. DE PERSONAS | TOTAL DE Km RECORRIDOS/AÑO |
|---------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
| La Paz              | 8                       | 864             | 3               | 20736                      |
| La Banda            | 9                       | 864             | 11              | 85536                      |
| Celi Román          | 5                       | 864             | 8               | 34560                      |
| Los Rosales         | 1                       | 864             | 7               | 6048                       |
| Esteban Godoy       | 1                       | 864             | 5               | 4320                       |
| El Paraíso          | 7                       | 864             | 8               | 48384                      |
| El Capulí           | 2                       | 864             | 4               | 6912                       |
| Tebaida             | 3                       | 864             | 9               | 23328                      |
| Pitas               | 7                       | 864             | 10              | 60480                      |
| Época               | 3                       | 864             | 8               | 20736                      |
| Bolívar             | 4                       | 864             | 3               | 10368                      |
| Electricista        | 1                       | 864             | 10              | 8640                       |
| Carigan             | 12                      | 864             | 3               | 31104                      |
| San Sebastián       | 4                       | 864             | 5               | 17280                      |
| San Pedro           | 3                       | 864             | 8               | 20736                      |
| Peñon del Oeste     | 4                       | 864             | 3               | 10368                      |
| Yaguarcuna          | 2                       | 864             | 9               | 15552                      |
| Daniel Alvarez      | 2                       | 864             | 6               | 10368                      |
| Balcón Lojano       | 4                       | 864             | 2               | 6912                       |
| Pradera             | 2                       | 864             | 5               | 8640                       |
| Ciudad Victoria     | 5                       | 864             | 3               | 12960                      |

Continuación...

|                     |    |     |     |        |
|---------------------|----|-----|-----|--------|
| Peñas               | 4  | 864 | 6   | 20736  |
| Valle               | 6  | 864 | 5   | 25920  |
| Menfis bajo         | 4  | 864 | 2   | 6912   |
| Motupe              | 10 | 864 | 4   | 34560  |
| Dorado              | 4  | 864 | 2   | 6912   |
| Florencia           | 12 | 864 | 1   | 10368  |
| Sauces Norte        | 11 | 864 | 8   | 76032  |
| Pedestal            | 4  | 864 | 6   | 20736  |
| Operadores          | 2  | 864 | 5   | 8640   |
| Centro de la ciudad | 4  | 864 | 6   | 20736  |
| Catamayo            | 15 | 864 | 1   | 12960  |
| Malacatos           | 14 | 864 | 1   | 12096  |
| <b>TOTAL</b>        |    |     | 177 | 720576 |

**Anexo 11.** Movilidad. Distancia recorrida en moto por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes.

| BARRIO O CIUDADELA DE RESIDENCIA | DISTANCIA A LA UNL (Km) | No. DE RECORRIDOS/AÑO | No. DE PERSONAS | TOTAL DE Km RECORRIDOS/AÑO |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| Esteban Godoy                    | 1                       | 864                   | 1               | 864                        |
| Época                            | 3                       | 864                   | 1               | 2592                       |
| Pitas                            | 7                       | 864                   | 1               | 6048                       |
| Daniel Álvarez                   | 2                       | 864                   | 1               | 1728                       |
| <b>TOTAL</b>                     |                         |                       | 4               | 11232                      |

**Anexo 12.** Movilidad. Distancia recorrida caminando y en bicicleta por parte de docentes y personal administrativo y de servicio y estudiantes.

| BARRIO O CIUDADELA DE RESIDENCIA | DISTANCIA A LA UNL (Km) | No. DE RECORRIDOS/AÑO | No. DE PERSONAS | TOTAL DE Km RECORRIDOS/AÑO |
|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| La Argelia                       | 1                       | 864                   | 21              | 18144                      |
| Alegría                          | 1                       | 864                   | 6               | 5184                       |
| Julio Ordóñez                    | 1                       | 864                   | 9               | 7776                       |
| Esteban Godoy                    | 1                       | 864                   | 6               | 5184                       |
| Tebaida                          | 3                       | 864                   | 1               | 2592                       |
| Electricista                     | 1                       | 864                   | 1               | 864                        |
| <b>TOTAL</b>                     |                         |                       | 44              | 36288                      |

**Anexo 13.** Movilidad. Consumo de combustible por los vehículos del AARNR.

| PLACA        | CONSUMO DE COMBUSTIBLE (galones) |      |      |      |      |      |      |     |      |      |      |      | TOTAL |
|--------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|-------|
|              | En.                              | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ag. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. |       |
| LEA - 0733   | 47                               | 51   | 69   | 53   | 54   | 30   | 10   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 314   |
| PPL - 0143   | 0                                | 0    | 0    | 10   | 12   | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 22    |
| AT - 1873    | 22                               | 10   | 22   | 22   | 20   | 10   | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 106   |
| AT - 1872    | 25                               | 54   | 12   | 42   | 40   | 34   | 46   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 253   |
| LEA - 0372   | 48                               | 54   | 36   | 12   | 0    | 0    | 0    | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 150   |
| <b>TOTAL</b> | 142                              | 169  | 139  | 139  | 126  | 74   | 56   | 0   | 0    | 0    | 0    | 0    | 845   |

**Anexo 14.** Tipo y cantidad de Residuos generados en el área de estudio.

| TIPO DE RESIDUO        |                           | GENERACIÓN DE RESIDUOS AL AÑO<br>(Kg) |                         |              | TOTAL  |          |
|------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------|--------|----------|
|                        |                           | AARNR                                 | Hospital<br>Veterinario | Laboratorios |        |          |
| Orgánico               | Restos de cáscaras        |                                       | 13564,8                 | 0            | 0      | 13564,8  |
|                        | Restos de frutas          |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Restos de alimentos       |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Residuos no utilizados    |                                       |                         |              |        |          |
| Inorgánicos            | Papel                     | Archivo de color                      | 41312,16                | 648          | 1576,8 | 43536,96 |
|                        |                           | Bond impreso                          |                         |              |        |          |
|                        |                           | Bond blanco                           |                         |              |        |          |
|                        | Plástico                  | Alta calidad                          |                         |              |        |          |
|                        |                           | Baja calidad                          |                         |              |        |          |
|                        |                           | Chilloso                              |                         |              |        |          |
|                        | Botellas                  | Soplado de alta calidad               |                         |              |        |          |
|                        |                           | Soplado de baja calidad               |                         |              |        |          |
|                        | Varios                    | Plegadiza                             |                         |              |        |          |
|                        |                           | Kraft                                 |                         |              |        |          |
|                        |                           | Cartón                                |                         |              |        |          |
|                        |                           | Periódico                             |                         |              |        |          |
|                        |                           | Espuma Flex                           |                         |              |        |          |
|                        |                           | Metales y chatarra                    |                         |              |        |          |
|                        |                           | Pilas y baterías                      |                         |              |        |          |
| Vidrio                 |                           |                                       |                         |              |        |          |
| Madera                 |                           |                                       |                         |              |        |          |
| Vajilla descartable    |                           |                                       |                         |              |        |          |
| Residuos no utilizados |                           |                                       |                         |              |        |          |
| Peligrosos             | Cadáver de felino         |                                       | 0                       | 6395,76      | 3844,8 | 10240,56 |
|                        | Placentas de canino       |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Cadáver de canino         |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Tumor mamario de canino   |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Pedazo de piel de canino  |                                       |                         |              |        |          |
|                        | útero de canino           |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Pedazo de oreja de canino |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Restos de cultivos        |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Restos de suelos          |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Restos químicos           |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Restos de vegetales       |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Guantes quirúrgicos       |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Peras de laboratorio      |                                       |                         |              |        |          |
|                        | Objetos corto punzantes   |                                       |                         |              |        |          |
|                        | <b>TOTAL</b>              |                                       |                         |              |        |          |