

**APROXIMACIÓN AL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA
UNIVERSIDAD DE NARIÑO SEDE TOROBAJO PARA EL PRIMER SEMESTRE DE
2014.**

CHRISTIAN CAMILO BURGOS

MIGUEL ANGEL FIGUEROA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA DE ECONOMÍA
SAN JUAN DE PASTO
2016**

**APROXIMACIÓN AL CÁLCULO DE LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA
UNIVERSIDAD DE NARIÑO SEDE TOROBAJO PARA EL PRIMER SEMESTRE
DEL 2014**

CHRISTIAN CAMILO BURGOS

MIGUEL ANGEL FIGUEROA

ASESOR

Dr. JULIÁN SABOGAL

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE ECONOMISTA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
PROGRAMA DE ECONOMÍA
SAN JUAN DE PASTO
2016**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1 del acuerdo 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable consejo directivo de la Universidad de Nariño

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma de jurado.

Firma de jurado

AGRADECIMIENTOS

A mi familia toda, son el soporte vital me ha construido.

A mi amigo Julián sabogal, por su acompañamiento constante y consecuente

A la universidad de Nariño, por acogerme.

Al movimiento social colombiano, por enseñarme que la vida es una constante lucha.

A todas las grandes personas que con su cercanía y apoyo han contribuido a la construcción de esta aventura que es mi vida.

DEDICATORIA

A Gustavo Figueroa, mi padre por su incondicional apoyo

A Patricia Chamorro, mi madre por su ternura amor y paciencia

A Rubén Figueroa y Evelyn Vannessa, por sus palabras y compañía.

A la gloriosa Juventud Comunista Colombiana, por todo el sacrificio, y su ineludible lucha
hacia la construcción de un nuevo país.

A mi compañera, Mónica Vallejo por su incondicional compañía en la búsqueda de la libertad.

A mi amigo, Fernando Romero por compartir su inteligencia.

A quienes piensan que este no es el mejor de los mundos posibles y creen consecuentemente
que es posible construir un mundo mejor.

DEDICATORIA

A mis padres Isabel y Alirio por su apoyo incondicional

A mi abuela Bertha por su constancia y dedicación

RESUMEN

La aproximación al cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño es una investigación pionera en esta institución, su realización obedece a dos motivos fundamentales: en primer lugar la comprensión de la economía como una parte de la naturaleza con la que se establece una relación de intercambio, y en segundo lugar estudiar el impacto de la actividad universitaria sobre su entorno. La investigación se hizo bajo el enfoque de la Economía Ecológica, guía multidimensional y transdisciplinaria que permitió estimar el impacto del funcionamiento de la sede Torobajo de la Universidad de Nariño durante el segundo semestre académico de 2014, el cálculo de la Huella Ecológica se realizó con base en cinco variables: energía, movilidad, agua, papel y espacio construido. La Huella Ecológica de la Universidad de Nariño para el primer semestre de 2014 fue de 1.397 hag (hectáreas globales) y de 0.16 hag per cápita, esto significa que se necesitaron aproximadamente 75 áreas iguales a la extensión del campus para mantener su nivel de consumo.

Palabras clave: Huella Ecológica, aproximación, economía, medioambiente, sustentabilidad, capital, desarrollo sostenible, producción, recursos naturales.

ABSTRACT

The approach to calculating the ecological footprint of the University of Nariño is a research pioneer in this institution, its realization is due to two main reasons: firstly understanding of the economy as a part of nature with which a relationship is established exchange, and secondly to study the impact of university activity on the environment. The research was done under the transdisciplinary approach of ecological economics, multidimensional guidance and that allowed us to estimate the impact of the operation of Torobajo campus of the University of Nariño during the first half of 2014, the calculation of the ecological footprint was made based on five variables: energy, mobility, water, paper and built space. The Ecological Footprint of the University of Nariño for the first half of 2014 was 1.397 gha (global hectares) and 0.16 gha per capita, this means that approximately 75 equal to the extension of the campus to maintain their level of consumption areas were needed.

Keywords: Ecological Footprint, approach, economy, environment, sustainability, capital, sustainable development, production, natural resources.

Contenido

Introducción	16
1. Generalidades	18
1.1. Tema.....	18
1.2. Título	18
1.3. Descripción del Problema	18
1.3.1. Antecedentes.....	18
1.3.2. Estado Actual.....	20
1.3.3. Planteamiento del problema.....	22
1.3.4. Formulación del problema.....	25
1.4. Justificación	25
2. Objetivos	28
2.1. Objetivo general.....	28
2.2. Objetivos específicos.....	28
3. Marco de Referencia	29
3.1. Marco Teórico	29
Huella Ecológica.....	29
Huella Ecológica en Universidades.....	39
3.2. Marco contextual	41
3.3. Marco conceptual	42
3.4. Marco legal.....	46
4. Metodología.	48
4.1. Tipo de estudio.....	53
4.1. Diseño de análisis e interpretación de resultados	54
4.2. Fuentes de información y muestra	54
5. Desarrollo de la investigación.	62
5.1. Enfoques teóricos en los que se enmarca la huella ecológica.	62
5.1.1. Crisis del modelo capitalista de producción y medio ambiente.....	62
5.1.2. Economía Ambiental.....	70
5.1.3. Economía Ecológica.....	76
5.1.4. Desarrollo sostenible y sustentabilidad.....	85
Indicadores de (In) sustentabilidad.....	89

Huella ecológica como indicador de sustentabilidad.....	92
5.2. Desarrollo de la aproximación al cálculo de la huella ecológica.....	99
5.2.1. Generalidades Metodológicas:	99
5.2.2. Información consolidada	100
5.2.3. Guía metodológica:	107
5.3. La huella de carbono de la Universidad de Nariño sede Torobajo.....	138
5.3.1. Emisiones de CO ₂ de la Universidad de Nariño.....	139
5.3.1.1. Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de energía.....	141
5.3.1.2. Emisiones de CO ₂ asociadas	143
5.3.2. Implicaciones conceptuales de la Huella de Carbono.....	152
5.4. Coeficiente de fijación por Área Universidad de Nariño.....	160
5.5. Desarrollo de la metodología para la aproximación al cálculo de la huella Ecológica.....	164
5.5.1. Huella ecológica de la Universidad de Nariño por poblaciones.....	166
5.5.2. Resumen aproximación al cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Nariño.	174
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	177
Referencias Bibliográficas.....	188

Lista de tablas

Tabla 1: Factores de equivalencia	53
Tabla 2: Variables Huella Ecológica Universidad de Nariño.....	55
Tabla 3: Número de Estudiantes por Facultad.....	57
Tabla 4: Número de Profesores por Facultad.	58
Tabla 5: Número de Trabajadores.....	58
Tabla 6: Número de Encuestas por Grupo poblacional.	60
Tabla 7: Número de encuestas por Facultad.	60
Tabla 8: Hábitos de Movilidad estudiantes.....	101
Tabla 9 Estudiantes, Distancia recorrida por medio de transporte.....	101
Tabla 10: Estudiantes, Consumo de papel	102
Tabla 11: Hábitos de movilidad, Profesores.....	103
Tabla 12: Distancia recorrida por medio de transporte, Profesores.	103
Tabla 13: Consumo de papel, Profesores.....	104
Tabla 14: Hábitos de movilidad, Trabajadores.....	105
Tabla 15: Distancia recorrida por medio de transporte. Trabajadores.....	105
Tabla 16: Consumo de papel. Trabajadores.....	106
Tabla 17: Movilidad estudiantes, Motocicleta 01.....	110
Tabla 18: Movilidad estudiantes, Motocicleta 02.....	111
Tabla 19: Movilidad estudiantes, Motocicleta 03.....	111
Tabla 20: Movilidad estudiantes, Motocicleta 04.....	112
Tabla 21: Movilidad estudiantes, Motocicleta 05.....	112
Tabla 22: Movilidad estudiantes, Motocicleta 06.....	114
Tabla 23: Movilidad docentes, Motocicleta 07.....	115
Tabla 24: Movilidad trabajadores, Motocicleta.....	116
Tabla 25: Movilidad Bus urbano.....	117
Tabla 26: Movilidad Carro particular.	117
Tabla 27: Movilidad, distancias recorrida por persona.....	118
Tabla 28: Estimación distancias totales, Estudiantes.....	118
Tabla 29: Estimación distancias totales, Docentes.	120
Tabla 30: Estimación distancias totales, Trabajadores.	120
Tabla 31: Distancia recorrida por medio de transporte.	121
Tabla 32: Consumo de combustible por medio de transporte.	125
Tabla 33: Emisiones de CO ₂ , Movilidad.....	126
Tabla 34: Emisiones asociadas al consumo de Agua.....	129
Tabla 35: Consumo de Papel, Estudiantes.	130
Tabla 36: Consumo de papel cuadernos, Estudiantes	131
Tabla 37: Consumo de papel, Estudiantes 2.	131
Tabla 38: Consumo de papel, por población.....	132
Tabla 39: Consumo Administrativo.....	133

Tabla 40: Total cantidad de materiales, Bloque 7.....	135
Tabla 41: Factor de emisión de CO ₂ , Espacio construido.....	137
Tabla 42: Emisiones totales de CO ₂	140
Tabla 43: Indicadores, Consumo de energía.....	142
Tabla 44: Emisiones de CO ₂ ,.....	144
Tabla 45: Emisiones de CO ₂ , Movilidad por población.....	145
Tabla 46: Porcentaje de Usuarios, bicicleta y desplazamiento a pie.....	147
Tabla 47: Consumo de Agua por persona.....	148
Tabla 48: Consumo total de papel.....	151
Tabla 49: Huella ecológica por variable.....	165
Tabla 50: Huella Ecológica por población en cada variable.....	167
Tabla 51: Huella Ecológica por población.....	168
Tabla 52: Huella ecológica per cápita.....	169
Tabla 53: Huella ecológica, hectáreas globales.....	171
Tabla 54: Huella Ecológica Universidades.....	172

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Huella Ecológica Hectáreas, 2008	34
Ilustración 2: Huella Ecológica por Componente, Colombia.....	35
Ilustración 3: Huella Ecológica por Componente, Colombia 2008.....	36
Ilustración 4: Huella Ecológica por persona en los países con altos, medianos y bajos ingresos entre 1961 - 2008.....	38
Ilustración 5: Sistema Universidad - Medio Ambiente.....	50
Ilustración 6: Pico de la extracción de Petróleo.....	64
Ilustración 7: participación de cada población en la distancia total	122
Ilustración 8: Participación de cada medio de transporte en la distancia total.....	123
Ilustración 9: Emisiones de CO ₂ por variable.	139
Ilustración 10: Emisiones de CO ₂ per cápita. 2006-2010.....	158
Ilustración 11: Emisiones Ton de CO ₂ per cápita, Colombia.	159
Ilustración 12: Mapa Universidad de Nariño - cuatro zonas.....	161
Ilustración 13: Huella Ecológica por variable.	166
Ilustración 15: División de areas para conteo.	224
Ilustración 14: Área Universidad de Nariño, sede Torobajo.	224

Lista de Ecuaciones.

Ecuación (1)	51
Ecuación (2)	52
Ecuación (3)	59
Ecuación (4)	108
Ecuación (5)	123
Ecuación (6)	125
Ecuación (7)	128
Ecuación (8)	162

Introducción

Durante las últimas décadas el conjunto de problemas ambientales ha tomado relevancia en las diferentes ciencias y disciplinas, hoy en día es un tema prioritario para la sociedad en general. La agudización del cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la alteración del equilibrio ecosistémico, exigen que la academia demuestre su preocupación en temas como este. Es de gran importancia saber cómo nuestras actividades individuales y colectivas están afectando el equilibrio entre la sociedad y el entorno natural, para esto existen diferentes indicadores que permiten conocer el impacto ambiental generado por personas, instituciones, países o actividades económicas. Los indicadores más apropiados para visibilizar el nivel de degradación ambiental son los indicadores biofísicos; entre estos se encuentra el de la Huella Ecológica.

El presente trabajo pretende hacer un cálculo aproximado de la Huella Ecológica (HE) que institucionalmente se genera desde la Universidad de Nariño sede Torobajo, a pesar de que en un principio el indicador procura establecer una medida de la sustentabilidad a nivel global es posible abordarla también desde una perspectiva más concreta.

Según los profesores William Rees y Mathis Wackernagel, responsables del desarrollo metodológico del indicador, la huella ecológica se define como: *El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, bosques, pastos o ecosistemas acuáticos) necesaria para producir los recursos que se requieren y para asimilar los residuos producidos por una población determinada con un nivel de vida específico de forma indefinida, sea donde sea que se encuentre esa área* (Wackernagel & Rees, 2001, pág. 23). Este indicador mide el impacto de un individuo o comunidad sobre su entorno considerando los recursos necesarios, los

residuos generados y el espacio utilizado para el mantenimiento del nivel de vida de determinada comunidad.

Luego de analizar los resultados obtenidos se identifica el tipo de recursos que están generando mayor impacto y el campo que tiene mayor oportunidad de mejorar. El alcance de esta investigación se concentra en consolidar un referente institucional y regional para la formulación de política en torno a la disminución de la huella ecológica además de establecer un precedente de investigación y servir de insumo para la formulación de propuestas institucionales que conlleven a un mayor protagonismo de la problemática ambiental en el estudio de las ciencias sociales como naturales.

1. Generalidades

1.1.Tema

Huella Ecológica, enmarcado dentro de los índices biofísicos de (in) sustentabilidad desarrollados por los aportes científicos de la Economía Ecológica.

1.2.Título

Aproximación al cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el periodo A del 2014.

1.3. Descripción del Problema

1.3.1. Antecedentes

Desde la definición del concepto de huella ecológica en 1996 por Wackernagel y Rees este índice se ha consolidado como uno de los más aplicados por sus ventajas técnicas que residen en la posibilidad de medir la mayoría de recursos que se consumen y los desechos que se generan, asimismo el consumo y los residuos se pueden convertir a unidades físicas que representan los territorios y ecosistemas susceptibles a este uso, los cuales cuentan con la capacidad bioproductiva y de absorción de los impactos humanos.

El aporte fundamental de los autores mencionados fue establecer una metodología de cálculo específica que permite la obtención de un índice biofísico, recopilada en su obra principal (Wackernagel & Rees, 2001). Además de expresar el impacto de la actividad humana en términos globales de superficies productivas, en los ecosistemas, permite la evaluación numérica a través de dicho índice. Este no fue el primer intento en la definición de esta idea,

ya que en 1967 Arvil (Van adams & Van Adams, 1992) calculó que cada habitante de la tierra necesitaba aproximadamente de una hectárea para su mantenimiento, pero sin definir una metodología general para llegar a dicha conclusión.

El indicador ha sido modificado para su aplicación en espacios pequeños, como universidades, ciudades, comunas, excluyendo en su cálculo las transacciones que involucran intercambios entre la economía nacional y economías extranjeras debido a la dificultad para discriminar los consumos.

De este modo se ha utilizado el indicador en varias universidades, principalmente europeas y norteamericanas, entre ellas destaca el resultado de la huella de la Universidad de Oregon (Hut, 2003) con un resultado de 3,3 ha en contraste a la Universidad de Redlands (Hut, 2003) con menos de una Ha, en esta última la metodología incluyó cuatro componentes principales: transporte, energía, agua y desechos, excluyendo factores como la alimentación y los materiales de construcción.

Existen una serie de investigaciones en los últimos años, principalmente por el desarrollo de metodologías específicas a las condiciones de cada zona donde se encuentran ubicados los campus y el cálculo de productividades ecológicas de los ecosistemas involucrados, entre ellas de la Universidad de León (Arroyo Hernández , Álvarez, & Ansola, 2009) que registró una HE de 0,45 hectáreas globales por persona (gha/cap). Frente a una biocapacidad disponible de 1,75 gha/cap. Así mismo en el año 2011 en la Universidad de Málaga (Vicerectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad, 2008) se calculó la HE, estableciéndose en 0,26 gha/cap.

En el contexto latinoamericano la existencia de estudios ambientales de este tipo y que se realicen de manera periódica con el fin de construir una base de datos que permita conocer la

evolución en el tiempo de este indicador es casi nula, además se llevan a cabo de forma esporádica, entre ellos está el realizado por investigadores mexicanos en la Universidad Autónoma Metropolitana (Olalla , 2003) registrando una Huella Ecológica de 0,437 gha/cap, Con respecto al área total del campus la HE total correspondería a 63 veces el área ocupada por dicho campus.

En el ámbito suramericano en la Universidad San Francisco de Quito, en Ecuador (Tomaselli, 2004), se calculó una huella ecológica de 0,21 gha/cap.

En Colombia la única investigación guiada a medir la Huella Ecológica de un campus universitario fue llevada a cabo en el año 2009 en la Universidad del Valle (Agredo, 2011), los resultados obtenidos reflejaron que dicha universidad necesitaría una extensión de 77 veces su espacio efectivo para sostener las condiciones de consumo de su población, la HE fue de 0,5 gha/cap (Agredo, 2011, pág. 13).

1.3.2. Estado Actual

La Universidad de Nariño en su estructura política y organizativa debería contemplar una serie de herramientas científicas para el estudio de su impacto en el medioambiente puesto que como ya se dijo anteriormente, este es un problema de importante atención a nivel global.

En la actualidad los esquemas gubernamentales de planificación institucional prevén que la dinámica ambiental debe tenerse en cuenta en las diferentes instancias de toma de decisiones. Sin embargo, el trasfondo de mercado que se le ha dado al problema ambiental, desde los esquemas desarrollistas de planeación estratégica, no van más allá de programas dirigidos a la disminución del consumo, la reutilización, el reciclaje y la cooperación en el manejo de los residuos. Iniciativas que son válidas pero que tienden a convertir, lo ambiental, en algo

coyuntural que no va más allá de lo simple y superficial. Aquella visión no reconoce la responsabilidad del modelo de producción sobre el medioambiente, tampoco identifica la estructura de poder que ha generado históricamente la desigualdad social y ambiental. Esta visión monetarista y simplificada del problema ambiental no permite identificarlo como parte fundamental de la crisis civilizatoria por la cual atravesamos.

En la actualidad en nuestra Universidad existen algunos pequeños avances en materia ambiental como lo refleja, por ejemplo, el Plan de Desarrollo 2008 – 2020 *Pensar la Universidad y la Región*. En este documento en principio se identifica la dimensión ambiental – ecológica como una amenaza, en el sentido del impacto que generan las actividades socio productivas.

Desde hace algunas décadas, la humanidad ha empezado a adquirir conciencia de la gravedad de la situación, pero las acciones concretas para preservar el medioambiente todavía son insuficientes (Universidad de Nariño, 2008).

También en este documento se identifica como una estrategia para el desarrollo del eje, Universidad y Región, la transformación curricular para impulsar la educación ambiental. En el programa Universidad y Región, específicamente en el subprograma sobre medioambiente, se pretende poner en marcha maestrías y doctorados afines a la resolución de los problemas ambientales con el fin de fomentar la cultura a favor del medioambiente.

Si bien estos son importantes avances en la hoja de ruta que debe seguir la Universidad con miras a sumar iniciativas hacia la solución de los problemas ambientales, consideramos que las iniciativas podrían ser mayores y mejores en cuanto al análisis minucioso de la situación ambiental de la Universidad de Nariño en su entorno.

No obstante encontramos que la presente investigación no tiene precedentes en cuanto a investigaciones que estudien el impacto ambiental de nuestra Universidad sobre el entorno en el que se encuentra y que expongan el papel que juega la Universidad en la sociedad frente al problema ambiental contemplada en su función de centro de formación y transformación social. En la Universidad de Nariño no existen estudios sobre indicadores biofísicos de in sustentabilidad (vistos desde la óptica de la Economía Ecológica), y mucho menos sobre su huella ecológica.

1.3.3. Planteamiento del problema

El contexto internacional da cuenta, desde inicios de los años 70 con la publicación del informe *Los límites del crecimiento*, de la amenaza que representa para la tierra el sostenido crecimiento de la población, el ingente crecimiento económico y el consecuente incremento del calentamiento global. Además de los diferentes problemas ambientales y climáticos generados por el desmedido avance principalmente de las economías del primer mundo; de este modo el progreso de los países y el incremento de su ingreso aún dependen en gran medida de los recursos que extraen para alimentar sus maquinarias productivas, de este proceso es de esperar que se generen residuos proporcionales a la magnitud de la extracción de recursos; por ende se genera un impacto directo sobre la capacidad de la naturaleza de producir (materia prima) y absorber residuos. Entendiendo que existió un equilibrio cuando el ritmo de la extracción no superó la capacidad de los ecosistemas de regenerarse, en el corto plazo, es decir no superó la capacidad de carga de un determinado ecosistema.

Sin embargo este equilibrio no está presente en los preceptos del desarrollo capitalista. El impacto sobre el medioambiente de las actividades humanas se observa y analiza bajo el

enfoque de la economía ambiental: *la cual se ocupa de aquello que siendo de utilidad directa para los hombres, resulte además apropiable, valorable y productible.* (Marban, 2014, pág. 5)

Es decir a través del uso de conceptos como el de costo beneficio, que le asigna una valoración únicamente monetaria a los recursos naturales, valoración que el mercado ubicará en su óptimo. Esta teoría resulta insuficiente al tratar con variables y factores que no dependen de los mercados y el volumen monetario que en ellos se intercambia como la fertilidad de la tierra, el volumen de bosques, el caudal de los ríos, etc. Evidenciándose una disociación entre la economía y la ecología.

La Economía Ecológica integra estos planteamientos pues considera a la economía como un subsistema de la ecósfera. Como lo afirma Marban, la Economía Ecológica *realiza una evaluación monetaria y física de los impactos ambientales derivados de la actividad económica: conciliación entre la valoración económica y las leyes termodinámicas* (Marban, 2014, pág. 5). Según el enfoque de esta teoría las valoraciones monetarias resultan exiguas para descubrir el impacto real de la economía en el ambiente. Por ende es pertinente el uso de indicadores biofísicos que expresen las variables en magnitudes físicas (metros cuadrados, metros cúbicos, partes por millón, etc.) entre estos indicadores se encuentra la huella ecológica que en palabras de M. Wackernagel se define como:

Una herramienta contable que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población o economía, expresados en área de tierra productiva (Wackernagel & Rees, 2001, pág. 29).

Este instrumento inicialmente fue formulado para su aplicación en países, ciudades o pueblos, sin embargo el cálculo puede realizarse en espacios y poblaciones más pequeñas como es el

caso de las universidades, a razón de que los recursos consumidos y los desechos generados son visibles y medibles en un campus determinado.

La Huella Ecológica varía en función de la fluctuación del PIB (o PNB), es decir a mayor incremento de este en determinado territorio mayor será la huella ecológica per cápita. Estados Unidos y Europa encabezan la lista de dicho indicador en el mundo. Por su parte África, Asia y América Latina figuran en los últimos lugares; según Wackernagel en el 2001 existía tan solo 1,5 hectáreas (ha) de suelo productivo para cada persona, sin embargo, el reporte Planeta Vivo 2012 muestra *que en el 2008 la demanda de la humanidad superó la tasa de regeneración de la biósfera en más del doble* (WWF, 2012, pág. 12) podríamos tomar, también, como ejemplo la Huella Ecológica promedio de los países de ingresos altos 5,60 ha y la de los países de ingresos medianos 1,14 ha.

En Colombia la Huella Ecológica es de 1,8 ha per cápita, (WWF, 2012, pág. 143) si bien se ubica en el grupo de países de ingresos bajos y en consecuencia su HE es relativamente baja la hegemonía cultural del estilo de vida americano en los países del sur amenaza con incrementar en grandes proporciones la cantidad de recursos empleados en la maquinaria económica. Por lo anterior se puede afirmar que es impertinente realizar una estimación de los residuos y la energía consumida, tan solo a partir de análisis sobre la producción, si no por el contrario existe la necesidad de conocer el impacto real de las actividades humanas en el medioambiente a través de indicadores biofísicos.

En Colombia se han llevado a cabo iniciativas para el cálculo de la HE (en Manizales, en una urbanización en la ciudad de Bogotá), en organizaciones (zoológico de Cali) y en universidades (UNIVALLE).

1.3.4. Formulación del problema

- Pregunta general:
 - ¿Cuál es la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el periodo 2014-A?
- Preguntas específicas:
 - ¿Cuál es el análisis de los enfoques teóricos en los que se enmarca el concepto de Huella Ecológica?
 - ¿Cuál es la información necesaria para la sistematización y posterior desarrollo de la metodología para la aproximación al cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño?
 - ¿Cuál es la Huella de Carbono de la Universidad de Nariño sede Torobajo periodo 2014-A?
 - ¿Qué resultados se obtendrán con la aplicación de la metodología y que se puede inferir de ellos?

1.4. Justificación

El mundo actual vive una crisis ambiental de importante magnitud y el pensamiento alternativo, con rigurosidad y autonomía, es quizá el más apropiado para entenderla y propiciar soluciones con el objetivo de superarla. Pero si bien es apremiante entender la problemática ambiental, también se hace necesario tomar medidas concretas que coadyuven a una solución. A la convivencia en armonía del hombre junto a la naturaleza, ya que con el paso del tiempo la degradación ambiental se agudiza y, en primera instancia, son las

poblaciones más vulnerables de la sociedad las que se ven afectadas principalmente por el cambio climático.

Ahora bien, la Universidad de Nariño además de ser el claustro de educación más importante del departamento, tiene una responsabilidad social con la región, la transformación para el bien vivir de la población actual y futura. En este sentido se hace necesario que los lineamientos institucionales en cuanto a planeación y desarrollo, tengan argumentos concretos para ejecutar políticas de sustentabilidad ambiental como muestra pionera de convivencia responsable con el medioambiente.

La universidad pública por su naturaleza crítica y a la vanguardia del pensamiento autónomo debe asumir propuestas innovadoras frente a la dinámica ambiental de la actualidad, proponiendo y apropiándose de este tipo de iniciativas. Es válido en este sentido, conocer el nivel de sustentabilidad que tiene la universidad y así contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población no solo de la universidad, sino también de la región.

La presente investigación se contextualiza dentro de las ciencias económicas en un momento en el que se vive un amplio debate sobre la validez y pertinencia de las ciencias económicas ortodoxas frente a la actual *crisis civilizatoria* (Vega Cantor, 2014), puesto que el modelo económico actual es el principal responsable de la situación ambiental que vivimos. A lo cual la economía tradicional hasta el momento no ha dado una respuesta o solución concreta. Esta investigación se enmarca dentro de una vertiente de la economía heterodoxa llamada: Economía Ecológica, ésta particularmente en el Programa de Economía de la Universidad de Nariño no tiene la importancia que debería tener en comparación con el protagonismo que se le da a materias de la economía ortodoxa.

Si bien se tiene el precedente de la HE nacional y este presenta un indicio de la HE universitaria, es preciso realizar un acercamiento a su cálculo para evaluar nuestra actitud frente al medio en el que estamos inmersos y en función de los resultados obtenidos formular alternativas de solución o de fortalecimiento para reducir, o mantener un determinado nivel de afectación sobre nuestro medio. Además de ser un llamado de atención a la política institucional frente al medioambiente, convoca al debate dentro del Programa de Economía sobre el examen que se debe hacer al estudio de la economía ortodoxa y su pertinencia en la región. Y expone la necesidad de darle el lugar que se merece al estudio de la degradación ambiental.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar una aproximación al cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño durante el periodo 2014-A.

2.2. Objetivos específicos.

- Analizar bajo cuáles enfoques teóricos se enmarca el concepto de Huella Ecológica.
- Obtener la información y sistematizar los datos necesarios.
- Aplicar la metodología y determinar cuál es la Huella de Carbono de la Universidad de Nariño sede Torobajo periodo 2014-A.
- Determinar la aproximación de la Huella Ecológica y analizar los resultados obtenidos con estudios similares.

3. Marco de Referencia

3.1. Marco Teórico

Huella Ecológica

*"Ni la sociedad, ni el hombre, ni ninguna otra cosa
deben sobrepasar para ser buenos los límites
establecidos por la naturaleza"*

Hipócrates

Este indicador de sustentabilidad pretende responder a la pregunta ¿cuánta tierra productiva se necesita, como fuente y sumidero, para sostener una población dada en su nivel actual de vida? Según Martínez Alier la huella ecológica representa, en hectáreas, algunos aspectos importantes del impacto ambiental humano. Ella suma cuatro tipos de uso de suelo:

- a) La tierra usada para alimentar a una persona
- b) La tierra usada para producir madera para papel u otros usos
- c) La tierra edificada y pavimentada
- d) La tierra que servirá para producir energía, equivalente al uso de combustibles fósiles

(Martínez Alier , 2004)

Desde que en el año 1996 los investigadores Mathis Wackernagel y William Rees definieron el término Huella Ecológica, este índice de sostenibilidad se ha ido consolidando como uno de los más aplicados. En palabras de reconocidos autores (Ernst Ulrich o Norman Myers por ejemplo), se ha convertido en la herramienta más útil para evaluar los avances científicos en cuanto a sustentabilidad.

El cálculo de la huella ecológica es una herramienta muy útil, ya que se puede estimar el impacto humano a varias escalas, a nivel mundial, en un país, en una institución e inclusive individualmente.

El concepto de Huella Ecológica se fundamenta en dos supuestos. En primer lugar, que es posible medir la mayoría de los recursos que consumimos y los desechos que generamos. En segundo lugar, este consumo y generación de residuos se pueden traducir a las correspondientes áreas o territorios de los ecosistemas que cuentan con la capacidad de productividad biológica y de absorción de impactos humanos (Doménech, 2007). El cálculo de la huella ecológica no toma en cuenta el área que necesitan las otras especies para sobrevivir (Wackernagel & Rees, 2001)

La idea de Huella Ecológica parte, realmente, del concepto de capacidad de carga. Ésta se define como: el máximo número de individuos de una especie concreta que es capaz de soportar de forma indefinida un hábitat específico sin alterar la productividad de éste. Ante este concepto y en un intento por encontrar un método que recogiera los impactos de las poblaciones humanas, Rees, lo formuló de forma invertida, es decir, ¿cuál sería la superficie necesaria para mantener un número de individuos determinado?

La idea no era nueva, puesto que en el año 1967, como ya se mencionó anteriormente, Arvill había calculado que cada habitante de la Tierra necesitaba aproximadamente una ha. Para su mantenimiento, mientras que P. y A. Ehrlich en 1993 afirmaban que una ciudad de un millón de habitantes, según cálculos optimistas, necesitaba 1.000 Km² para captar la suficiente luz solar capaz de proporcionar a sus ciudadanos una dieta básicamente vegetariana (Doménech, 2007).

El aporte de Rees y Wackernagel fue, por lo tanto, el establecimiento de una metodología muy específica de cálculo que permite la evaluación numérica y que convierte el concepto en un

verdadero índice biofísico que expresa a nivel global el impacto de las actividades humanas en términos de superficies productivas de los ecosistemas.

Los autores Wackernagel y Rees desarrollaron, a su vez, una metodología estándar, que permite la comparación. No obstante, los cálculos han debido ser adaptados, en muchos casos, a las realidades de cada área de estudio. En el cálculo de la Huella Ecológica se interrelacionan las superficies o territorios productivos de los ecosistemas con las categorías necesarias para satisfacer los "metabolismos humanos". Endometabolismos y exometabolismos¹.

Algunas de estas categorías que satisfacen el metabolismo humano son: agricultura, ganadería, pesca, producción forestal, transformaciones de energía primaria desde el punto de vista económico para la producción de energía eléctrica, producción de bienes de consumo, ocupación directa de territorio (ciudades, infraestructuras, minas, etc.) los territorios productivos (que no deben confundirse con los usos a los que se dedican, aunque en la mayor parte de los casos tienen una relación única) son:

- Territorio para la absorción de CO₂: aunque existe un aumento de la asimilación fotosintética a nivel global, las emisiones de CO₂ (Doménech, 2007) continúan aumentando por la acción humana. Por ello, esta variable trata de introducir la necesidad de mantener territorios asimiladores de CO₂, fundamentalmente los bosques, puesto que se plantean como la alternativa más viable para absorber las emisiones.

¹El metabolismo es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo. En las organizaciones sociales se pueden encontrar dos tipos de metabolismo que determinan su relación con el ambiente: el endometabolismo que hace referencia a las necesidades metabólicas básicas responsables de las funciones y necesidades fisiológicas y el exometabolismo referido a las necesidades culturales y afines con el entorno social.

- Territorio de cultivos: el 11% de los 13,4 billones de ha. de la superficie terrestre (1,47 bill. ha.), según algunas estimaciones, pertenece a superficie cultivada en el planeta. En (Wackernagel & Rees, 2001) la cifra es 1,35 billones de ha. Resulta la superficie más productiva ecológicamente hablando.

- Territorio de pastos: la dedicada al pastoreo del ganado. Se encuentra en expansión en detrimento de los bosques.

- Territorio forestal: superficie ocupada por bosques que se encuentren en explotación para la obtención de productos forestales, ya sean repoblados o naturales.

- Territorio con uso directo: Áreas construidas u ocupadas por infraestructuras humanas, así como superficies degradadas por el uso humano.

- Territorio marítimo productivo: principalmente zonas de afloramiento o plataformas continentales, en las que se detecta la mayor parte de la superficie con producción biológica en el mar y cerca del 100% de la pesca en el ámbito global.

- Territorio para la conservación de la biodiversidad: es el territorio que se mantiene intacto para mantener la biodiversidad.

El consumo y la productividad de estas superficies sirven para calcular el número de hectáreas per cápita de cada uno de estos terrenos.

La Huella Ecológica se puede medir desde dos enfoques: la Huella de Carbono y la Huella Hídrica.

La Huella de Carbono se define como *la medida del impacto de todos los gases de efecto invernadero producidos por las actividades (individuales, colectivas, eventuales y de los productos) en el medioambiente. Se refiere a la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, producida en el día a día, generados a*

partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos (Schneider & Samaniego , 2010).

La huella de agua o hídrica se define como *un indicador de uso de agua que tiene en cuenta tanto el uso directo como indirecto por parte de un consumidor o productor. La huella hídrica de un individuo, comunidad o comercio se define como el volumen total de agua dulce que se utiliza para producir los bienes y servicios consumidos por el individuo o comunidad así como los producidos por los comercios (Water Footprint, 2014).*

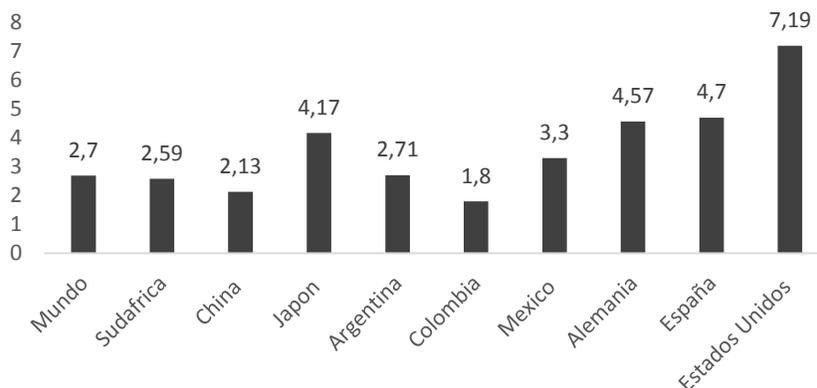
A partir de estas dos huellas y las creadas por Rees y Wackernagel. Domenéch realizó adaptación a la herramienta para determinar la huella ecológica en el puerto de Gijón España (2004), la cual fue una adaptación de la Huella Ecológica a una organización. Fue conocida como la Huella Ecológica Corporativa, ésta tiene distintos factores de medición: en donde están ubicadas, que tipo de materiales están produciendo y cuál es su contra huella, es decir cuánto espacio se tiene para poder absorber todos los gases, cantidad de espacio utilizado en actividades, entre otras. Lo anterior pretende que cada organización busque medidas para generar menor impacto ambiental teniendo como principios la sustentabilidad.

El análisis de la Huella Ecológica sirve como una herramienta que nos permite estimar los requerimientos en términos de consumo de recursos y asimilación de desechos de una determinada población o economía. En el primer estudio sobre HE, se estimó que un canadiense promedio tiene una huella ecológica de aproximadamente 4,3 ha de suelo biológicamente productivo (Wackernagel & Rees, 2001) es decir que para aquel entonces (1996) se requería 4,3 ha de suelo de la naturaleza para soportar el consumo anual promedio de un ciudadano canadiense.

Hoy en día los datos más actualizados a nivel mundial los encontramos en el informe Planeta Vivo 2012 de la organización internacional WWF. Aproximadamente para el 2008 la

capacidad total de la Tierra era de 12.000 millones de ha (1,8 ha por persona), mientras que la Huella Ecológica de la humanidad era de 18.200 millones de ha es decir 2,7 ha por persona (WWF, 2012).

Ilustración 1: Huella Ecológica Hectáreas, 2008



FUENTE: Elaboración propia, datos Informe Planeta Vivo 2012

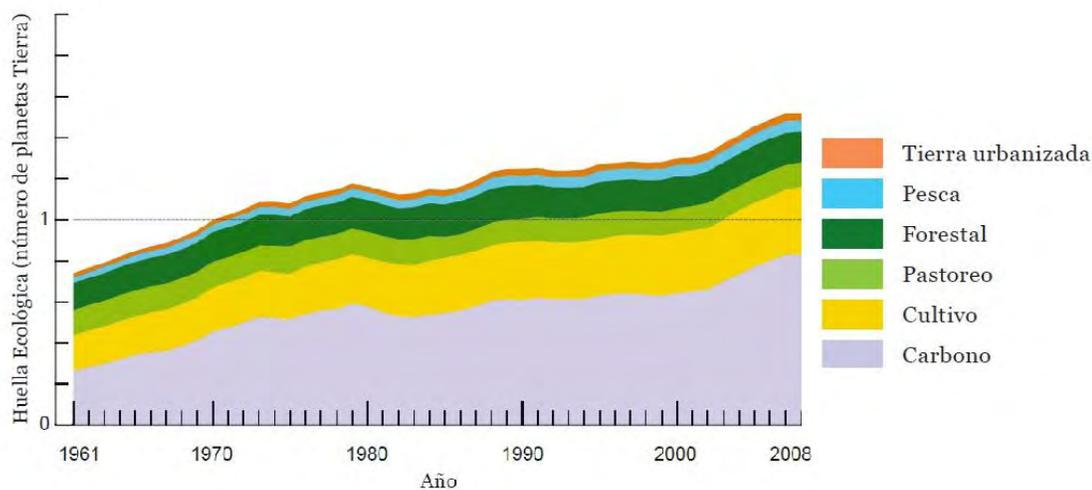
Se considera que existe déficit ecológico cuando la persona, organización, ciudad o país consume más recursos de los que puede generar, en otras palabras que el consumo de hectáreas está por encima de la productividad natural del territorio en el que se encuentra. Actualmente con la HE calculada para el 2008 se puede afirmar que existe generalizadamente déficit ecológico; mientras que el superávit es todo lo contrario, significa que el consumo de hectáreas está por debajo de la productividad natural, que genera más recursos de los que consume, como por ejemplo el caso particular de Indonesia donde la capacidad total se encuentra por encima de su HE. Lo anterior da cuenta de que las huellas ecológicas son diferentes entre países.

Si toda la humanidad viviera como un indonesio medio, por ejemplo, se utilizarían solo dos terceras partes de la capacidad del planeta; si todos viviéramos como un argentino medio, la humanidad necesitaría más de medio planeta adicional; y si todos viviéramos como

un residente medio de EE.UU., se necesitarían un total de cuatro Tierras para poder regenerar la demanda anual de la humanidad sobre la naturaleza. (WWF, 2012, pág. 12)

La HE en sus componentes más representativos, tierra urbanizada, pesca, territorio forestal, pastoreo, cultivo y carbono. Presenta un protagonismo histórico por parte de la Huella de Carbono. Ésta ha sido la de mayor relevancia, para el 2008 fue del 55% de la huella total, es el componente más importante en casi la mitad de los países analizados, lo cual es un indicio del aumento descontrolado de los niveles de consumo de energía exosomática²

Ilustración 2: Huella Ecológica por Componente, Colombia.



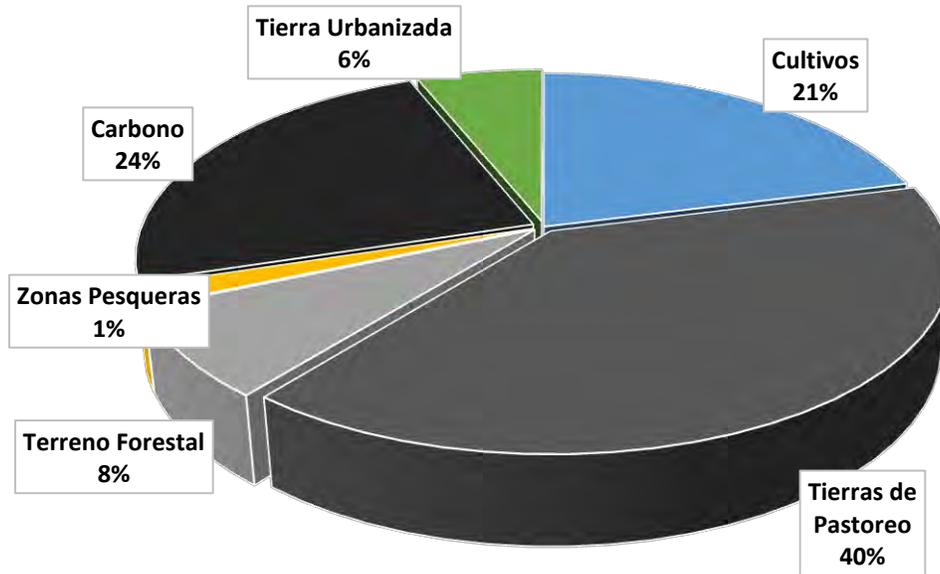
FUENTE: Planeta Vivo 2012

En Colombia la HE por componente se distribuye para el 2008 de forma diferente a como se compone la huella ecológica mundial. En el caso colombiano la huella de carbono corresponde al 24% del total de la HE, ocupando el segundo lugar de participación; la huella de tierras de pastoreo es la de mayor participación con un 40%, ésta sumada a la huella de cultivos

² Energía exosomática: Es la que utilizamos para muchas actividades, es generada fuera del cuerpo humano, y la que usamos para nuestra vida diaria; la leña que quemamos por ejemplo, es energía externa o exosomática. También lo es la energía eléctrica, que procede muchas veces del suelo, a través de la evaporación, de la lluvia y los ríos, e incluso la antigua energía interna, asimilada por vegetales que vivieron en otras épocas, y ha permanecido en el carbón de piedra y en el petróleo.

corresponde a más del 60% de la huella ecológica de Colombia, en razón de que nuestro país posee cierta fortaleza en el sector agropecuario y no posee un sector industrial manufacturero fuerte, además, al tener una gran riqueza hídrica la mayor parte de la energía eléctrica proviene de fuentes hidroeléctricas.

Ilustración 3: Huella Ecológica por Componente, Colombia 2008.



FUENTE: Elaboración propia, datos: Planeta Vivo 2012

La huella de pastoreo que en el caso colombiano es la más importante, representa la cantidad de tierra de pastoreo utilizada para criar ganado para obtener carne, productos lácteos, piel y lana. La huella de carbono representa la cantidad de terreno forestal que podría secuestrar las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles, excluyendo la fracción absorbida por los océanos. (WWF, 2012) La huella de cultivos corresponde a la cantidad de tierra utilizada para cultivar alimentos y fibra para el consumo humano, así como alimentos para animales, cultivos oleaginosos y caucho. El componente forestal representa la cantidad de bosque requerido para proporcionar madera, pulpa y leña como combustible. La tierra urbanizada es la tierra ocupada por infraestructuras humanas, incluyendo transporte, vivienda,

estructuras industriales y embalses para energía hidroeléctrica. Y por último el componente de zonas pesqueras corresponde al cálculo de la producción primaria estimada requerida para mantener las capturas de pescado y marisco, basado en datos de captura de especies marinas y de agua dulce (WWF, 2012).

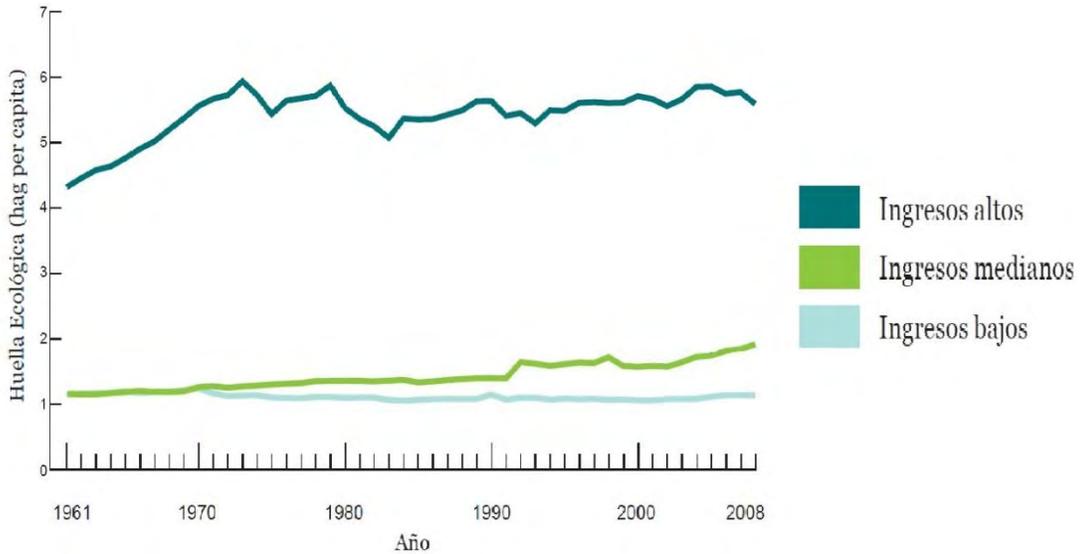
Por otra parte la huella ecológica tiene una relación directa con el nivel de ingreso de cada país, puesto que en un país donde exista un nivel de ingresos alto, existirá mayor propensión a consumir mientras que en un país de ingresos bajos esta propensión será menor, en consecuencia la huella ecológica será mayor en los países con mejores condiciones económicas y menor en los países donde las condiciones económicas no son las mejores. La HE per cápita de las naciones de altos ingresos es muy superior a la de los países con ingresos medianos y bajos. Los países de ingresos altos han experimentado históricamente el aumento más rápido de la huella per cápita. Esto se debe principalmente al crecimiento del componente de carbono de la huella per cápita, la media mundial aumento 1,6 veces entre 1961 y 1970. (WWF, 2012) Por el contrario, los países con ingresos medianos y bajos habían demandado menos capacidad que la media disponible globalmente, hasta el año 2006 en el que los países de ingresos medianos superaron este valor.

Entre los países con ingresos medianos se encuentran las economías emergentes del mundo, los países BRIICS: Brasil, Rusia, India, Indonesia, China y Sudáfrica.

En general, la huella por persona ha aumentado un 65%, principalmente debido al aumento de la industrialización (WWF, 2012). El incremento de los patrones de consumo de la clase media de las economías emergentes, podrían provocar un aumento dramático de la huella global de la humanidad en un futuro próximo. Los ciudadanos de los países de bajos ingresos tienen, como media, una huella más pequeña hoy que la que tenían en 1961, una reducción de

0,01 ha por persona. Sin embargo, el rápido crecimiento poblacional de estos países ha provocado un aumento global del 323% de la huella ecológica total de los países de bajos ingresos desde 1961 (WWF, 2012).

Ilustración 4: Huella Ecológica por persona en los países con altos, medianos y bajos ingresos entre 1961 - 2008.



FUENTE: Planeta vivo 2012

Entre los factores causales de la huella ecológica según el informe Planeta Vivo 2012, los más relevantes son:

- Crecimiento poblacional: el creciente número de consumidores es una de las principales causas que hay detrás del aumento de la huella global. Se prevé que la población humana alcance entre 7.800 y 10.900 millones de personas en 2050, con una media estimada en 9.300 millones (UN, 2010). El tamaño de población afecta también a la capacidad disponible para cada persona.
- Consumo de bienes y servicios por persona: las diferentes poblaciones consumen cantidades distintas de bienes y servicios, principalmente en función de su nivel de ingresos.
- Intensidad de la huella: la eficiencia con la que los recursos naturales son convertidos en bienes y servicios afecta el tamaño de la huella de todos los productos que se consumen.

Huella Ecológica en Universidades.

*Entender nuestras limitaciones ecológicas hace
que nuestras estrategias de sustentabilidad
sean más efectivas y aceptables*

Wackernagel & Rees

La Huella Ecológica se definió, inicialmente, para establecer una medida de la sustentabilidad a nivel global. Sin embargo, ha quedado latente que la sustentabilidad se debe abordar desde diferentes perspectivas y que, ante todo, resultan fundamentales los niveles local y regional, por lo que los cálculos se han ido sucediendo para niveles de concreción cada vez mayores.

En este contexto, los cálculos de HE se han venido adaptando a las realidades locales y a las necesidades más específicas. De esta forma, su definición ha cobrado fuerza en el ámbito regional y se pretende llevar a la práctica hasta donde los límites de su propia definición lo permitan. Por ello, algunas instituciones universitarias, al igual que sucede con otros indicadores del desarrollo sostenible, han creído conveniente su aplicación al marco concreto de sus políticas de actuación ambiental. Las iniciativas de cálculo de este índice para Universidades son limitadas, puesto que existe un gran número de inconvenientes y debilidades (algunos presentes en la propia definición del indicador y otras derivadas de su aplicabilidad) que limitan su implantación como herramienta útil para lograr cuantificar avances de cara a la sustentabilidad.

La mayor parte de las iniciativas han surgido en los campus de universidades americanas y países angloparlantes, en los que las metodologías empleadas son muy especiales y discutibles. Entre las americanas destacan la Universidad de Redlands en California, que ha realizado tres aproximaciones al cálculo de la Huella Ecológica desde tres perspectivas diferentes del concepto de sostenibilidad (fuerte, débil e ideal), y la Universidad de Texas (Gachet, 2002). Otra de las iniciativas destacables se encuentra en Australia. Allí, el *Centre*

For Global Sustainability ha comenzado un estudio para aplicar estimaciones de HE a algunos campus universitarios. En este estudio, se remarca lo apropiado de implementar una huella ecológica universitaria, por las características informativas que posee en cualquier marco de actuación. En este caso se ha contado con una base estadística que ha permitido esa aproximación al cálculo. En España, únicamente encontramos el cálculo de huella ecológica en la Universitat Politècnica de Catalunya, que ha empleado un procedimiento muy particular. Esto se debe a que su forma de entender el concepto de huella ecológica difiere del método tradicional y se ha adaptado en gran medida a la base estadística disponible. También se encuentran importantes avances en las metodologías utilizadas en los estudios de huella ecológica realizados en la universidad San Francisco de Quito, correspondiente al Colegio de ciencias de la vida, el trabajo titula: *Investigación de la Huella Ecológica de la Universidad San Francisco de Quito: Cálculo y creación de un reportaje*. En el ámbito nacional se destaca la metodología utilizada por la economista Lady Agredo, en su investigación titulada: *Aproximación a la Huella Ecológica de la Universidad del Valle campus Meléndez para el 2009*.

Si bien, existen importantes avances en las investigaciones sobre huella ecológica en algunas universidades, estos se caracterizan por haber encontrado grandes dificultades en la información disponible. Razón por la cual las metodologías difieren en algunos aspectos pero en su esencia contienen lo fundamental para el cálculo de la huella ecológica.

3.2. Marco contextual

La universidad de Nariño constituye el centro de educación superior de carácter público más importante del departamento. Sus orígenes se remontan hacia el año 1712³ cuando se estableció el Colegio de la compañía de Jesús, sin embargo la creación de la universidad data del año 1904 cuando se creó el departamento de Nariño y como eje fundamental de una de las políticas del gobernador para la época: Julián Bucheli basada en tres aspectos: Administración pública eficaz y dinámica; infraestructura vial para el despegue de la economía y Universidad en plena producción en las áreas de ingeniería, Derecho, Filosofía y Arte.

Durante la etapa histórica de la Universidad comprendida entre los años 1940 – 1959 se da la consolidación en la cual la universidad contribuyó al desarrollo de la educación a través de la Facultad de Derecho, los liceos de bachillerato y la escuela de música y pintura.

Durante los años sesenta se produjo un avance hacia la modernización y ensanche de la universidad involucrando la educación tecnológica y el mejoramiento de los servicios existentes.

En las últimas décadas se generaron procesos de reestructuración académica y administrativa permitiendo la conformación de nuevas facultades, la diversificación de programas; la regionalización por medio de la creación de sedes en diferentes municipios del departamento; la ampliación de la cobertura educativa y la vinculación de la universidad a través de convenios con instituciones nacionales e internacionales.

Desde el año 2008 la Universidad de Nariño emprende una orientación estratégica con la aprobación del Plan de Desarrollo 2008-2020 “Pensar la Universidad y la Región”

³ Obtenido de: http://www.udenar.edu.co/?page_id=5 el 14 Marzo de 2014

(Universidad de Nariño, 2008) donde se estableció el papel fundamental de la institución en la construcción de espacios académicos que contribuyan al desarrollo alternativo de la región sur de Colombia. Desarrollo alternativo que está estrechamente ligado al logro de un equilibrio entre la esfera económica que conforma la universidad y el entorno, es decir, el ecosistema en el que está inmersa su acción, como lo dice explícitamente, en la contribución de la universidad a la región el desarrollo alternativo que el alma mater debe impulsar tiene que ser sustentable. De este modo se ha incluido la dimensión ambiental en el plan de desarrollo como un subprograma perteneciente al Programa de universidad y región, con una asignación presupuestal de 253 millones de pesos para la consecución de los proyectos o actividades que el subprograma incluye.

El campus Torobajo está ubicado en la zona nororiental de la ciudad de San Juan de Pasto y alberga la mayoría de la población estudiantil y es la sede donde se ofrecen la mayor cantidad de programas comprendidos en la oferta de la universidad además de ser sede de las dependencias administrativas, laboratorios y los escenarios deportivos pertinentes.

La extensión del campus Torobajo es de 13,76 ha, la población estudiantil para el periodo A de 2014 es de 7.457 estudiantes, 702 profesores y 623 trabajadores.

3.3. Marco conceptual

Bioeconomía: la bioeconomía es el nuevo paradigma de la ciencia económica. Ha surgido como consecuencia de la alerta ecológica de los años setenta, que descubrió al proceso económico como una extensión de la evolución biológica. La termodinámica y la biología son sus fundamentos. Según René Passet su finalidad es integrar las actividades económicas en los sistemas naturales porque las leyes de la macroeconomía no se reducen a las de la

microeconomía, el interés general es mucho más que la suma de las partes, los mecanismos naturales no tienen nada que ver con las leyes del mercado ya que existen bienes comunes, como el aire y el agua, cuyos problemas trascienden la lógica de las naciones y de los mercados. De esta forma, la bioeconomía se sitúa más allá de sí misma pues busca conciliar los intereses públicos, privados y solidarios con el interés general. En algunos autores, no existe distinción entre Bioeconomía, y Economía Ecológica.

Biosfera: es el sistema formado por el conjunto de los seres vivos del planeta Tierra y sus relaciones. También se habla de biosfera, en ocasiones, para referirse al espacio dentro del cual se desarrolla la vida. Es una creación colectiva de una variedad de organismos y especies que interactuando entre sí, forman la diversidad de los ecosistemas. Tiene propiedades que permiten hablar de ella como un gran ser vivo, Gaia⁴.

Capacidad de carga: es el tamaño máximo de población que el ambiente puede soportar indefinidamente en un periodo determinado, teniendo en cuenta el alimento, el agua, el hábitat, y otros elementos necesarios disponibles en ese ambiente. En biología de poblaciones la capacidad de carga se define como la carga máxima del ambiente, en términos de población.

Capital Natural: es la capacidad del ecosistema para suministrar tanto un flujo de recursos naturales como de servicios naturales. El mantenimiento constante del capital natural a menudo es conocido como “sustentabilidad dura” para diferenciarla de la “sustentabilidad débil”. En el que se busca mantener constante la suma del capital natural y de aquel construido por el hombre.

⁴ La teoría fue ideada por el químico James Lovelock en 1969.

Ecoeficiencia: concepto empresarial basado en la idea de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y creando menos basura. Hace referencia a bienes con precios competitivos y servicios que satisfagan las necesidades humanas y a la vez que reduzcan progresivamente los impactos medioambientales, no obstante enmarcado dentro del modelo de producción capitalista.

Ecología Política: corriente ideológica del ecologismo que se estructura principalmente en torno a la problemática ambiental generada por el modelo de producción capitalista. Pensadores de la Ecología Política como Andrew Dobson, consideran que tanto la ecología política como el ecosocialismo se inspiran en filosofías comunes como el socialismo descentralizador, no burocrático, no autoritario y no productivista, el socialismo utópico y las corrientes anarquistas y libertarias. La economía ecológica brinda, a través de una mirada objetiva del problema ambiental, los fundamentos técnicos y científicos que se defienden desde la parte política de la ecología.

Economía Ambiental: Disciplina que estudia el problema, desde el pensamiento económico neoclásico.

Economía Ecológica: es una ciencia nueva, que está en formación, trata el problema ambiental con nuevos enfoques metodológicos. Como la eointegración y la transdisciplinariedad, la economía ecológica estudia el conjunto de operaciones por medio de las cuales los miembros de una sociedad obtienen, se distribuyen y consumen los medios materiales para satisfacer sus necesidades individuales y colectivas, sin sobrepasar los límites operativos de la ecósfera.

Ecósfera: es nuestro sistema de soporte vital (Wackernagel & Rees, 2001). El ecosistema mundial. Abarca todos los organismos vivientes –la biosfera– y las interacciones entre ellos y con la tierra, el agua y la atmósfera.

Mochila Ecológica: la cantidad de materiales utilizados en la elaboración de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida (extracción de las materias primas, fabricación, envasado, transporte y tratamiento de los residuos que genera).

Resiliencia: según RAE se deriva del verbo latino *salire* y del término *resilioque* significa volver atrás, resaltar o rebotar. La definición comúnmente aceptada es “la propiedad de un material que le posibilita regresar a su forma original luego de ser doblado, estirado o comprimido” (Tarter, 1999). Es decir es la capacidad de un sistema para mantenerse a pesar de un trastorno, sin pasar a un estado nuevo. También se define como la capacidad de un sistema de regresar a su estado inicial.

Resiliencia Ecológica: es la capacidad de un ecosistema de mantenerse en un estado inicial de equilibrio o de volver a él después de sufrir perturbaciones y transformaciones externas o internas.

Energía Endosomática: se refiere a la energía necesaria para desarrollar y mantener las funciones vitales, entre ellas la más importante: el metabolismo, es decir, es la energía que utilizan los seres vivos para la preservación de la vida, en el caso de los humanos comprende la energía que permite solventar las necesidades básicas o metabólicas.

Energía Exosomática: comprende el volumen de energía utilizado que trasciende de la satisfacción las necesidades básicas de los seres humanos, entre ellas está la industria, la

minería, y todas las actividades necesarias para mantener el estilo de vida de consumo predominante.

Sostenibilidad: se entiende por sostenibilidad cuando un sistema satisface las necesidades de la presente generación sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para que satisfagan sus propias necesidades.

Sustentabilidad: la capacidad del biosistema general para mantener viable la organización operativa que incluya al hombre, según Herman Daly la sustentabilidad es una manera de sostener el valor de la longevidad y de la justicia entre generaciones. A la vez que se reconoce la mortalidad y los límites de toda cosa (Herman, 2008).

3.4. Marco legal

El contexto legal de la huella ecológica es difuso sin embargo desde los años setenta se han presentado reacciones frente a las desbordadas emisiones de material nocivo a la atmosfera, como también se ha reconsiderado el acelerado crecimiento económico y el impulso del consumismo enmarcado en un paradigma lineal donde la economía hipotéticamente puede crecer y expandirse *ad infinitum*.

En el año 1987 se presenta el informe brundtland (Brundtland, Our Common Future ONU, 1987) que contrasta el enfoque de desarrollo económico con el de sostenibilidad ambiental, en él se utilizó por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, su pretensión es la de proponer restricciones ecológicas encaminadas a la conservación del planeta sin pretender cambios al modelo de desarrollo.

En 1997 se establece un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero por parte de los países industrializados, responsables del

calentamiento global, llamado protocolo de kyoto su objetivo plantea la reducción del 5% de las emisiones de dichos contaminantes entre los años 2008 y 2012 (Wikipedia, 2014).

Organizaciones como el PNUMA y IPCC cuyo objetivo es coordinar las actividades relacionadas con el medioambiente, asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas, así como a fomentar el desarrollo sostenible por medio del análisis de información científica, técnica y socioeconómica relevante para la comprensión de los elementos relativos al cambio climático.

En el ámbito nacional existe reglamentación ambiental que aunque no son directamente dirigidas a las universidades, es de gran importancia para usos de agua, vertidos de líquidos, excretas, entre otras. Existen leyes ambientales en Colombia de capa de ozono en el cual aceptan las consideraciones del protocolo de Montreal (Ley 30) y el convenio de Viena (Ley 29) para la protección de la capa de ozono, Ley 629 del 2000 donde aprueban el Protocolo de Kioto en protección al cambio climático, Leyes 253, 430 1252 y 1159 donde se expresa acuerdos sobre procedimientos de plaguicidas, productos químicos peligrosos, residuos y desechos peligrosos, en cuanto al recurso hídrico existen leyes como la 10, 23, 373 y 1151 donde se habla de uso eficiente, ahorro del agua y la protección de los recursos naturales renovables.

Leyes más puntuales en cuanto a vertimiento de líquidos y usos de agua se pueden ver en el decreto 1594 de 1984 y la Ley 9 de 1979 la protección del medioambiente, habla sobre el manejo de residuos líquidos, residuos sólidos, del control sanitario, de la disposición de excretas y de emisiones atmosféricas.

4. Metodología.

La metodología para el cálculo de la huella ecológica desarrollada en 1996 por M. Wackernagel (Arto Olaizola, 2002) se funda en la determinación de la superficie necesaria para satisfacer los consumos asociados la alimentación, productos forestales, gasto energético y la ocupación de terreno, además incluye el territorio necesario para la conservación de la biodiversidad. Con el uso de estadísticas que incluyen la producción, el consumo y el comercio exterior se calcula un consumo aparente de una determinada población.

El paso posterior consiste en transformar estos consumos a superficies (Hectáreas) a través de factores de rendimiento y productividad de la tierra; debido a la diferencia de productividad de la tierra en los diferentes lugares de análisis, es preciso la normalización de ellas a través de factores de equivalencia que dan como resultado hectáreas con productividad normalizada y ajustada a la productividad media mundial expresada en hectáreas globales (gha), esta metodología conocida como *enfoque de composición* (Arto Olaizola, 2002) tiene en cuenta tanto la producción doméstica, como las importaciones y exportaciones de la región estudiada. Sin embargo al tener como unidad de análisis el país y los requerimientos de información necesarios para su cálculo no es posible trasladar su aplicación en su forma inicial a unidades de menor envergadura, en consecuencia debe ser modificada en razón a la disponibilidad de información y al número de variables disponibles sin descuidar los principios metodológicos sobre los cuales se fundamenta.

También es válido mencionar que está enmarcada dentro de los preceptos de la perspectiva de sostenibilidad fuerte, es decir una concepción que representa la antítesis de la sostenibilidad débil que aboga por una realidad inmersa en una sociedad ideal donde las existencias

agregadas (incluyendo bienes, servicios, capital y naturaleza) no están disminuyendo (Wackernagel & Rees, 2001) es decir, que la visión de sostenibilidad débil acepta la sustitución de capital natural por un equivalente de capital artificial; por otra parte la sostenibilidad fuerte *reconoce las funciones de soporte vital y los servicios ecológicos no contabilizados* (Wackernagel & Rees, 2001) De este modo no equipara en una misma categoría los dos tipos de capitales y solicita existencias constantes de capital natural, aparte de las variaciones en el capital artificial.

El hecho diferenciador entre los dos enfoques es la imposibilidad de establecer una tasa de sustitución entre naturaleza y capital, y el reconocimiento de las funciones intrínsecas y no valorables en dinero que cumple este capital natural en todas las funciones de soporte vital.

Es posible, además, realizar la aproximación a dicho indicador en niveles menores de concreción, por ejemplo en regiones dentro de un país (departamentos, distritos, etc.) Pese a la ausencia y dificultad en la consecución de datos de comercio exterior, el análisis parte principalmente de información primaria y de datos de consumo para dicho cálculo.

Las iniciativas del cálculo de la huella ecológica en universidades son restringidas debido a los inconvenientes y debilidades en la definición del indicador y en la metodología guiada a su aplicabilidad (Vicerectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad, 2008), no obstante la universidad, al igual que un país o la economía, se puede entender como un sistema integrado con entradas de recursos (agua, energía eléctrica, combustibles fósiles, alimentos, materiales de construcción) y salidas (residuos):

Ilustración 5: Sistema Universidad - Medio Ambiente.

FUENTE: Huella ecológica de la universidad de Málaga (Vicerectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad, 2008)

La propuesta metodológica de Wackernagel y Rees no es la más adecuada para su aplicación en un campus universitario debido a los datos que consideran y el alcance que pretende. De este modo Joan Jorge y Pere Busquets (Jorge & Busquets, 2002) parten del supuesto de que el indicador inicial es muy general debido a su escala, por tanto en un grado reducido es posible hacer valoraciones más precisas al disponer de información detallada de factores fundamentales como el transporte y permite la modificación de la metodología en función de la disponibilidad de la información, como resultado de las diferentes necesidades de aplicación de la HE se construyó un método contemporáneo al desarrollado por Wackernagel en 1996, como consecuencia de la ausencia de datos de comercio para realizar análisis a escala regional. Las primeras aplicaciones se llevaron a cabo en 1998 por Simmons y Chambers. En el 2000 por Simmons, Lewis y Barret (Chambers, Simmons, & Wackernagel M, 2000). Este modelo: *método de componente base o aproximación de los componentes* (Simmons, Lewis, & Barret, 2000), considera las mismas superficies de tierra: superficie de cultivos, pastos, bosques, mar productivo, terreno urbanizado y área para la absorción de CO₂ y residuos sólidos, y el cálculo de la HE se obtiene de la misma forma que la metodología pionera, pero

se remite a medir el impacto de los estilos de vida de una población determinada, en lugar de analizar unidades más agregadas como las naciones; a través del método “bottom-up”⁵ utilizando como insumos fuentes de información primaria, en lugar de datos económicos nacionales, estima el consumo promedio a través del flujo de materiales de las actividades que desarrolla la población objeto de estudio, además de investigaciones regionales. Para esta investigación se eligió dicha metodología obedeciendo a razones didácticas y de coherencia con el grupo y espacio a analizar, además de la posibilidad de modificar los criterios de acuerdo a la información disponible.

Según este marco metodológico la HE de un campus se define a partir de las emisiones de CO₂ provenientes de las diferentes categorías consideradas dentro del estudio que posteriormente deberán ser convertidas a hectáreas de suelo necesario para sostener dicha dinámica, de este modo la HE se obtendría así:

$$HE \left(\frac{ha}{año} \right) = \frac{Emisiones (Ton CO_2)}{C. fijación \left(\frac{ton CO_2}{\frac{ha}{año}} \right)} \quad (1)$$

FUENTE: Metodología de cálculo de la huella ecológica en universidades, Noelia López Álvarez, Universidad Santiago de Compostela, 2007.

Dónde:

C. fijación = capacidad de fijación de CO₂

En primera instancia se debe estimar las emisiones de CO₂ provenientes del consumo y desechos producidos en el periodo de análisis, de este modo es posible conocer las emisiones de los consumos tomados individualmente como se muestra en la siguiente ecuación:

⁵ De abajo a arriba

$$Emisiones (kgCO_2) = Consumo(un) \cdot Factor Emision \left(\frac{kgCO_2}{un} \right) \quad (2)$$

FUENTE: Metodología de cálculo de la huella ecológica en universidades, Noelia López Álvarez, Universidad Santiago de Compostela, 2007.

Dónde:

- Un = unidades en las que se expresa cada consumo

Según la metodología original (Wackernagel y Rees) se sugiere estimar los factores de emisión de CO₂ de acuerdo a la información local o regional en coherencia con el nivel del estudio que se realice, esto a razón de que es preciso dar mayor prioridad al entorno donde se realizará el estudio, sin embargo debido a la ausencia de información concerniente al tema se recurrirá a los ya establecidos en investigaciones anteriores. Ya calculadas las emisiones de CO₂, es necesario conocer la capacidad de fijación de CO₂ del bosque presente en la Universidad de Nariño.

Para poder comparar resultados de HE en áreas donde la productividad del suelo difiere por la ubicación y características agroclimáticas propias de cada región, es necesario homogenizar los datos con el uso de factores de equivalencia (Wackernagel & Rees, 2001). Estos factores de equivalencia expresan la productividad media global en relación a la productividad media de las áreas involucradas, de este modo un factor de 2 indica que dicha tierra es 2 veces más productiva que la productividad media de la tierra mundial (Water Footprint, 2014).

La siguiente tabla representa los diferentes factores de equivalencia, para el caso del presente estudio se utilizará el de bosques, ya que las emisiones e impactos relacionados, se asume, son asimilados por este tipo de ecosistema:

Tabla 1: Factores de equivalencia.

Tipo de Área	Factor de Equivalencia (hag/ha)
Agricultura (tierras principales)	2,21
Agricultura (tierras marginales)	1,79
Bosques	1,34
Ganadería	0,49
Pesca (aguas marinas)	0,36
Pesca (aguas continentales)	0,36
Artificializado	2,21

FUENTE: WWF, Informe planeta vivo 2008.

4.1. Tipo de estudio

La presente investigación es de carácter descriptivo a razón de que su propósito fue detallar los componentes y la recolección de datos a partir de fuentes primarias y secundarias que permitieron una aproximación adecuada al cálculo de dicho indicador.

El tipo de investigación es cuantitativa puesto que para el análisis y la obtención de resultados concretos fue necesaria la obtención de datos y cifras que fueron sometidos a un tratamiento de clasificación y procesamiento estadístico para analizar los objetivos involucrados, con el fin de obtener la cifra final de la huella ecológica total y per cápita del campus.

Finalmente tiene un carácter argumentativo y propositivo a razón de que con la obtención de resultados y datos concretos se ha consolidado propuestas encaminadas al mejoramiento o disminución de la afectación del funcionamiento de la Universidad en su entorno, así como recomendaciones acordes con la percepción de los investigadores sobre la situación real analizada.

4.1. Diseño de análisis e interpretación de resultados

La primera etapa de la investigación consistió en la recopilación de información secundaria, documentos que cuentan con validez científica e investigativa, entre ellos: libros, investigaciones realizadas acerca del tema, documentos institucionales, tesis e información de páginas web, que conforman el núcleo teórico y metodológico de la investigación.

La información primaria se obtuvo a través de la aplicación de encuestas a las muestras poblacionales con el fin de conocer los hábitos de transporte y consumo de papel de la población universitaria además de la información utilizada en la definición de la muestra.

Seguidamente se desarrolló la metodología considerada con el fin de calcular cada ítem de la HE utilizando los factores de emisión y conversión correspondientes.

Debido a que la mayor parte de la investigación es de tipo cuantitativa se realizará un análisis de la información a través de la estadística descriptiva y de conversiones matemáticas. Con la creación de tablas y gráficos se pretende dar mayor claridad a los resultados de la investigación.

Esto se hará con el apoyo de software como Microsoft Excel y RotatorSurvey.

4.2. Fuentes de información y muestra

Las fuentes de información principales que se utilizarán están representadas por fuentes primarias y secundarias.

Primarias:

- Datos solicitados a cada dependencia de la Universidad sobre poblaciones estudiantiles, de trabajadores y profesores; extensión del campus y áreas construidas; consumos de energía y agua; desechos producidos.
- Encuestas realizadas a la muestra obtenida con el fin de registrar los hábitos de movilidad y consumo de papel.

A partir de las categorías de recursos establecidas por Wackernagel y Rees para esta investigación, se consideraron ocho ítems abreviados en cuatro variables que resumen las principales acciones de la Universidad de Nariño que impactan el medioambiente. La tabla No. 2 muestra las variables consideradas en el cálculo de la HE de la Universidad de Nariño.

Tabla 2: Variables Huella Ecológica Universidad de Nariño.

Energía	Movilidad	Bienes y servicios	Superficie construida
Electricidad	Automóvil	Agua potable	Materiales para construcción de edificios
	Buses Urbanos	Residuos Sólidos	
	Motocicleta	Papel	

FUENTE: Elaboración Propia

Con el fin de calcular el impacto del campus universitario y aproximarse a la HE, se hizo necesario obtener información primaria de acuerdo a las variables estipuladas y los actores que participan en la universidad de este modo se obtienen tres grupos:

- Estudiantes
- Docentes
- Trabajadores

La obtención de la información concerniente a las variables involucradas se obtuvo con solicitudes a las dependencias encargadas de cada rubro. De esta forma para obtener el consumo de agua y energía se hizo por medio de las facturas de consumo correspondiente al semestre académico A de 2014.

Para el área construida se realizó una estimación de los materiales utilizados en su construcción teniendo previamente el dato sobre la superficie que ocupa cada edificio. En lo relativo a los hábitos de movilidad y consumo de papel, se diseñó y aplicó una encuesta a los diferentes grupos involucrados.

En cuanto a la medición de los residuos sólidos, a pesar de que es una variable importante, y hace parte de los objetivos iniciales de esta investigación la información referente a esta variable no se encuentra disponible, calcular las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de residuos sólidos requiere, entre otros datos, la cantidad de residuos producidos por día (kg), el contenido de materia orgánica por kg de residuos generados y el factor de emisión de CO₂ de la materia orgánica que compone los residuos de la Universidad. Obtener esta información constituye en sí mismo una investigación amplia y compleja que bien puede ser un tema de trabajo de grado para otras disciplinas.

Las facturas del servicio de recolección de residuos encontradas en la sección de servicios generales no especifican la cantidad total de residuos que salen de la Universidad ni el volumen de los residuos recogidos; por tanto, no fue posible conocer el volumen total de residuos generados en la Universidad. Pero además, no se cuenta con estudios específicos que permitan conocer la composición orgánica de los residuos generados, otro aspecto que limita el cálculo de las emisiones de CO₂ asociadas a la recolección y disposición de

residuos sólidos. Valga aclarar que se reconoce que la ausencia de esta variable afecta los resultados obtenidos en las emisiones totales de CO₂.

Para el análisis y consecución de los objetivos propuestos, esta investigación se desarrolló en la sede Torobajo de la Universidad de Nariño de este modo se tendrá en cuenta la población involucrada en las diferentes actividades desarrolladas en dicho sitio. Esta población se clasificó en las siguientes categorías:

- **Estudiantes:** la población total de estudiantes de programas que se ofreció en el periodo A de 2014 en la sede Torobajo fue de 7.457 la tabla siguiente muestra la distribución por facultad y su participación porcentual. La facultad que más alberga estudiantes es la de Ciencias económicas y administrativas con una participación total de 16%; la que menos participación tiene es la Facultad de Educación con el 3%.

Tabla 3: Número de Estudiantes por Facultad.

Facultad	N° Estudiantes	Porcentaje
Artes	1.049	14%
Ciencias Agrícolas	518	7%
Ciencias de la Salud	387	5%
Ciencias Económicas y Administrativas	1.188	16%
Ciencias Humanas	921	12%
Ciencias Exactas y Naturales	732	10%
Ciencias Pecuarias	555	7%
Derecho	560	8%
Educación	236	3%
Ingeniería	989	13%
Ingeniería Agroindustrial	322	4%
TOTAL	7.457	100%

FUENTE: Elaboración propia con base en los datos suministrados por OCARA - Planeación y desarrollo

- **Docentes:** la población de docentes que desempeñan su labor en la sede Torobajo es de 812, donde la mayor concentración se encuentra en la Facultad de ciencias naturales con el 18%.

Tabla 4: Número de Profesores por Facultad.

Facultad	N° Profesores				Porcentaje
	TC	TCO	HC	Total	
Artes	30	9	58	97	12%
Ciencias Agrícolas	32	5	39	76	9%
Ciencias de la Salud	15	7	65	87	11%
Ciencias Económicas y Administrativas	18	7	35	60	7%
Ciencias Humanas	39	11	40	90	11%
Ciencias Exactas y Naturales	61	7	81	149	18%
Ciencias Pecuarias	18	6	15	39	5%
Derecho	17	0	27	44	5%
Educación	19	4	18	41	5%
Ingeniería	34	5	52	91	11%
Ingeniería Agroindustrial	17	6	15	38	5%
Total	300	67	445	812	100%

FUENTE: Elaboración propia con base en los datos suministrados por OCARA - Planeación y desarrollo

- **Trabajadores:**

Tabla 5: Número de Trabajadores.

Dependencia	N° de Trabajadores	Porcentaje
Aula de Informática	7	2%
Biblioteca y documentación	19	4%
Centro de estudios en salud CESUN	27	6%
Centro de Informática	11	3%
Centro de publicaciones CEPUN	8	2%
Clínica Veterinaria	3	1%
Control Interno	4	1%
Decanaturas	11	3%
Departamentos de Programa	27	6%
Despacho del Rector	3	1%
Despacho del Secretario general	3	1%
Despacho del Vice-Rector Académico	3	1%
Despacho del Vice-Rector Administrativo	2	1%
División de Recursos Humanos	11	3%
Formación Humanística	11	3%
Grupo de archivo y correspondencia	8	2%

Oficina de estudios regionales y empresariales	5	1%
Oficina de registro académico	10	2%
Sección de almacén y compras	7	2%
Sección de contabilidad	9	2%
Sección de laboratorios y equipos	51	12%
Sección de Presupuesto	5	1%
Sección de servicios generales y mantenimiento	130	31%
Sección de tesorería y pagaduría	11	3%
Sistema de Bienestar universitario	37	9%
Unidad de Control disciplinario interno	3	1%
Total	426	100%

FUENTE: Elaboración propia con base en los datos suministrados por recursos humanos.

Muestra:

La obtención de la muestra para la aplicación del instrumento se hará a través de un muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza del 95% y un error de estimación del 5%. El tamaño de la muestra se determinó a través de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{[NZ^2p * q]}{[(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q]} \quad (3)$$

Dónde:

n = Tamaño de la muestra

N = población de estudio

P = probabilidad de éxito = 0,5

q = probabilidad de fracaso = 0,5

Z = Nivel de confianza 95% = 1,96

e = error estimado 6%

$$N = 8.695$$

El número total de encuestas que serán aplicadas sobre la población total será de 259.

$$n = \frac{[8695 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5]}{[(8695 - 1) * 0.06^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5]}$$

$$n = 259$$

La distribución en los tres grupos analizados es la siguiente:

Tabla 6: Número de Encuestas por Grupo poblacional.

Grupo poblacional	Porcentaje	Encuestas
Estudiantes	86%	223
Profesores	9%	23
Trabajadores	5%	13
Total	100%	259

FUENTE: Elaboración propia

Según la proporción de distribución de los grupos poblacionales el número de encuestas para cada uno de ellos figura en la siguiente tabla:

Tabla 7: Número de encuestas por Facultad.

Facultad	Nº Encuestas		
	Estudiantes	Profesores	Trabajadores
Artes	31	3	13
Ciencias Agrícolas	15	2	
Ciencias de la Salud	11	2	
Ciencias Económicas y Administrativas	35	2	
Ciencias Humanas	26	2	
Ciencias Exactas y Naturales	22	4	
Ciencias Pecuarias	16	1	
Derecho	18	1	
Educación	10	1	
Ingeniería	29	3	
Ingeniería Agroindustrial	10	2	

Total	223	23	
-------	-----	----	--

FUENTE: Elaboración propia

Según el cálculo, el número de encuestas a realizar son 259. Teniendo en cuenta la participación de cada uno de los grupos, se realizarán 223 encuestas a estudiantes, quienes representan el 89% de la población total; 23 a profesores quienes figuran con 9% y 13 a trabajadores que constituyen 5%, cubriendo de esta forma los tres actores presentes en el sitio de análisis.

5. Desarrollo de la investigación.

5.1. Enfoques teóricos en los que se enmarca la huella ecológica.

"Es utópico pretender que vivamos en un sistema que parece que no funciona si no crece a un 3% anual. Es utópico el modelo de crecimiento ilimitado porque es imposible."

Joaquín Araújo

5.1.1. Crisis del modelo capitalista de producción y medio ambiente.

En principio es necesario aclarar que el modelo de producción capitalista surge como una manifestación histórica de la evolución de los medios de producción, éste tiene su origen en el continente europeo específicamente en Inglaterra durante el siglo XV tras la invención de la máquina de telar y la máquina a vapor. Con la revolución industrial y el progreso comercial originado durante el descubrimiento de América se consolidará como sistema económico. Este modelo de producción lleva un poco más de 500 años en la historia de la humanidad. No obstante el ser humano desde el denominado comunismo primitivo ha existido (*homo sapiens sapiens*) desde hace 35.000 años (www.lasalectura.org, 2014). Es decir, el modelo capitalista de producción es relativamente nuevo comparado con la historia de la humanidad.

Bajo la lógica capitalista, todo lo que percibimos satisface una necesidad, es susceptible de ser producido, comercializado y consumido por medio del mercado. Desde el punto de vista de la producción y su eficacia sobre la acumulación de capital, el modelo imperante es el que mejor cumple su función. Pero al ser este su objetivo – la eficiencia - todo gira alrededor de aumentar la producción disminuyendo los costos. El objetivo de este modelo no es el bienestar del ser humano ni la exaltación de sus iniciativas creativas, intelectuales, de eso que en verdad lo hace ser humano. Sino por lo contrario es la reproducción y acumulación de capital.

Por ejemplo, el aumento de la productividad gracias a un adelanto tecnológico, no trae como consecuencia el aumento del tiempo para el ocio la recreación o el trabajo intelectual del ser humano, por el contrario cada vez que se obtenga más producto con el mismo tiempo, se asume que se debe trabajar más, pues lo que se busca es aumentar la ganancia, esa es la lógica del capital como lo afirma Sabogal:

La razón es que el objetivo último del modelo es el lucro, y el medio para obtenerlo es la producción y por supuesto la venta, entonces la obtención de productos es un fin en sí mismo y no un medio para la vida. (Sabogal Tamayo, 2009)

La necesidad de lucro en el capitalismo hace que la mayoría de la población al verse desposeída de medios de subsistencia tan solo tenga disponible su fuerza de trabajo para vender al empleador, en el mejor de los casos, puesto que existe también una gran parte de la población excluida del aparato productivo. En este caso su función es presionar sobre la demanda de fuerza de trabajo para que el precio de ésta (salario) sea cada vez más bajo. En la esfera laboral la remuneración al obrero corresponde mínimamente a los recursos necesarios para garantizar su supervivencia y reproducción.

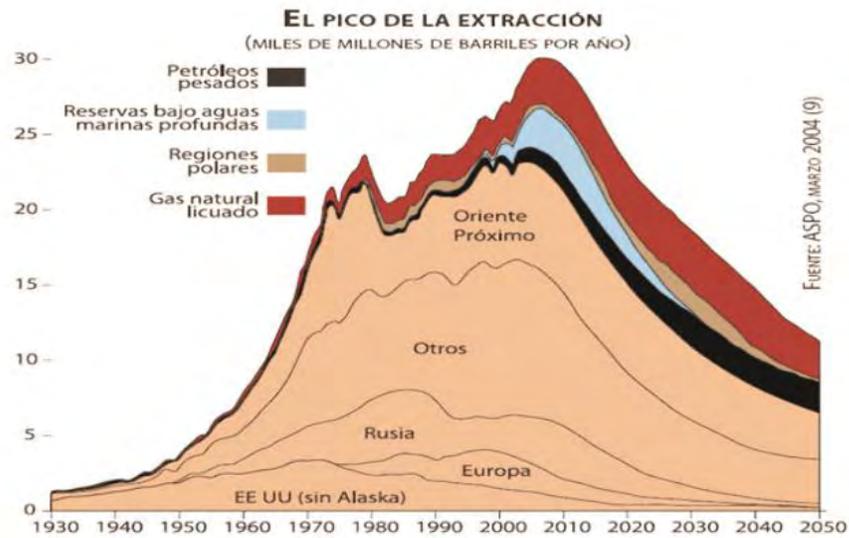
Las condiciones de explotación del obrero hacen que el entregue su vida a cambio de un salario. Esta explotación extrema genera que se acorte la esperanza de vida del obrero. (Sabogal Tamayo, 2009). Así, el modelo capitalista de producción, no tiene por objetivo el mejoramiento de las condiciones de vida de la mayoría de la población, por el contrario genera agudización de la desigualdad y en la misma medida disminuye las condiciones de vida de la mayoría de la población. Este empeoramiento de la desigualdad en todos los rincones del planeta se debe a que el mecanismo de distribución del capitalismo es el mercado, la

competencia. Competencia en la que los más poderosos tendrán mejores condiciones para competir y los pobres cada vez peores condiciones.

Al ser el capital el objetivo del modelo, la ganancia es lo que motiva la producción de mercancías, la necesidad infinita de lucro. Es por esto que, desde el ámbito económico, el modelo capitalista de producción es insostenible. Así como también lo es desde el punto de vista ecológico.

En lo material esta insostenibilidad se debe a la carrera productivista que genera la disminución de los recursos disponibles en la tierra, pues estos son limitados, existe un stock de recursos naturales, finitos. El caso del petróleo es insignia del problema de escala (planeta finito versus, producción infinita).

Ilustración 6: Pico de la extracción de Petróleo.



FUENTE: Vega, R. Crisis civilizatoria.⁶

⁶Tomado de: <http://www.herramienta.com.ar/revista-herramienta-n-42/crisis-civilizatoria.pdf> consultado: 22 de febrero 2014

La gráfica muestra lo que muchos han coincidido en denominar el cenit del petróleo (entre la segunda década del siglo XXI) la dependencia de la economía a los combustibles fósiles se ve amenazada ya que el stock de estos está disminuyendo a gran velocidad. Lo cual evidencia el carácter perecedero de los recursos naturales (Vega Cantor, 2014).

Ahora bien. Otro de los factores determinantes de la crisis del modelo de producción capitalista es el que ha denominado el profesor Sabogal como el nuevo modelo de acumulación de capital. Fenómeno que aparece durante los años setenta cuando se modifican los patrones de producción tradicionales al modelo de trabajo Fordista y el método organización empresarial propuesto por Taylor. Que promueve el aumento del ritmo de producción en detrimento de las condiciones laborales. Este nuevo esquema de acumulación de capital, trajo consigo una serie de modificaciones a la empresa, unidad fundamental del capital. Además de acarrear una serie de revoluciones tecnológicas que posibilitaron la masificación del consumo y el aumento de los mercados. Gracias, en parte, a la revolución tecnológica se ha subordinado el trabajo al capital de forma directa, En palabras de Sabogal:

El nuevo modelo tiene como sustento material una serie de cambios tecnológicos, que constituyen verdaderas revoluciones en su campo, como las siguientes: la revolución microelectrónica, las nuevas tecnologías de la información y de las comunicaciones, la sustitución de materiales, la biotecnología, la ingeniería genética, etc. (Sabogal Tamayo, 2009)

Con esto el sistema capitalista ratifica su expansión alrededor del mundo. Existe un aumento descontrolado de la producción, con miras unidireccionalmente hacia el aumento de la ganancia. En términos económicos se genera sobreproducción.

Ahora bien, para aproximarnos a este concepto es necesario aclarar cómo se compone el capital. En principio tenemos el capital constante que es aquel que es fijo, que normalmente no varía como las materias primas, insumos, edificios, maquinarias y especialmente los productos tecnológicos. Y el capital variable que es aquel que puede variar como el salario. De este modo el empresario al querer incrementar sus ganancias se enfoca en el capital constante, se lanzan a la compra de lo último en tecnología, que abarata costos e incrementa a una velocidad increíble sus ganancias. Deja de lado al obrero, al capital variable.

Al empresario no le importa sacrificar capital constante por variable. En consecuencia, aumenta la producción de mercancías al tiempo que aumenta también el desempleo. A largo plazo, este aumento genera una enorme oferta, mientras disminuye la demanda; paradójicamente aumenta el desempleo y se disminuye el poder adquisitivo de la población. La economía ortodoxa llamaría a este fenómeno una *falla del mercado por sobreproducción*; según el pensamiento derivado del trabajo del científico social Carlos Marx esta es una contradicción estructural del modelo de producción.

En este orden de ideas, al ser el objetivo del modelo el lucro, la generación de riqueza se encuentra en manos de unos pocos aumentando la desigualdad, la desintegración social, la pobreza y el hambre. En América latina, por ejemplo, es dramática la situación sobre soberanía alimentaria y producción de alimentos: según el último informe de la FAO - *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América latina y el Caribe 2013-2014*. América latina y el Caribe en bloque, producen más alimentos de los que se requiere para el consumo de su población, sin embargo en el mundo hay 842 millones de personas que padecen hambre, de los cuales 47 millones pertenecen a América Latina y el Caribe (FAO, 2014). Es decir, en América latina existe la producción de alimentos más que suficiente para

toda su población, sin embargo, cerca del 20% de quienes padecen hambre en el mundo se encuentran en esta región. Consecuencia concreta del objetivo del modelo económico: el lucro, pues se da mayor importancia al capital que a las personas que no disponen de recursos para saciar su hambre.

La insostenibilidad del modelo de producción actual se hace visible en términos ambientales cuando el aumento desproporcionado de la producción se ha traducido en un aumento dramático de las emisiones de dióxido de carbono, la concentración de CO₂ en el aire aumentó de 280 a 383 partículas por millón (ppm) desde 1751 a 2007. La proporción de CO₂ nunca ha sido tan elevada desde hace 2,1 millones años. (Vargas, 2009) Y para el 2012 nuevamente se superó un record, con una concentración de CO₂ de 394 ppm (Sánchez Rabath, 2013), Contaminación de la cual los países con mayor participación fueron China, con el 28% del total del dióxido de carbono emitido a la atmósfera, Estados Unidos (16%), la Unión Europea (11%) e India (7%) (Vargas, 2009). Es decir, son los países industrializados quienes más contaminan, y los países periféricos quienes afrontan las terribles consecuencias. El aumento del CO₂ y demás gases de efecto invernadero en la atmosfera, han propiciado el fenómeno conocido como Cambio Climático, la variación global del clima de la tierra (NASA, 2014).

Este fenómeno supone la ruptura de la estabilidad del clima, debido a cambios internos o externos de su sistema (NASA, 2014). El clima siempre ha variado, el problema del cambio climático es que en el último siglo el ritmo de estas variaciones se ha acelerado, y la tendencia es que esta aceleración va a ser exponencial. La causa de esta aceleración es generada directamente por el descontrolado incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

La crisis ambiental hoy es generalizada a todo el planeta. Son numerosos los componentes de la degradación medioambiental que hoy soportamos, en la que deben incluirse la destrucción de fuentes de agua, la desaparición de suelos aptos para la agricultura, el arrasamiento de selvas y bosques, la disminución de la biodiversidad, la extinción de especies animales y vegetales, la generalización de distintos tipos de contaminación, la reducción de la capa de ozono y la destrucción de ecosistemas (Vega Cantor, 2014).

Todos estos componentes de la catástrofe ambiental ponen en riesgo la continuidad de la especie humana y de la vida en general, la lógica depredadora del capitalismo da por sentado que la naturaleza es externa, que no tiene costo y que al no contabilizarse en términos económicos, se puede destruir impunemente.

El cambio climático es una clara manifestación del precio que debe pagarse por haber sometido a la naturaleza a una transformación acelerada, como el uso intensivo de combustibles fósiles y el uso descomunal de materiales y de recursos naturales para el lucro de unos pocos. Esto se ha acentuado en las últimas décadas por el incremento en el consumo mundial de mercancías. El consumo a vasta escala de ciertos artefactos electrónicos, que viene acompañado del arrasamiento de ecosistemas y en consecuencia el incremento a gran escala de desechos y residuos electrónicos cuyo tratamiento cada vez se hace más difícil.

Por todo lo anterior, *la crisis civilizatoria* (Vega Cantor, 2014) por la que atraviesa la humanidad tiene como causa principal la actividad humana dentro del modelo capitalista de producción. Y como veremos más adelante no son suficientes las iniciativas ambientalistas de darle precio a la degradación ambiental, pues eso no soluciona el problema fundamental. La racionalidad del modelo capitalista.

La gravedad de la crisis ambiental y civilizatoria fruto del modelo de acumulación de capital, genera la necesidad de iniciativas novedosas en cuanto al conocimiento, análisis y la formulación de posibles alternativas frente a esta problemática. No obstante las iniciativas científicas que se han generado, algunas con posiciones más contundentes que otras, se fundamentan en métodos epistemológicos diferentes a los convencionales que tradicionalmente se basan en las ciencias positivas. Se apuesta a la transdisciplinariedad, la innovación, y la integración del sistema físico, la naturaleza, el sistema económico y la sociedad.

Han sido numerosos los avances en cuanto al análisis y comprensión de las actividades humanas frente a la degradación ambiental. No obstante, las manifestaciones científicas más difundidas han sido las tradicionales, que tampoco son las más contundentes, sino por el contrario buscan perpetuar el modelo de producción actual poniendo una imagen verde que supone, en apariencia, ser “amigable con el medioambiente”. Este tipo de iniciativas se reflejan en la corriente de la economía neoclásica que busca explicar la degradación ambiental desde la ortodoxia económica. Corriente que se ha denominado Economía Ambiental (EA).

A continuación se realiza una breve revisión de lo que busca la economía ambiental, sus principales aportes y su alcance.

5.1.2. Economía Ambiental

*“La tierra constituye con mucho la parte más grande,
más importante y durable de la riqueza de un país”*

Adam Smith

En principio para entender la visión que tiene la economía ambiental sobre los problemas del medioambiente, es necesario comprender lo que desde esta disciplina se concibe como economía. Según *Dictionay of modern economics*, el concepto de economía es entendido como el estudio de la manera en la que la humanidad se organiza para enfrentar el problema básico de la escasez. Para la economía ambiental, la escasez continua siendo el problema básico, primordialmente la escasez de recursos naturales y los valores que esta provee. En este orden de ideas la Economía ambiental se define como el estudio de la manera en que la humanidad se organiza para enfrentar el problema de la escasez de la naturaleza.

Desde este punto se puede observar el carácter ortodoxo de esta disciplina que obedece a los preceptos de la economía convencional, la economía ambiental es la visión verde de la economía como ciencia (Chavarro y Quintero, 2005), más específicamente es el rostro verde de la escuela neoclásica que concentra su análisis sobre la escasez y en donde los bienes son valorados de acuerdo a su abundancia o rareza.

Bajo este enfoque, el medioambiente es considerado un bien económico que tiende a escasear y cuyo horizonte de agotamiento es previsible. A pesar de que los recursos naturales sean indispensables en los procesos productivos, no poseen ni precio ni dueño, razón por la cual, la economía ambiental considera al medioambiente externo al mercado, por ende la forma de incorporarlo es internalizando los impactos ambientales bajo una valoración monetaria de los costos o beneficios, es decir, intenta ponerle precio a la naturaleza.

La economía ambiental intenta valorar los recursos y los efectos ambientales del proceso económico mediante la valoración monetaria de éstos, algo complicado teniendo en cuenta que la metodología económica se redujo, por parte de los neoclásicos, al universo de los objetos apropiables e intercambiables, características que muchos recursos naturales no cumplen. (Teruel, 2003)

El profesor Teruel realiza una importante apreciación que, en principio, devela una contradicción esencial en la economía ambiental ya que la economía ortodoxa, se enfoca unidireccionalmente hacia la caracterización y valoración de los objetos físicos medibles, y como se analizara más adelante, existe en la naturaleza biodiversidad cuya valoración monetaria se constituye en un desafío científico puesto que existe, en muchos casos, inconmensurabilidad⁷ de la biodiversidad.

Los análisis de los problemas ambientales se estudian en términos económicos y cuantitativos, en función de los precios, costes y beneficios monetarios, en este sentido para esta disciplina entre las preocupaciones más importantes se encuentran: la problemática de las externalidades, la asignación de los recursos naturales entre las distintas generaciones y la valoración económica de los recursos naturales y de los impactos negativos al ambiente.

Para Ricker, la economía ambiental tiene como ejes principales analizar económicamente los recursos ambientales, definir las bases teóricas que permitan optimizar el uso de los recursos naturales, analizar cómo las variaciones en el crecimiento económico afectan al medioambiente, y finalmente, estudiar el cómo y por qué las decisiones que toman las personas tienen consecuencias ambientales.

⁷ Del latín *incommensurabilis*. No conmensurable, que por su valor, significado, trascendencia, o gran magnitud no puede medirse.

La EA piensa un mundo sostenible cuando la sociedad actual transfiera a las personas del futuro un monto determinado de capital, fruto de la maximización de los beneficios del crecimiento económico actual, que no sea inferior al que esta generación disfruta, ya que el capital genera bienestar a través de la creación de bienes y servicios y así se lograra el mantenimiento de la calidad del medioambiente, es decir es imprescindible la continuidad y el mejoramiento de la capacidad productiva del modelo actual.

Así, garantizar la dotación de recursos a través del tiempo implica asumir un grado de sustitución entre los recursos naturales y el progreso tecnológico, en síntesis el crecimiento económico ligado al bienestar de la población, y el desarrollo tecnológico en pro del mantenimiento y reproducción de capital actual garantizará la perpetuidad del modelo de producción extractivista actual, la incorporación de capital tecnológico para el mantenimiento del capital natural implica plena sustitución entre el capital natural y el capital artificial. Desde la economía ambiental el capital natural no tiene diferenciación alguna respecto a su valoración. En otras palabras si un árbol, por ejemplo, es valorado monetariamente en mil dólares y por su parte, 10 libras de oro tienen un precio igual a mil dólares, el supuesto de plena sustitución precisa que es lo mismo tener un árbol que 10 libras de oro.

El enfoque de sostenibilidad defendido por la economía ambiental, es conocido como Sostenibilidad Débil. En términos generales esta sostenibilidad es definida como: *... aquella que pretende mantener constante el valor monetario del stock de capital total, suponiendo que existe plena sustitución entre ambas formas de capital. Es decir, que las disminuciones en el valor del stock de capital natural pueden ser equilibradas a través de aumentos en el capital manufacturado y viceversa*” (Carpintero, 2003).

La escasez de un recurso y su demanda tendrán un aumento que será equilibrado por un aumento proporcional del precio acompañado de avances tecnológicos que permitan mantener o aumentar los niveles de extracción de recursos de forma planificada.

La Sostenibilidad débil, en concreto, pretende mantener una renta sostenible que garantice el bienestar social a través de cuotas de utilidad no decrecientes. El objetivo por lo tanto es la conservación y mantenimiento de las tasas de ganancia producto de la comercialización y extracción de los recursos naturales. Según Arias (2006) *La regla de la Sostenibilidad Débil requiere que se conserve constante o en ascenso la generación de riqueza, manteniendo en el agregado los medios de producción como el capital hecho por el hombre, el capital natural y el capital humano.*

Realmente bajo este enfoque no se busca la conservación de los recursos naturales, sino el mantenimiento de los niveles de bienestar derivados de los mismos, mediante el sostenimiento de los niveles de stock de capital total, y por tanto, la sostenibilidad dependerá de la no disminución del bienestar social en términos per cápita a lo largo del tiempo (Solow, 1986).

Una sociedad que si bien reduce su capital natural, aumenta por otra parte su capital artificial compensando esa pérdida y manteniendo el capital total, es una sociedad que alcanza la sostenibilidad débil, no obstante los estragos, el daño colateral y el detrimento del medioambiente, es posible, continúen con la misma o peor dinámica y la sostenibilidad será para un periodo corto de tiempo.

Desde la sostenibilidad débil se postulan, entre muchos, dos tipos de modelos de desarrollo sostenible. El modelo de crecimiento con capital natural agotable y el modelo de equidad intergeneracional. Entre los trabajos más reconocidos en este campo se encuentran los

realizados por autores como: Dasgupta y Heal (1974), Solow (1974), Stiglitz (1974), Hartwick (1977; 1978), Howarth y Norgaard (1990, 1992, 1993) y Pearce (1989).

En un primer grupo de modelos, el término de sostenibilidad no se hace explícito y su significado se asocia al crecimiento del capital total a largo plazo. Con este tipo de modelo *intertemporal estándar de crecimiento*, en el que se incluye un recurso natural agotable, es posible demostrar que bajo ciertas condiciones, y si el capital no decrece, se puede sostener una tasa de consumo no decreciente a lo largo del tiempo. Se podría pensar que bajo este enfoque teórico la sostenibilidad puede ser alcanzada más fácilmente por economías con asignaciones altas de capital, y por tanto, las sociedades más pobres podrían tardar más tiempo en alcanzar la sostenibilidad o simplemente ser insostenibles, ya que este tipo de modelo al contemplar la plena movilidad e igualdad entre capital natural y artificial, implicará que la escasez de recursos se debe compensar con un aumento en los precios previo incremento en los costos de los servicios ambientales que habría que pagar para el mantenimiento de la extracción de los recursos naturales, que en términos económicos se traduciría en aumentos en los costos e incrementos en los precios que en el caso de los países pobres, a diferencia de los países desarrollados, serían muy difíciles de asumir.

... la sostenibilidad aparece como un problema de ahorro, es decir, una cuestión de eficiencia, no de equidad intergeneracional. El output agregado de la economía (incluyendo el capital natural) se puede destinar a consumo o ser invertido en acumulación de capital total. Una inadecuada propensión a ahorrar derivada de repetidos períodos con consumos elevados, lleva a bajos niveles de acumulación (ahorro) de capital y por tanto, detrae recursos del consumo e inversión futuros. Para ello, en cada período se han de amortizar las

pérdidas del capital natural de alguna manera, compensándolas con capital artificial gracias a la sustituibilidad plena entre ambos tipos (Castro, 2004: 79).

Una importante crítica a este tipo de modelos es que en la mayoría de estos la población es exógena y se convierte en una limitación importante al no incluirse las interacciones entre población, stock de capital natural y crecimiento económico, como lo afirma Castro:

Estos modelos tratan el cambio tecnológico y el crecimiento poblacional como variables exógenas que inciden sobre la tasa de crecimiento. No es hasta finales de los ochenta cuando se desarrollan modelos de crecimiento endógeno centrados en la consideración del cambio tecnológico (y por tanto, de la tasa de crecimiento) como variable endógena (Castro, 2004).

El segundo modelo desarrollado bajo el criterio de sostenibilidad débil es el de *equidad intergeneracional*, aunque se basa en la mayoría de los principios neoclásicos, acepta el hecho de que los problemas de eficiencia económica no son adecuados para tratar los problemas intergeneracionales de la sostenibilidad.

Dentro de este planteamiento se destacan los trabajos de Howarth y Norgaard (1990, 1992, 1993), que consideran la utilidad como una función de los niveles de consumo y preferencia de los agentes. Ellos se centran en una economía con un recurso natural limitado sin capacidad productiva, y enfocan sus análisis hacia la principal externalidad (la contaminación), así como en la preocupación de la generación actual por la utilidad de las futuras generaciones. Este tipo de modelos normalmente son aplicables a una economía cerrada, que supone generaciones que duran dos períodos.

Las decisiones de consumo y ahorro que toma cada generación persiguen el criterio de “eficiencia económica” en cada momento, pudiendo ser distinta a la de otro momento temporal. (Castro, 2004: 150)

Bajo este enfoque teórico, la equidad intergeneracional es un criterio estricto de sostenibilidad, por lo tanto, cualquier descenso temporal de la utilidad se puede interpretar como un rasgo indudable de insostenibilidad. Alcanzar un nivel de consumo sostenible dependerá entonces, de las preferencias que tenga la sociedad. Los autores que trabajan bajo esta teoría, suponen que existe una regla de sostenibilidad con fundamentos éticos presente en cada una de las generaciones.

5.1.3. Economía Ecológica

«... quizás antes de lo que podría pensarse, el hombre tendrá que volver a plantearse orientar su tecnología en sentido opuesto al actual, obteniendo gasolina a partir de cereales. De modo distinto al pasado, el hombre tendrá que volver a la idea de que su existencia es un don gratuito del Sol».

Nicholas Georgescu-Roegen

La Economía Ecológica es un nuevo campo de estudio transdisciplinario que direcciona la relación entre ecosistemas y sistemas económicos, en el sentido más amplio. Estas relaciones son centrales para muchos de los recurrentes problemas de la Humanidad y para la construcción de un futuro sustentable que no son bien cubiertos por ninguna disciplina científica existente (Constanza , 1991)

La anterior definición surgió tras la deliberación realizada en la primera conferencia mundial de economistas ecológicos llevada a cabo en 1990 cuyas memorias quedaron consignadas en

el libro de Robert Costanza, "Ecological Economics: the science and management of sustainability".

La Economía Ecológica, en adelante EE, es la "ciencia de la gestión de la sustentabilidad" entendida como el estudio y valoración de la sostenibilidad o insostenibilidad. (Jimenez, 2011)

No es una rama de la teoría económica, sino un campo de estudio transdisciplinario, es decir permite comunicarse entre investigadores y realizar una fusión de conocimientos que permite afrontar mejor los problemas ya que el enfoque económico convencional no se considera ni suficiente ni adecuado. El problema básico que estudia la EE es la sostenibilidad de las interacciones entre los subsistemas económicos y el sistema natural (Jimenez, 2011) dicha sostenibilidad entendida como la capacidad de la humanidad para vivir dentro de los límites ambientales es enfocada como *metabolismo social*, (Georgescu-Roegen, 1996) la sociedad toma materia, energía e información de la naturaleza y le expulsa residuos, energía disipada que aumenta la entropía.⁸

Su planteamiento se basa en tres nociones biofísicas fundamentales: la primera. La Ley de la Termodinámica, según la cual la materia y la energía no se crean ni se destruyen, sólo se transforma. La Ley de la Entropía o segunda Ley de la Termodinámica, que enuncia que la materia y la energía se degrada continuamente e irrevocablemente desde una forma disponible a una forma no disponible, sean usadas o no; y la tercera noción se refiere a la imposibilidad de generar más residuos de los que pueden asimilar los ecosistemas y a la regla de no extraer de los sistemas biológicos más de lo que se puede considerar su rendimiento sustentable, ya que de no cumplirse esta tercera noción acabaríamos con los ecosistemas y a la vez con nosotros mismos.

⁸Entropía: magnitud física que, mediante cálculo, permite determinar la parte de la energía que no puede utilizarse para producir trabajo. La entropía describe lo irreversible de los sistemas termodinámicos. La palabra *entropía* procede del griego (ἐντροπία) y significa evolución o transformación.

Según Robert Costanza, son tres los problemas básicos sobre los cuales se enfoca la Economía Ecológica:

- ✓ Asignación: cuantos recursos se destina a la producción.
- ✓ Distribución: cuánto de los recursos representados, en productos y servicios finales, se destinaran para los miembros de la sociedad actual y futura.
- ✓ Escala: volumen físico del rendimiento, el flujo de materia-energía que proviene desde el medioambiente como materias primas de baja entropía y que regresa a él, en forma de desechos y desperdicios de alta entropía, lo que altera los ciclos de la materia.

(Constanza , 1991)

Siendo esta última una de las diferencias más grandes entre la Economía Ecológica y la Estándar.

En la EE se estudia las relaciones entre el sistema natural y los subsistemas social y económico, incluyendo los conflictos entre el crecimiento económico y los límites físicos y biológicos de los ecosistemas, debido a que la carga ambiental de la economía aumenta con el consumo y el crecimiento demográfico.

Esta ciencia critica posturas de tradición economicista con respecto al crecimiento económico, los métodos e instrumentos de la economía tradicional y los desarrollos teóricos que proceden de ésta, como la economía ambiental.

El trabajo transdisciplinario, el pluralismo y la visión holística del mundo son fundamentales para enfrentar los problemas ambientales, ninguna disciplina aislada proporciona una perspectiva suficiente ante la magnitud y complejidad de la problemática ambiental planetaria (Sabogal Tamayo, 2009). La naturaleza es el soporte vital de la humanidad, nos faltan conocimientos sobre la naturaleza y las relaciones entre las sociedades y su medio.

Los mercados son miopes, infravaloran el futuro, no pueden ver la escasez futura de los recursos o sumideros ni incorporan tampoco incertidumbres a largo plazo (Martínez Alier, 2004)

La iniciativa monetarista de la economía ortodoxa frente al problema ambiental, no aborda el problema en su esencia. Puesto que la solución no es darle precio al medioambiente, como lo postula la economía ambiental, sino por el contrario se trata de darle un trasfondo más importante en términos físicos concretos. La economía ortodoxa no puede tener una medida común y por tanto las evaluaciones de las externalidades no pueden ser la base de políticas ambientales. Es imposible dar valores a todas las externalidades porque muchas son desconocidas o inciertas, y muchas son irreversibles. Por ejemplo: ¿de qué manera se puede recuperar la extinción de una especie, fruto de la explotación del modelo económico?

La economía ambiental bajo el paradigma de la economía neoclásica, analiza las relaciones económicas y ambientales desde el punto de vista marginalista (Jimenez, 2011) parte de que las personas son racionales en sus decisiones en tanto buscan optimizar sus beneficios, su objetivo es definir las leyes que rigen la actividad económica en una situación particular. Para la economía ambiental el estado solo debe intervenir por fallas de mercado, es decir donde la economía de libre mercado no logra satisfacer las necesidades de forma eficiente. (Common&Stagl, 2008).

Por su parte la Economía Ecológica estudia la riqueza material (Sabogal Tamayo, 2012). Es decir explica el valor en términos físicos. A diferencia de la Economía ortodoxa que se consolidó dejando de lado la realidad física y social de los seres humanos. Pues esta última se limitó al estudio del concepto de riqueza y los valores pecuniarios (Teruel, 2003).

Los insumos necesarios para la construcción de una visión ecológica de la economía ya estaban disponibles a mediados del siglo XIX. A finales de este siglo el biólogo y urbanista Patrick Geddes, precursor del urbanismo ecológico, y el Doctor ucraniano Sergei A. Podolinsky habían promovido sin éxito una visión biofísica de la economía como un subsistema (econósfera) de un sistema mayor (biosfera) sujeto a tales leyes.

En 1921 el premio Nobel de química, Frederick Soddy escribió sobre energía y economía, planteando, que los economistas confundían la riqueza real con unos papelitos legalizados en forma de dinero. (Manrique Arango, 2009) Estos estudiosos fueron considerados como los pioneros en la integración de la física a través de las leyes de la termodinámica y la Economía.

En la EE, se considera la economía como un subsistema incrustado en el ecosistema global del planeta Tierra (biosfera), dentro del cual los seres humanos son un componente. El objetivo macro es la *sustentabilidad* del sistema económico-ecológico combinado y no el progreso técnico, a diferencia de la economía ortodoxa la cual supone que el progreso tecnológico posibilitara superar las limitaciones que imponen los recursos naturales en un mundo físico (Manrique Arango, 2009).

Según lo expone Manrique, la EE se consolida con cuatro tesis de economistas reconocidos por su profunda crítica a la economía clásica. Ellos junto con ecologistas de diferentes nacionalidades se reúnen en 1987 para la formación de la Sociedad Internacional de Economistas Ecológicos. A continuación se repasara brevemente las cuatro tesis señaladas:

El economista Alemán Sigfred Von Ciriacy (1906 – 1980) publicó en 1952 su obra titulada “Conservación de los recursos: Economía y Política” ahí expone el concepto de Estándar Mínimo de Seguridad – EMS- que reconoce el nivel crítico de algunos bienes naturales, por debajo del cual puede afectarse la sostenibilidad del sistema. También es relevante su

concepción de conservación pues este se encuentra ligado a un aspecto particular del uso, su distribución intertemporal. Es decir la redistribución de recursos hacia el futuro.

Karl William Kapp (1910-1976) también alemán, en su investigación buscaba demostrar que los gastos empresariales no reflejan una parte importante de los costos sociales de la producción, y por tanto, no pueden ser aceptados como medida de los costos totales.

El aporte, que convierte su tesis en una idea central para la EE, hace referencia a que la política económica debe ser guiada en base a una directa valoración social de las necesidades fundamentales del hombre y de su relativa importancia, así como considerar la posibilidad de limitar, ampliamente, el número de objetivos o de dejar de perseguir los menos esenciales, entre los cuales, debe incluirse la producción de bienes de lujo, la realización de costosos programas espaciales y de sistemas ofensivos y defensivos nucleares cuya importancia no ha sido valorada ni comparada con la necesidad social de salvaguardar el equilibrio del medioambiente.

El economista Inglés Kenneth Boulding (1910 – 1993) centró su obra en el estudio de las consecuencias ecológicas, morales y sociales del crecimiento económico. En 1966 publica su ensayo titulado “La Economía de la Nave Espacial Llamada Tierra” en el expone como el sistema Tierra se ha convertido en un solo vehículo espacial, sin reservas ilimitadas de nada, donde el hombre deberá encontrar su lugar en un sistema ecológico cíclico. Su aporte a la Economía Ecológica parte de la analogía del planeta tierra con una nave espacial donde los recursos son finitos y regidos por las leyes de la naturaleza.

Por último se encuentra el matemático rumano Nicholás Georgescu-Roegen (1906 – 1994), inicio su formación en matemáticas y fue economista de la universidad de Harvard, alumno de Schumpeter (Posada, 2014).

Georgescu-Roegen, en su obra “La Ley de la Entropía y el Proceso Económico” muestra que la esencia básica del proceso económico es entrópica, es decir el proceso económico está gobernado por las leyes de la entropía, como un proceso irreversible que transforma materia y energía en residuos. Para Roegen el carácter entrópico de los procesos económicos es la raíz de la escasez, ya que la materia y la energía son escasas, en la medida en que los recursos son limitados.

La actividad económica dentro del modelo capitalista de producción se sustenta en la explotación de los recursos, el análisis ortodoxo de la economía del capital no incorpora los “Servicios Ecológicos” del medioambiente, y a medida que aumenta la actividad humana, el daño ambiental se acentúa. Además el aumento de la contaminación del medioambiente origina que la capacidad de absorción y regeneración de residuos disminuya. Es decir disminuye la capacidad de carga de la biosfera.

En la actualidad la Economía Ecológica como teoría económica, se encuentra en continua evolución y enriquecimiento a través de diversos pensamientos y disciplinas científicas, hoy en día se destacan como economistas ecológicos, el economista español José Manuel Naredo, el estadounidense Herman Daly discípulo de Georgescu-Roegen, Joan Martínez Alier. Sus aportes han sido sumamente importantes.

Naredo, en su obra “La Economía en Evolución” realiza un recorrido por la evolución de la economía ortodoxa, desde sus orígenes hasta constituirse en una ciencia mecanicista, reduccionista y alejada del contexto físico. Su aporte a la teoría de la EE, es su enfoque ecointegrador, que no solo centra su atención en los residuos sino en el conjunto del metabolismo de los sistemas, son precisamente los engranajes comerciales y financieros los que mueven los flujos físicos y redistribuyen la capacidad de compra sobre el mundo, el

enfoque ecointegrador busca un tratamiento a los individuos humanos y a sus sistemas económicos, como parte integrante de la Biosfera.

La diferencia, con el enfoque económico corriente, está en que éste sólo toma en cuenta, como objeto de estudio los objetos que tienen, en palabras de Naredo, un valor de cambio positivo - de mercado, administrado o imputado-. En el enfoque ecointegrador el objeto de estudio se define, explícitamente, recurriendo a conceptos teóricos de otras ramas del conocimiento. Es decir las elaboraciones teóricas son totalmente transdisciplinarias.

Herman Daly (1938) fue cofundador de la Sociedad Internacional para la Economía Ecológica, su aporte fundamentalmente se resume en su discurso de intervención ante el Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial, denominado “Principios Operativos para el Desarrollo Sostenible” el en argumenta la idea de entender el medioambiente como capital natural que necesita ser amortizado, siendo que su uso implica un costo por su desgaste, identificando los criterios básicos para el mantenimiento del capital natural y la sustentabilidad ecológica. (Manrique Arango, 2009)

Daly propone dos principios para la gestión de los recursos renovables, que deben considerarse como capital natural.

1. Las tasas de recolección deben ser iguales a las tasas de regeneración (producción sostenible): capacidad de regeneración.
2. Las tasas de emisión de residuos deben ser iguales a las capacidades naturales de asimilación de los ecosistemas a los que se emiten los residuos: capacidad de asimilación.

En el mismo documento Daly realiza un análisis exhaustivo a la diferencia entre crecimiento sostenible y desarrollo sostenible, postulando que el crecimiento es incremento cuantitativo de la escala física. Y desarrollo, la mejora cualitativa o el despliegue de potencialidades. En el

modelo de producción capitalista es claro que el crecimiento económico no puede ser sostenible en un largo periodo de tiempo.

Un prolongado hábito ha hecho que la palabra crecimiento sea, en el espíritu de muchas personas, sinónimo de incremento de la riqueza. Estas personas dicen que debemos tener crecimiento porque sólo si nos hacemos más ricos será posible hacer frente al coste de la protección del medioambiente. Que todos los problemas serían más fáciles de resolver si fuésemos realmente más ricos, está fuera de discusión. Lo discutible es si el crecimiento, en el margen actual, nos está haciendo en verdad más ricos. En la medida en que el crecimiento de las dimensiones físicas de la economía humana empuja más allá de la escala óptima relativa a la biosfera, nos hace de hecho más pobres. (Herman, 2008)

Como vimos anteriormente la EE reclama un enfoque “ecointegrador”, que apunta a evitar la habitual disociación entre los planteamientos económicos y ecológicos. Economistas ecológicos como Boulding, Daly, Norgaard, entre otros, han desarrollado las bases para concebir a la economía y a la ecología como sistemas complejos y en constante transformación. La comprensión del proceso eco evolutivo en el que, sociedad y naturaleza se interconectan y cambian, dice Norgaard, sugiere nuevas direcciones para que la organización social mejore su sustentabilidad, la justicia social y la dignidad humana.

La EE advierte el riesgo de que el modelo económico actual llegue al límite marcado por la capacidad de carga del ecosistema planetario. El mercado, también, desde este punto de vista deja de ser el garante del óptimo económico, desplazando el centro de las preocupaciones desde los simples valores mercantiles a las condiciones que impone el mundo físico en el que se desenvuelven las acciones económicas.

5.1.4. Desarrollo sostenible y sustentabilidad

A partir del pensamiento de Herman Daly, se puede inferir que el hablar de crecimiento sostenible es en sí mismo una contradicción puesto que crecer significa “to increase naturally in size by the addition of material through assimilation or accretion”⁹ el crecimiento implica el aumento de materia, éste insostenible por el problema fundamental de escala de la biosfera.

Se puede hablar de desarrollo sostenible ya que el desarrollo significa “to expand or realize the potentialities of bring gradually to a fuller, greater, or better state”¹⁰; por lo tanto, desarrollo hace referencia a la mejora cualitativa o al despliegue de las potencialidades. Entendiendo que la economía es un subsistema de un ecosistema global finito que no crece, el término “crecimiento” debe ser cambiado por “desarrollo”, que es mucho más adecuado. En un sistema, que no crece, puede existir desarrollo cualitativo.

Como se dijo anteriormente el problema básico que estudia la economía ecológica es la sustentabilidad de las interacciones entre los subsistemas económicos y el sistema natural, esta sustentabilidad es entendida como la capacidad de la humanidad para vivir dentro de los límites ambientales enfocada como *metabolismo social*, (Georgescu-Roegen, 1996).

El desarrollo sostenible se basa en tres factores: sociedad, economía y medioambiente. En 1987 se habló por primera vez sobre Desarrollo Sostenible, en el informe Brundtland¹¹ se define el desarrollo sostenible como: *Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes*

⁹ Aumentar naturalmente de tamaño por adición de material a través de la asimilación o el acrecentamiento.

¹⁰ Expandir las potencialidades con que se cuenta, accede gradualmente a un estado más pleno, mayor o mejor.

¹¹ Informe que contrasta la postura de desarrollo económico junto con el de sostenibilidad ambiental. Fue realizado por una comisión encabezada por la doctora Gro Harlem Brundtland, ex-primer ministro de Noruega. Su propósito fue analizar, criticar y replantear las políticas de desarrollo económico globalizador, reconociendo que el avance social se está llevando a cabo a un costo medioambiental alto. El informe fue elaborado por distintas naciones en 1987 para la ONU, Originalmente, se llamó Nuestro Futuro Común.

sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades (Brundtland, Our Common Future ONU, 1987)

Una de las principales motivaciones de los especialistas que formaron la Sociedad Internacional de Economía Ecológica en 1989 fue que, a su juicio, la manera en que estaba operando la economía mundial no era sostenible. Ese grupo estaba preocupado ya que características de la actividad económica actual podían socavar la capacidad del sistema conjunto de economía y medioambiente para seguir satisfaciendo las necesidades y deseos humanos.

Por un lado, a juicio de muchas personas, la escala actual de la actividad económica global amenaza la sostenibilidad, es decir que amenaza con reducir la capacidad futura de satisfacer las necesidades y deseos humanos. Y por otro lado, muchos sostienen que es necesario aumentar la escala de la actividad económica para aliviar la pobreza.

Martinez Alier expone en su libro “Curso de Economía Ecológica” la definición publicada en el informe de la ONU “Own Common Future”, según Alier el Informe Brundtland, propone que lo que se necesitaba era una nueva clase de crecimiento económico cuyo efecto en el medioambiente fuera mucho menor y que, en lugar de representar una amenaza a la sostenibilidad, contribuyera a aumentar la capacidad del sistema conjunto de economía y medioambiente para satisfacer las necesidades humanas. Según Alier en el informe se sostuvo que era posible un nuevo modelo de crecimiento económico, y recibió el nombre de desarrollo sostenible.

Eso es: una forma de crecimiento económico que satisfaga las necesidades y deseos del presente sin comprometer la capacidad del sistema de economía y medioambiente de seguir cumpliendo con ese objetivo en el futuro. (Martínez Alier, 1989)

Por otra parte, para algunos autores, hoy en día el concepto de desarrollo sostenible hace referencia a todo lo que depende de energía externa para hacer funcionar otros mecanismos. En otras palabras lo definen como aquel que se puede lograr gracias a una buena gestión de las políticas económicas. Un proceso en el que se trata de satisfacer las necesidades económicas, sociales y medioambientales actuales y futuras.

En cuanto a la sustentabilidad, para Robert Costanza definir el término realmente es fácil:

Un sistema sustentable es aquel que sobrevive o persiste.... biológicamente, esto significaría evitar la extinción y vivir para subsistir y reproducirse, económicamente, significa evitar grandes trastornos y colapsos, protegerse en contra de inestabilidades y discontinuidades. La sustentabilidad, en su fundamento, siempre se relaciona con la temporalidad y, en particular, con la longevidad. (Constanza , 1991)

No se espera que ningún sistema tenga una duración de vida infinita, ya que los ecosistemas sufren una sucesión, gracias a sus cambios internos como a las condiciones externas. Es preciso el reconocimiento de los cambios, dentro de los límites normales a la duración del sistema y los cambios que cortan, de manera prematura, la duración esperada del mismo, con el propósito de considerar las gestiones adecuadas que promuevan una duración del sistema, acorde con su ciclo. (Manrique Arango, 2009)

Por lo anterior, se puede establecer que lograr la sustentabilidad general del sistema requiere del equilibrio entre la longevidad y la adaptación (Marban, 2014). Los sistemas ecológicos son el mejor modelo de un sistema sustentable para plantear y preservar sistemas económicos sustentables, en los cuales los desperdicios se reciclan en una parte del sistema o se disipan por completo. Esto implica que, en un sistema económico sustentable, el ciclo debería cerrarse de manera similar.

En los ecosistemas, el desarrollo de circuitos cerrados de reciclaje de materia orgánica, ha necesitado de incontables años de ensayo error, debido a que el proceso de cerrar los circuitos y construir sistemas naturales no contaminantes organizados requiere de mecanismos de retroalimentación que deben mejorar. (Manrique Arango, 2009) En el ser humano este proceso puede ser acelerado y mejorado gracias a su capacidad de percibir, perfeccionar y aligerar el proceso.

Herman Daly también expone un avance importante en cuanto a la definición del concepto de Sustentabilidad, que de hecho, es el más acertado, involucra un aspecto de mucha importancia como lo es el flujo total de materia. El flujo total debe ser sostenido desde las fuentes naturales, a través de la economía y de vuelta a los sumideros naturales, no debe ser declinante (Herman, 2008). Más exactamente, la capacidad del ecosistema de sustentar esos flujos no debe disminuir. Asegurando la regeneración y sustentabilidad del ecosistema presente y futura. En palabras de Herman Daly la sustentabilidad se define como:

La sustentabilidad es una manera de sostener el valor de la longevidad y de la justicia entre generaciones, a la vez que se reconoce la mortalidad y los límites de toda cosa. ... Ya que gran parte de los flujos intercambiados son recursos no renovables; la vida esperada de nuestra economía es mucho más corta que la del universo. (Herman, 2008, pág. 9)

La sustentabilidad requiere basarse de manera creciente en la parte renovable del flujo total y en la voluntad para compartir la parte no renovable entre muchas generaciones. En pocas palabras lo sustentable, no puede significar para siempre.

Ahora bien, la sustentabilidad implica también el conocer a profundidad la dinámica económica, y sus consecuencias en el medioambiente. Puesto que sería muy difícil pensar en un sistema social sustentable, si no se conoce a profundidad el nivel de deterioro ambiental al

que nos ha llevado la economía convencional. Como anteriormente se expuso para algunos economistas ecológicos es importante superar los análisis monetaristas del deterioro ambiental y realizar una descripción física del medioambiente. En palabras de Alier:

Los intentos de asignar valores monetarios a los servicios y a las pérdidas ambientales, y los intentos de corregir la contabilidad macroeconómica, forman parte de la economía ecológica, pero su aportación y eje principal es, más bien, el desarrollo de indicadores e índices físicos de (in)sustentabilidad, examinando la economía en términos del “metabolismo social”. (Martínez Alier , 2004) En: (Sabogal Tamayo, 2012)

Es necesario no solamente evaluar y conocer las condiciones de insustentabilidad actuales sino también, una parte importante es el análisis de los indicadores biofísicos, el hacer conciencia pública y generar impacto sobre la toma de decisiones. Pues las estrategias para la sustentabilidad serán más efectivas en tanto entendamos mejor nuestras limitaciones ecológicas.

Indicadores de (In) sustentabilidad

Los indicadores de sustentabilidad se comenzaron a utilizar por parte de Naciones Unidas como un sistema de señales que permitiese estimar avances en el marco de este nuevo modelo de desarrollo. Se trataría de *‘signos’ o ‘indicios’ que pueden manifestar que algo es actualmente sensible, o que permiten suponer algo con fundamento* como afirmaba el que fuera catedrático de ecología González Bernáldez, refiriéndose a indicadores.

Para lograr operativizarlo en medidas concretas, tangibles para el ciudadano de a pie y manejables para quienes ejecutan políticas ambientales, se hace necesario desarrollar herramientas acordes con el grado de complejidad que caracteriza las interacciones entre los sistemas ecológico y socioeconómico.

Los indicadores de sostenibilidad se plantean como instrumentos que nos permiten evaluar los avances dentro de la EE con el objetivo de conocer a profundidad la dinámica ambiental en términos físicos. Nos encontramos, por tanto, frente a un proceso de desarrollo conceptual, metodológico e instrumental, que debería tender al establecimiento de una metodología única. Muy lejos de este deseo, hemos comprobado que la diversidad de iniciativas es muy amplia, que su calidad resulta bastante heterogénea y que la falta de consenso es evidente.

La sustentabilidad se debe evaluar no en términos económicos sino a través de una batería de indicadores biofísicos (Martínez Alier , 2004). El uso de indicadores e índices físicos son sumamente ilustrativos para juzgar el impacto de la economía humana en el medioambiente, para Martínez Alier se clasifican como indicadores de (In) sustentabilidad: la Apropiación Humana de Producción Primaria Neta AHPPN, La Huella Ecológica, El Rendimiento Energético de los Insumos de Energía EROI, el Insumo de Materiales por Unidad de Servicio IMPS. Y la Capacidad de Carga. A continuación se hará un breve repaso de ellos.

La Apropiación Humana de Producción Primaria Neta AHPPN, es un índice que proviene de la ecología de sistemas, fue propuesta por Vitousek. La producción primaria neta PPN es la cantidad de energía puesta a disposición de las demás especies vivas. Este indicador se mide en toneladas de biomasa seca, en toneladas de carbono o en unidades de energía. Mientras más elevado sea el índice de AHPPN, menos biomasa hay disponible para la biodiversidad (Martínez Alier , 2004) en síntesis, es un índice para medir la pérdida de biodiversidad.

El Rendimiento Energético de los Insumos de Energía EROI o el Coste Energético de Conseguir Energía (REIE), es el rendimiento energético de conseguir energía, este indicador fue el resultado de la investigación de H. T. Odum. Quien intento responder ¿Existe una

tendencia hacia un incremento en el costo energético de producir energía? Es decir examinar el metabolismo energético de la sociedad humana. Se estima, que en promedio para que una economía sea sustentable, la productividad energética del trabajo humano, debe superar la eficiencia de la transformación de la energía de los alimentos convertida en el trabajo humano. (Martínez Alier , 2004).

Insumo de Materiales por Unidad de Servicio, IMPS. Desarrollado por el instituto Wuppertal. Este índice, suma los materiales utilizados en la producción, se cuentan los minerales portadores de energía, toda la biomasa y todo su ciclo hasta las fases de disposición final o reciclaje. Se mide en toneladas y se compara con los servicios proporcionados. Gracias al concepto de IMPS se introducido la idea de “Mochila Ecológica” que es la cantidad de materiales utilizados en la elaboración de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida (extracción de las materias primas, fabricación, envasado, transporte y tratamiento de los residuos que genera).

La Capacidad de Carga, concepto tomado de la ecología de poblaciones, corresponde a la población máxima de una especie dada que pueden vivir sosteniblemente en un territorio determinado, sin estropear su base de recursos. No obstante en los seres humanos existen dificultades en cuanto al uso exosomático¹² de energía. Para Martínez Alier existen varios argumentos bajo los cuales la Capacidad de Carga es un indicador débil de (in) sustentabilidad. Por ejemplo: el hecho de que este indicador deja de lado los niveles de consumo del ser humano. El cambio tecnológico endógeno que aumenta la producción y por ende aumenta la densidad de la población (Martínez Alier , 2004) por otra parte también

¹²Exosomático: consumo de energía externa utilizada para múltiples actividades, es generada fuera del cuerpo humano; la que se precisa tomar del entorno. Es el consumo de energía para cocinar, calentarse, desplazarse. La leña que quemamos para cocinar, por ejemplo, es energía externa o exosomática.

existen complejas dificultades en cuanto a la medición del comercio internacional de biomasa. Y por último, los territorios ocupados por los seres humanos dependen de factores históricos y políticos más que de factores naturales. (Martínez Alier , 2004). Es decir, dentro de la especie humana la territorialidad se encuentra constituida a través de políticas estatales.

La medición biofísica del impacto ambiental de la actividad humana, en el marco de la sustentabilidad, se puede decir que se constituye en un desafío científico puesto que existen dificultades en cuanto a las metodologías de cálculo, y en mayor profundidad en cuanto a la inconmensurabilidad¹³ de la biodiversidad. No obstante, de los intentos por conocer a profundidad el impacto de actividad del hombre en su medioambiente, la Huella Ecológica ha sido uno de los indicadores de sustentabilidad más difundidos, puesto que es una herramienta ilustrativa donde se puede percibir en términos físicos, el impacto de determinada población en su medioambiente.

Huella ecológica como indicador de sustentabilidad

Constantemente las personas no tienen en cuenta o incluso ignoran que hacen parte de un sistema tan complejo como lo es el planeta Tierra. Tradicionalmente se ha considerado la relación hombre naturaleza, como una relación netamente extractiva sin considerar en ningún momento las repercusiones que tiene la actividad humana sobre la naturaleza; la Huella Ecológica es precisamente un indicador que muestra algunos aspectos importantes de ese impacto generado.

La analogía más pertinente para entender el concepto de HE de forma didáctica es la utilizada por los profesores autores de este indicador, ellos manifiestan que se suponga una población

¹³ Del latín *incommensurabilis*. No conmensurable, que por su valor, significado, trascendencia, o gran magnitud no puede medirse.

dada en una ciudad específica, la cual se encuentre en un territorio dado el cual sirva para la generación de los recursos que consume dicha población, así como para la absorción y asimilación de residuos que se generen. Ahora bien, suponiendo que el territorio de esta población dada sea cubierto por una semiesfera de cristal impenetrable que tan solo permita el paso de la luz. Este territorio hermético, se supone, tiene la capacidad para albergar un número determinado de pobladores, no obstante cualquier persona pensaría que una ciudad en estas condiciones dejaría de funcionar y sus habitantes morirían de hambre y ahogándose. Fenómeno que en términos ecológicos se entiende como la insuficiencia de la capacidad de carga de los ecosistemas ahí contenidos.

Es decir que los ecosistemas no poseen la capacidad material para sostener su forma o estilo de vida. Este ejemplo nos recuerda la vulnerabilidad ecológica permanente de la humanidad.

Asumiendo que nuestra ciudad experimental está rodeada por un paisaje diverso en el que cultivos y pastizales, bosques y humedales (suelos ecológicamente productivos) estuvieran representados proporcionalmente a su abundancia actual en el planeta, y que hubiera disponibilidad de una cantidad adecuada de energía fósil para soportar los niveles actuales de consumo. Por otra parte imaginemos que nuestra semiesfera de vidrio es elástica y extensible. En ese caso la pregunta es: ¿En cuánto debería crecer el hemisferio para que la ciudad en el contenida pueda sostenerse en forma indefinida y basándose exclusivamente en los ecosistemas de suelo y los recursos energéticos existentes dentro de la capsula? En otras palabras ¿Cuál es el área total de tipos de ecosistemas terrestres, necesarios para soportar el conjunto de las actividades sociales y económicas llevadas a cabo por los residentes de la ciudad?

La estimación exacta de esta área, sin dudas, demandaría un proceso de contabilización muy riguroso y específico. No obstante debería ser posible producir una estimación razonable del

área necesaria para que la ciudad en cuestión se mantenga a sí misma. Por definición el área ecosistémica total esencialmente necesaria para la supervivencia de la ciudad corresponde a su *huella ecológica* en el planeta (Wackernagel & Rees, 2001).

La HE es un indicador simple pero bastante amplio que no solo permite estimar los requerimientos mínimos en términos de superficie necesaria para suministrar la materia y energía requerida por una determinada población, sino que a su vez evalúa la sostenibilidad de las actividades humanas y contribuye a la construcción eficaz de conciencia social, así como a la toma de decisiones.

El método de cálculo de la HE propuesto por Wackernagel y Rees, parte del supuesto que cada unidad de materia o energía consumida requiere una cierta cantidad de territorio para ser abastecida y tratar los residuos que se generan. Es por ello, que en el momento de calcular este indicador se estima el área de territorio necesaria para la producción de cada elemento de consumo por persona. La filosofía detrás del cálculo de la HE, considera que utilizar la equivalencia en hectáreas de tierra ecológicamente productiva, permite expresar cuánto de la producción de la naturaleza se está apropiando el ser humano.

Una vez considerados los planteamientos generales del cálculo de la HE es necesario tener en cuenta, para el momento de interpretar los resultados, los supuestos bajo los cuales se desarrolló el indicador:

1. Es posible contabilizar gran parte de los bienes consumidos y parte de los residuos generados.
2. Los flujos de recursos y residuos se pueden transformar en superficie biológicamente productiva necesaria para mantener esos flujos.
3. Los diferentes tipos de superficies biológicamente productivas se pueden expresar en la misma unidad, una vez que han sido normalizadas en función de su productividad. Es

decir, que cada hectárea de cultivos, pastos, etc., puede ser expresada en forma de una hectárea con productividad igual a la media mundial.

4. Dado que diferentes superficies representan usos excluyentes entre sí, y que cada hectárea normalizada representa la misma productividad, estas superficies se pueden agregar. El total obtenido representa la demanda total.
5. El área demandada por el total de la población se puede comparar con la oferta de servicios ecológicos de la naturaleza, que también puede ser expresada en unidades normalizadas de productividad.
6. La HE incluye sólo la superficie ecológicamente productiva para usos humanos, excluyendo por completo desiertos, polos, etc. Se considera por tanto, la superficie terrestre y marina que soporta la actividad fotosintética y la biomasa empleada por los humanos. Se excluyen áreas no productivas y áreas marginales con vegetación no distribuida homogéneamente.
7. El método de la HE asume que las prácticas agrícolas, forestales y ganaderas a gran escala son sostenibles, y por tanto, considera que la productividad del suelo no disminuye con el pasar del tiempo.
8. Considera exclusivamente los servicios básicos que proporciona el entorno: la aportación de energía desde fuentes renovables y no renovables, la absorción de residuos, el sustrato o el suelo necesario para vivir, etc.
9. Intenta no contabilizar dos veces la misma área de terreno si provee dos o más servicios simultáneamente. (cita Warkenagel)

El concepto de HE, a pesar de ser un indicador relativamente nuevo, ha logrado un nivel de difusión importante no solo dentro de la comunidad científica, sino también en los

responsables de la toma de decisiones y consumidores en general. Sin embargo, es difícil que un solo indicador logre recoger de forma eficiente todos los asuntos relacionados a la sustentabilidad. Todos los indicadores están sujetos a algún tipo de limitación. Con el fin de identificar herramientas que puedan complementar su análisis y garantizar su uso de manera adecuada, es conveniente conocer las principales fortalezas, debilidades y críticas de este indicador.

Con relación a los aspectos teóricos del concepto, según Carballo (2006), la Huella Ecológica considera cuatro aspectos fundamentales que la fortalecen como indicador de sostenibilidad: es un indicador de sostenibilidad fuerte, es coherente con las leyes de la termodinámica, reconoce el componente social de la sostenibilidad e incorpora límites ecológicos a la actividad del ser humano. Otra de sus grandes fortalezas, es su capacidad para comunicar resultados, ya que permite definir y visualizar las dependencias del hombre respecto al funcionamiento de los ecosistemas, la claridad y sencillez conceptual de sus resultados favorece la toma de decisiones. Por otro lado, permite realizar cálculos para diferentes comunidades o sectores de una misma sociedad con estilos de vida diferentes, visualizando la inequidad en la apropiación y uso de los ecosistemas. Finalmente, al distinguir diferentes categorías de consumo y superficie apropiada, la HE permite identificar impactos desde distintas áreas, así como la puesta en marcha de acciones en función de cada una de las necesidades detectadas.

Así como el indicador HE ha sido reconocido en muchos aspectos, también es cierto que ha sido objeto de múltiples críticas. Dado el carácter ambicioso del concepto, se ha originado una serie de críticas entorno a la pertinencia de sus planteamientos. Algunos aspectos cuestionados son: el papel desempeñado por el comercio en la HE; el uso de productividad global y no local; la consideración de fronteras políticas y no relacionadas con los

ecosistemas; el hecho de que, de acuerdo al indicador, algunos países industrializados con poca superficie no pueden ser sostenibles; y la aplicación del concepto de Capacidad de Carga a poblaciones humanas (McDonald y Patterson, 2003).

También el indicador es criticado por que excluye, en cierta medida, algunos temas que tienen un impacto ecológico notable, como el consumo de agua, de recursos naturales renovables y no renovables, y algunos tipos de contaminación. Adicionalmente, asume que cada tipo de superficie tiene un único uso, incluyendo sólo la superficie ecológicamente productiva. No obstante, la superficie improductiva puede ser empleada, directa o indirectamente, para usos humanos (Lenzen y Murray, 2001; Lenzen *et al*, 2003).

Entre otros aspectos susceptibles de críticas se encuentran: La carencia de definiciones y metodologías comunes; la inconveniencia de la utilización de la superficie como unidad de medida; la metodología empleada para cuantificar el impacto del consumo de energía, que está exclusivamente centrada en el CO₂, sin considerar otros gases. De igual forma, la HE considera sólo una forma de compensar las emisiones: la capacidad de absorción de los bosques; la utilización de factores de equivalencia para incluir las diferencias entre las productividades biológicas de las distintas superficies a la hora de agregarlas; los criterios de delimitación del ámbito espacial objeto de estudio; el carácter estático del indicador.

A pesar que estas limitaciones son aceptadas por los partidarios de la HE, se considera que la exclusión de estas cuestiones la convierte en un indicador conservador, y aunque no sufre distorsiones que realmente invaliden su análisis, sí se debe reconocer, como lo anota Carballo (2006), que se subestima en gran parte el impacto real de la actividad humana sobre el medioambiente. Algunas de estas limitaciones ya están siendo corregidas en el análisis de la HE. Se abordan ya cuestiones como la inclusión del metano y otros gases de efecto invernadero (Walsh *et al*, 2007), o la diferenciación entre el uso sostenible y no sostenible de

la superficie (Lenzen y Murray, 2001).

Estas observaciones han influido de manera contundente en las visiones que tenían los autores de su propio indicador. Actualmente la HE se centra exclusivamente, por lo menos en teoría, en la contabilización del capital natural y la documentación del “sobre pasamiento” ecológico (Wackernagel, 2004). Sin cambiar la esencia del concepto y el método de cálculo, la formulación actual se centra en el estudio de la capacidad de recuperación de la biosfera, considerando la tecnología existente y la gestión de recursos. Los autores insisten en este cambio, señalando que la HE es una medida del “sobrepasamiento” y no una medida de sostenibilidad ecológica (Wackernagel, 2004).

5.2. Desarrollo de la aproximación al cálculo de la huella ecológica.

5.2.1. Generalidades Metodológicas:

Los principios metodológicos a utilizar en este apartado son los expuestos en el literal cuatro de la presente investigación, premisas que se basan en la metodología de la Huella Ecológica corporativa propuesta por Domenech; como se mencionó anteriormente las pautas metodológicas propuestas por Wackernagel y Rees no son las más adecuadas para aplicarlas al contexto de un campus universitario. De acuerdo con Jorge y Busquets (2002), aplicar la HE a una escala tan reducida puede ser más provechoso al disponer de información más precisa de las variables a analizar, razón por la cual, la metodología general fue modificada de acuerdo a la disponibilidad de información, guardando, desde luego, las bases metodológicas iniciales. En este sentido en la presente investigación se habla de una aproximación a la Huella Ecológica de la Universidad de Nariño porque lo que se emplea es una metodología modificada de acuerdo al contexto y en la que no se consideran todos los posibles impactos considerados en la metodología original propuesta por los autores del indicador.

La aproximación a la HE de la Universidad de Nariño se realizó con base en una metodología propia elaborada con base en diferentes insumos y que se concentra en el análisis de la información local precisa, información que es poca pero suficiente para la realización de una aproximación.

En este capítulo, en principio, se expone de forma resumida la información consolidada. Información que posteriormente será ordenada y procesada para llegar a los resultados propuestos. En segundo lugar se encuentra un apartado en el cual se guiara detenidamente la forma en la que se agrupa, ordena y procesa la información, en tercer lugar se expondrá los

resultados del procesamiento de la información y su consolidación en el indicador de Huella ecológica.

5.2.2. Información consolidada

ESTUDIANTES

1. Información general: conforme a la muestra definida en la metodología de la presente investigación, se encontró que los porcentajes más altos de estudiantes encuestados se encontraron en la facultad de ciencias económicas y administrativas con el 16% y en la Facultad de artes con el 14%, para un total de 35 y 31 estudiantes encuestados respectivamente. El total de estudiantes encuestados fue 223 tal como se había previsto en el cálculo de la muestra.

De esta muestra de estudiantes encuestados se encontró que el 53% pertenecen a semestres inferiores al 5 semestre y el restante 47% a estudiantes de sexto semestre en adelante, es decir que en términos de la cantidad de estudiantes por semestre en el cual cursan, la muestra se calculó de manera equilibrada teniendo en cuenta que para el objetivo de la investigación es más conveniente encuestar a los estudiantes que se encuentran cursando materias puesto que estos asisten de manera constante a la universidad a diferencia de los estudiantes de semestres superiores al décimo semestre cuya asistencia a la universidad es menor. La anterior información fue deducida conforme al [Anexo No 1](#).

2. Hábitos de movilidad: dentro del formato de encuesta, en cuanto a este ítem, el objetivo fue estimar la distancia recorrida por la muestra en cada uno de los estamentos universitarios conforme al medio de transporte utilizado. En principio y para el caso los estudiantes conforme a los resultados de la pregunta A, del ítem 2 se encontró que más del 70

% utilizan un medio de transporte altamente contaminante, sea Motocicleta, Bus urbano o Carro particular que en términos generales, son los que más aportan al aumento de la contaminación ambiental. Tan solo el 5% de los estudiantes encuestados utilizan la bicicleta como medio de transporte.

Tabla 8: Hábitos de Movilidad estudiantes.

2. HABITOS DE MOVILIDAD ESTUDIANTES						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
No. DE ESTUDIANTES	53	12	35	119	4	223
PORCENTAJE	24%	5%	16%	53%	2%	100%

FUENTE: Esta investigación.

En cuanto a las distancias recorridas, correspondiente a las respuestas de las preguntas B, C, y D del apartado 2 de la encuesta, se encontró que los 53 estudiantes que se movilizan a la universidad caminando realizan un recorrido total de 260 Km semanales en conjunto. Los estudiantes que se movilizan en bus urbano recorren 1.160 Km semanales y por su parte los pocos estudiantes que utilizan bicicleta recorren 116 km semanales, el resumen de estos resultados se encuentra en la Tabla No. 9.

Tabla 9 Estudiantes, Distancia recorrida por medio de transporte.

2. 1 DISTANCIA RECORRIDA SEMANALMENTE						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
ESTUDIANTES	53	12	35	119	4	223
Km	260,4	116	334,4	1.160,6	52	1.923,4

FUENTE: Esta investigación.

Las anteriores deducciones se pueden corroborar detenidamente en el [Anexo No. 2](#) de la presente investigación.

3. Consumo de papel: el objetivo en este apartado de la encuesta es calcular la cantidad de papel consumido por la muestra, la totalización de los resultados de las preguntas A, B, C y D de este apartado es la siguiente:

Tabla 10: Estudiantes, Consumo de papel

3. CONSUMO DE PAPEL		
A. NÚMERO DE CUADERNOS POR SEMESTRE		532
B. CONSUMO APROXIMADO EN IMPRESIONES (Pesos)		\$ 5.056.650
C. CONSUMO APROXIMADO EN FOTOCOPIAS (Pesos)		\$ 5.373.400
D. PORCENTAJE APROXIMADO DE FOTOCOPIAS EN PAPEL RECICLADO (Pesos)	21,65%	\$1.163.341

FUENTE: Esta investigación.

PROFESORES:

1. Información general: en este apartado el objetivo fue identificar de manera breve la facultad a la que pertenecen los profesores encuestados, no obstante el cálculo de la muestra ya nos había arrojado el porcentaje de profesores que se debía encuestar por facultad con base a la proporción de la población de cada facultad con respecto al total de docentes. Sin embargo, cabe resaltar que sumando la cantidad de profesores encuestados de la Facultad de Ciencias Exactas, la Facultad de Ingeniería y la Facultad de Artes suman el 43% del total de los profesores encuestados, la cantidad de profesores a encuestar dado por la muestra fue de 23. Los datos consolidados de la información general de los profesores se encuentra en el [Anexo No. 3.](#)

2. Hábitos de movilidad: Al igual que los estudiantes el objetivo de consolidar esta información es calcular la distancia recorrida por la muestra de profesores de acuerdo al medio de transporte utilizado. Según los resultados de la encuesta la información consolidada sobre los medios de transporte utilizados por los docentes es la siguiente:

Tabla 11: Hábitos de movilidad, Profesores.

2.1 HABITOS DE MOVILIDAD PROFESORES						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
No. DE PROFESORES	3	2	4	9	5	23
PORCENTAJE	13%	9%	17%	39%	22%	100%

FUENTE: Esta investigación.

La distancia total recorrida por la muestra de profesores en cada una de los medios de transporte se especifica en la Tabla No. 12 que se presenta a continuación:

Tabla 12: Distancia recorrida por medio de transporte, Profesores.

2. 2. DISTANCIA RECORRIDA SEMANALMENTE						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
PROFESORES	3	2	4	9	5	23
Km	14,8	17,2	48,2	88	28,2	196,4

FUENTE: Esta investigación.

Como se puede observar los hábitos de movilidad de los profesores con respecto a los estudiantes no difieren mucho, la tendencia es igual, pues entre los medios de transporte más contaminantes: bus urbano, carro particular y motocicleta suman más del 50% de los profesores encuestados y el porcentaje de profesores que utilizan bicicleta para movilizarse continúa siendo mínimo.

Con respecto a las distancias recorridas encontramos que los profesores recorren pocas distancias en bus urbano y proporcionalmente los vehículos particulares como carro particular

y motocicleta sumados representan una porción importante de la distancia total recorrida, siendo que estos al recorrer mayores distancias utilizan más combustible y son ecológicamente menos eficientes que el bus urbano que para este caso es menos utilizado pues recorre menos distancia que los vehículos mencionados.

3. Consumo de papel: La cantidad de papel consumido por la muestra de profesores de la Universidad de Nariño, se totalizó en los siguientes resultados fruto de las respuestas de las preguntas A, B, C y D del apartado 3, como se resume a continuación:

Tabla 13: Consumo de papel, Profesores.

3. CONSUMO DE PAPEL		
A. NÚMERO DE CUADERNOS POR SEMESTRE		18
B. CONSUMO APROXIMADO EN IMPRESIONES (Pesos)		\$ 987.502
C. CONSUMO APROXIMADO EN FOTOCOPIAS (Pesos)		\$ 1.015.000
D. PORCENTAJE APROXIMADO DE FOTOCOPIAS EN PAPEL RECICLADO (Pesos)	12%	\$ 121.800

FUENTE: Esta investigación.

Las anteriores deducciones se pueden corroborar detenidamente en el [Anexo No. 3](#) de la presente investigación.

TRABAJADORES:

El apartado de Información general de esta sección se suprimió debido a que la realización de las encuestas a los trabajadores se realizó de manera aleatoria para cada uno de los 13 funcionarios que se debía encuestar independientemente de su área de trabajo o dependencia. Además de que la identificación de las generalidades de esta población no tiene mayor relevancia en la consolidación del objetivo principal de la presente investigación.

2. Hábitos de Movilidad: El objetivo en este ítem fue estimar la distancia recorrida por la muestra en cada uno de los estamentos universitarios conforme al medio de

transporte utilizado. Para el caso de los trabajadores conforme a los resultados de la pregunta A, del numeral 2 se encontró que cerca del 70 % utilizan un medio de transporte altamente contaminante, sea Motocicleta, Bus urbano o Carro particular. Tan solo 2 de los 13 trabajadores encuestados utilizan la bicicleta como medio de transporte, como se puede constatar en la siguiente tabla:

Tabla 14: Hábitos de movilidad, Trabajadores

2.1 HABITOS DE MOVILIDAD TRABAJADORES						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
No. DE TRABAJADORES	2	2	3	4	2	13
PORCENTAJE	15%	15%	23%	31%	15%	100%

FUENTE: Esta investigación.

Tabla 15: Distancia recorrida por medio de transporte. Trabajadores

2. 2. DISTANCIA RECORRIDA SEMANALMENTE						
MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
TRABAJADORES	2	2	3	4	2	13
Km	6,8	17,2	27,6	22,6	7,4	81,6

FUENTE: Esta investigación.

La consolidación de las respuestas de las preguntas B, C, y D del apartado 2 de la encuesta a los trabajadores, se encontró que los 9 trabajadores que se movilizan a la universidad en motocicleta, bus urbano y carro particular realizan un recorrido total de 57,6 Km semanales. Los trabajadores que se movilizan en bicicleta, que son 2, recorren 17,2 Km semanales. Los resultados se ilustran en la Tabla No. 15.

3. Consumo de papel: la cantidad de papel consumido por la muestra de trabajadores de la Universidad de Nariño, se totalizo en los siguientes resultados fruto de las respuestas de las preguntas A, B, C y D del apartado 3, como se resume a continuación:

Tabla 16: Consumo de papel. Trabajadores

3. CONSUMO DE PAPEL		
A. NÚMERO DE CUADERNOS POR SEMESTRE		0
B. CONSUMO APROXIMADO EN IMPRESIONES (Pesos)		\$ 77.400
C. CONSUMO APROXIMADO EN FOTOCOPIAS (Pesos)		\$ 452.250
D. PORCENTAJE APROXIMADO DE FOTOCOPIAS EN PAPEL RECICLADO (Pesos)	60%	\$ 54.270

FUENTE: Esta investigación.

La observación más considerable en cuanto el consumo de papel es posiblemente que los trabajadores son los que consumen la más alta proporción de papel reciclado con respecto a los estudiantes y profesores. No obstante cabe aclarar que los trabajadores encuestados, en cuenta a este apartado respondieron de acuerdo a una estimación de su consumo personal o individual es decir dejando de lado el consumo institucional de papel que se consume en el cumplimiento de sus fines misionales, consumo que se calculó a partir de la compra de papel que realiza la universidad.

Para el primer semestre del 2014, según el plan anual de compras suministrado por la Vicerrectoría administrativa se efectuó la adquisición de 482 resmas de papel carta y 321 resmas de papel oficio que efectivamente se consumieron en su totalidad como lo corroboró la Oficina de Almacén y suministros de la Universidad.

5.2.3. Guía metodológica:

El objetivo de la presente guía metodológica es exponer de forma detallada el tratamiento que se le realizó a la información consolidada para la obtención del indicador. Como se proyectó en la metodología la información necesaria se dividió en 4 subgrupos, a saber: Energía, Movilidad, Bienes y servicios, y Superficie construida. Cabe resaltar que dentro de algunos de estos sub grupos existen más de una variable, cuya información demanda una organización y tratamiento en algunos casos diferente.

Antes de multiplicar cada una de las variables por los factores de equivalencia se debe tener en cuenta también que según la metodología adoptada, en primera instancia se calcularán los consumos totales estimados a la población total según los datos arrojados por la muestra. Para de este modo multiplicar el consumo por el factor de emisión de cada variable. Y obtener así las emisiones de CO₂.

Con las estimaciones de las emisiones de CO₂ totales y el coeficiente de fijación del bosque promedio de la zona, se obtendrá la Huella Ecológica. Vale resaltar que para el presente caso se realizará dicho proceso para las variables de forma individual, con esto se pretende que la aproximación sea más acertada.

5.1.3.1. Energía

En principio es necesario aclarar que el concepto de energía para el presente apartado se referirá exclusivamente al consumo de energía eléctrica que se dispone a través de la empresa que presta el servicio de suministro de energía eléctrica a la Universidad, ya que no existe otro tipo de suministro de energía para la Universidad de Nariño. Para el cálculo de la huella ecológica en un campus universitario el consumo de energía es uno de factores claves, pues

gran parte de las actividades que ahí se desarrollan demandan un alto consumo de energía eléctrica.

Para calcular la cantidad de CO₂ asociado al consumo de energía eléctrica en la universidad de Nariño, además del dato consolidado de la cantidad de energía eléctrica consumida, se necesita calcular el factor de emisión asociado al consumo de energía.

Para calcular este factor es necesario contar con la información más actualizada sobre las emisiones de CO₂ asociadas a la producción de energía, es decir, la cantidad de CO₂ que demanda la industria productora de energía. Para Colombia este dato se encuentra consignado en el informe sobre el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero disponible para el año 2012 (IDEAM, 2015).

Así pues, de acuerdo con el informe de estadísticas energéticas del año 2014 (OLADE, 2014), para el 2013 se reportó un consumo total de 66.61 TWh¹⁴; y las emisiones de CO₂ asociadas a la industria de generación y transformación de la energía para el año 2012 fue de 24.500 Gigagramos¹⁵ de CO₂. Siendo esta la información más actualizada que se pudo obtener se asume un comportamiento sostenido en las emisiones de CO₂ hasta el periodo de la investigación.

De esta manera es posible calcular el factor de emisión de CO₂ asociado al consumo de energía en el país, el cual se sintetiza así:

$$\text{Factor de emisión } \text{Ton CO}_2 / \text{Kwh} = \frac{\text{Emisiones IGTE (Ton CO}_2\text{)}}{\text{Consumo de energía (Kwh)}} \quad (4)$$

¹⁴ TWh: Teravatio-hora, equivalente a 1000 millones Kilovatio-hora kWh.

¹⁵ Unidad de medidad de masa 1 Gg, Gigagramo equivalente a 1.000 toneladas.

En consecuencia el factor de emisión asociado al consumo de energía sería de 0,0003678 Ton CO₂/kWh.

Con este dato es viable calcular las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía de la Universidad de Nariño para el periodo de estudio. La información sobre consumo de energía fue suministrada por la Oficina de servicios generales y mantenimiento, a través de los recibos de la empresa prestadora del servicio. Para el periodo comprendido entre el mes de Enero a Junio de 2014 se efectuó un consumo total de 429.867,12 kWh. En este sentido las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía serían iguales a la multiplicación del consumo por el factor de emisión ya calculado, tal como se estipuló en la [Ecuación No. 2](#). Las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica de la Universidad de Nariño para el periodo A-2014, fueron de:



158.11 Ton CO₂

5.1.3.2. Movilidad

Para conocer las emisiones de CO₂ asociadas a los hábitos de movilidad de toda la población de la universidad para el periodo de estudio se tomará la información recolectada a través de la encuesta que se diligenció conforme a la metodología establecida en el proyecto de investigación. Luego de haberla tabulado y ordenado, se estimó las distancias recorridas por cada medio de transporte, en ese entendido y para que exista mayor rigurosidad en el tratamiento de la información, se calculará en primera instancia las distancias totales recorridas por cada medio de transporte. Valga aclarar que en la encuesta para la obtención de mayor veracidad e imparcialidad se estipuló cinco mecanismos de transporte a saber:

Caminando, Bicicleta, Motocicleta, Bus urbano y Carro particular. Sin embargo al considerar que el aporte de los dos primeros mecanismos para transportarse es casi nulo, las cifras de estos dos medios de transporte no serán objeto de análisis en este punto.

- **Motocicleta:**

Conforme se estipulo en la metodología la muestra fue calculada conforme a la proporcionalidad de las 3 poblaciones que hacen parte de la comunidad universitaria, en ese sentido a continuación se calculará, la distancia recorrida para cada sub población, como el tratamiento de los datos tabulados hasta la obtención del estimado por población total será el mismo, la mecánica será descrita una sola vez.

1. Estudiantes:

La pregunta sobre el número de días por cada semana en los cuales el estudiante se desplaza, en motocicleta, a la Universidad se tabulo de la siguiente manera:

Tabla 17: Movilidad estudiantes, Motocicleta 01.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas
Motocicleta	1	
	2	
	3	1
	4	6
	5	23
	6	5
	Total	35

FUENTE: Esta investigación.

Es decir, uno de los estudiantes encuestados que habitualmente se moviliza en motocicleta respondió que se desplaza a la universidad 3 días por semana. Seis afirmaron que se desplazan cuatro días a la semana y así sucesivamente.

La siguiente tabla muestra que los 35 estudiantes que respondieron utilizar este medio de transporte se desplazan 172 días por semana a la Universidad, y que en consecuencia el promedio de días en los cuales los estudiantes que utilizan motocicleta se desplazan a la universidad es de 4.91 días por semana.

Tabla 18: Movilidad estudiantes, Motocicleta 02

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Motocicleta	1		0	172	4,91
	2		0		
	3	1	3		
	4	6	24		
	5	23	115		
	6	5	30		
Total		35			

FUENTE: Esta investigación.

A continuación se totaliza el resultado de la pregunta sobre el número de recorridos que realiza cada persona por día. Valga aclarar que para la presente sección sobre movilidad, el concepto de *recorrido*, se entiende como la realización de un desplazamiento completo, es decir ida y vuelta. Un recorrido es igual a desplazarse de la casa a la universidad y de la universidad a la casa.

Tabla 19: Movilidad estudiantes, Motocicleta 03.

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas
Moto	1	8
	2	21
	3	3
	4	3
	Total	35

FUENTE: Esta investigación.

Por ejemplo, de la tabla No. 12 se deduce que 8 personas respondieron realizar un recorrido diario. 21 realizan 2 recorridos por día. Así consecuentemente, paso a seguir es la totalización de los recorridos por semana.

Tabla 20: Movilidad estudiantes, Motocicleta 04.

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Moto	1	8	8	71	2,03
	2	21	42		
	3	3	9		
	4	3	12		
	Total	35			

FUENTE: Esta investigación.

En este caso, la muestra de estudiantes que utiliza motocicleta realiza en total 71 recorridos por día en una semana. Lo que en promedio correspondería a 2,03 recorridos diarios en una semana.

En este punto vale recordar que el tratamiento que se le está dando a la información recolectada, se realiza con el fin de obtener la distancia media que recorre cada estudiante de la muestra que se moviliza en motocicleta.

Ahora bien, la distancia como tal se calculó a partir de la respuesta dada por cada estudiante a la pregunta sobre su barrio de residencia, la tabulación a esa pregunta se realizó de la siguiente manera:

Tabla 21: Movilidad estudiantes, Motocicleta 05

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
Parque bolívar	1	4,6	4,6	9,2
Maridiaz	1	1,8	1,8	3,6

La rosa	2	6,2	12,4	24,8
Santa bárbara	3	4,8	14,4	28,8
Miraflores	1	5,9	5,9	11,8
Chapal	1	4,9	4,9	9,8
Altos de la colina	1	2,4	2,4	4,8
Santa clara	1	3	3	6
Villa de los ríos	1	4,5	4,5	9
Centro	1	2,8	2,8	5,6
Quintas de san pedro	2	2,2	4,4	8,8
La minga	2	6,9	13,8	27,6
La aurora	2	2,6	5,2	10,4
Ciudad real	2	3,3	6,6	13,2
Guamuez	1	4,3	4,3	8,6
Nueva aranda	2	5	10	20
Santa Mónica	2	6,4	12,8	25,6
La lomita	1	4	4	8
El tejar	1	6	6	12
La minga	1	7	7	14
Mercedario	1	6,3	6,3	12,6
Chambú	2	7,3	14,6	29,2
Granada	1	4,8	4,8	9,6
Venecia	1	6,2	6,2	12,4
Corazon de jesus	1	4,5	4,5	9
Total distancia trayectos completos				334,4
Promedio trayecto completo				9,6

FUENTE: Esta investigación.

La medición de la distancia entre la Universidad y cada uno de los barrios se calculó a través de la herramienta Google maps.

La anterior tabla nos arroja que la muestra recorre un total de 334,4 Kilómetros. Y en promedio cada uno de los 35 estudiantes que utilizan este medio de transporte recorre 9,6 kilómetros en cada trayecto que realiza.

En ese entendido a continuación se consolida la información para calcular la distancia total teniendo en cuenta el promedio de días en los cuales se desplaza cada miembro de la muestra

y el promedio de recorridos que cada miembro de la muestra realiza por cada día que se moviliza.

Tabla 22: Movilidad estudiantes, Motocicleta 06

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,91
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	2,03
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un estudiante [km].	9,6
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	95,2464793
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1.714,43

FUENTE: Esta investigación.

La distancia media recorrida semanalmente por persona se calculó al multiplicar el promedio de los días por semana que asiste una persona, por el promedio de los recorridos diarios, por la distancia media de un trayecto completo. Que sería igual a la distancia promedio que recorre semanalmente en motocicleta cada una de la personas de la muestra es decir 95,2 Km. Para efectos del presente estudio y el periodo de análisis, el dato más importante hasta este punto es la distancia media recorrida por cada estudiante que se movilizan en motocicleta que es igual a 1.714,4 Km por semestre.

Ahora bien, por consideraciones metodológicas, se entenderá que este tratamiento de la información se realizó de la misma manera para todos los medios de transporte, en ese entendido y para no ser redundantes, a partir de este punto se expondrán los resultados finales más relevantes para la concreción de la información.

2. Docentes:

Como se afirmó anteriormente se intentará tener la mayor claridad posible a partir de que la explicación de la obtención de las distancias totales ya se expuso, por lo tanto se presenta a continuación el resumen de los resultados calculados a partir de los datos consignados en el [Anexo No. 4](#) para los docentes que utilizan Motocicleta:

Tabla 23: Movilidad docentes, Motocicleta 07

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,25
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	3,5
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un docente [km].	12,05
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	179,24375
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	3.226,38

FUENTE: Esta investigación.

Con respecto a la distancia media recorrida por los estudiantes que se movilizan en este medio de transporte podemos observar una evidente diferencia de casi el doble. Diferencia que obedece al hecho de que al realizarse los cálculos con base a los promedios iniciales se puede observar que el promedio de la distancia media semanal de los docentes es de 12,05 y el promedio de los estudiantes es de 9,6 lo que significa que las distancias que recorren los estudiantes son menores a las distancias recorridas por los docentes que se movilizan en motocicleta. También encontramos que los estudiantes en su mayoría realizan menos recorridos diarios que los docentes pues estos últimos, la gran mayoría, realizan entre dos y tres recorridos diarios lo que hace también que la diferencia entre el promedio de recorridos diarios por persona sea mayor en los docentes que en los estudiantes.

La distancia total recorrida por cada docente en una semana es de 179.2 kilómetros, en consecuencia la distancia media recorrida en este medio de transporte por un docente es de 3.226,3 kilómetros semestrales.

3. Trabajadores:

En la siguiente tabla se puede observar los promedios totales y la distancia media semanal y semestral recorrida por la muestra de trabajadores de la Universidad de Nariño. En este caso la distancia media recorrida por un trabajador de la muestra en el transcurso de un semestre fue de 2.870,4 kilómetros cifra que supera la distancia media recorrida por los estudiantes contraste que se explicada por la diferencia entre el promedio de recorridos diarios por persona pues en el caso de los estudiantes es de 2,03 Km mientras que para el caso de los trabajadores es de 4. Lo anterior debido a que casi el 100% de los trabajadores realiza como mínimo 2 recorridos diarios, los cinco días de la semana.

Tabla 24: Movilidad trabajadores, Motocicleta.

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,33
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	4,00
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un Trabajador [km].	9,20
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	159,47
Semanas por semestre	18,00
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	2.870,40

FUENTE: Esta investigación.

La deducción de los anteriores promedios y distancias medias se pueden corroborar conforme al tratamiento de los datos ya estipulado y conforme a los datos consignados en las diferentes

tablas que para el caso de movilidad y específicamente para el medio de transporte, Motocicleta se encuentran en el [Anexo No. 5](#).

- **Bus Urbano:**

Las distancias medias recorridas semestralmente por los tres grupos de poblaciones se han resumido en la siguiente tabla partiendo de que el tratamiento de la información ha sido el mismo para los diferentes medios de transporte, la información se calculó conforme a los datos consignados en los [Anexos No. 6, 7, y 8](#).

Tabla 25: Movilidad Bus urbano.

Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].		
Estudiante	Docente	Trabajador
1.572,87	2.503,11	1.932,30

FUENTE: Esta investigación.

- **Carro Particular:**

De la misma manera, encontramos que en el caso del uso de carro particular por parte de la muestra en las tres poblaciones, las distancias medias son menores que las distancias medias recorridas en los otros dos medios de transporte. Puesto que muy poca parte de la población utiliza este medio de transporte para movilizarse. El tratamiento de la información de esta sección se puede observar en los [Anexos No. 9, 10, y 11](#).

Tabla 26: Movilidad Carro particular.

Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].		
Estudiante	Docente	Trabajador
2.778,75	1.307,58	1.332

FUENTE: Esta investigación.

Hasta el momento las distancias medias recorridas por cada uno de los miembros de las sub poblaciones son las siguientes:

Tabla 27: Movilidad, distancias recorrida por persona.

Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].		
Motocicleta	Estudiante	1714,44
	Docente	3226,39
	Trabajador	2870,40
	Total	7811,22
Bus Urbano	Estudiante	1572,87
	Docente	2503,11
	Trabajador	1932,30
	Total	6008,28
Carro Particular	Estudiante	2778,75
	Docente	1307,58
	Trabajador	1332
	Total	5418,33

FUENTE: Esta investigación.

Valga aclarar una vez más que la estimación de las distancias totales recorridas por la población total se calcula proporcionalmente, a la sub población tomada en el proceso de muestreo, es decir la extrapolación, para mayor consistencia en la aproximación a las distancias, se calculará con base en el tamaño proporcional de cada sub población:

Tabla 28: Estimación distancias totales, Estudiantes.

MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
MUESTRA	53	12	35	119	4	223
PORCENTAJE	24%	5%	16%	53%	2%	100%
POBLACIÓN	1.772	401	1.170	3.979	134	7.457
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1.006,786	1.568,417	1.714,437	1.572,873	2.778,750	8.641,26

Distancia media recorrida en el semestre por muestra [km].	5.3359,659	1.8821	60.005,282	187.171,89	11.115	330.472,83
--	------------	--------	------------	------------	--------	------------

Distancia media recorrida en el semestre por población [km].	1.784.318,277	629.364,112	2.006.544,339	6.258.927,297	371.679,619	1.1050.833,64
--	---------------	-------------	---------------	---------------	-------------	---------------

FUENTE: Esta investigación.

El proceso de estimación de las distancias recorridas por cada población total parte de la distancia media estimada por cada población y cada medio de transporte, es necesario mencionar que para la tabla No. 28, se agregó los medios de transporte que no aportan a la emisión de CO₂, (Caminar, Bicicleta) a razón de que la proporcionalidad de las poblaciones se estimó a partir del uso de los 5 medios de transporte más utilizados, también se agregan como mecanismo de control de cierta población que podría quedar por fuera de la estimación total. La distancia media recorrida por cada estudiante que usa motocicleta se calculó en 1.006,78 kilómetros, distancia que se estimó a la muestra total de 35 estudiantes dando un resultado de 60.005,28 Km. Para el cálculo a la población total se tomó el dato inicial de 1.006,78 kilómetros que corresponde a la distancia media que recorre un estudiantes y se extrapolo a la población total que, dada la proporcionalidad de la muestra, para este caso corresponde a 1.170 estudiantes dando como resultado una distancia de 2.006.544,33 Kilómetros semestrales que se estima recorre la población total de estudiantes que se movilizan en motocicleta. En el mismo sentido se expone en esta tabla las diferentes distancias recorridas por los estudiantes que utilizan los diferentes medios de transporte, para el caso de Bus urbano se estima una distancia total de 6.258.927,29 Km y respectivamente para el uso de Carro particular una distancia total de 371.679,61 Km.

Tabla 29: Estimación distancias totales, Docentes.

MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
MUESTRA	3	2	4	9	5	23
PORCENTAJE	13%	9%	17%	39%	22%	100%
POBLACIÓN	106	71	141	318	177	812
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1.243,2	2.322	3.226,38	2.503,111	1.307,578	10.602,28
Distancia media recorrida en el semestre por muestra [km].	3.729,6	4.644	12.905,55	22.528	6.537,888	50.345,04
Distancia media recorrida en el semestre por población [km].	131.671,096	163.953,391	455.622,026	795.336,348	230.815,872	1.777.398,73

FUENTE: Esta investigación.

Tabla 30: Estimación distancias totales, Trabajadores.

MEDIO DE TRANSPORTE	CAMINANDO	BICICLETA	MOTOCICLETA	BUS URBANO	CARRO PARTICULAR	TOTAL
MUESTRA	2	2	3	4	2	13
PORCENTAJE	15%	15%	23%	31%	15%	100%
POBLACIÓN	66	66	98	131	66	426

Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	12.24,0	2.322	2.870,400	1.932,300	1.332,000	9.680,70
--	---------	-------	-----------	-----------	-----------	----------

Distancia media recorrida en el semestre por muestra [km].	2.448,000	4.644,000	8.611,200	7.729,200	2.664,000	26.096,40
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Distancia media recorrida en el semestre por población [km].	80.219,077	152.180,308	282.182,400	253.279,938	87.297,231	855.158,95
--	------------	-------------	-------------	-------------	------------	------------

FUENTE: Esta investigación.

En resumen las distancias totales por medio de transporte son las siguientes:

Tabla 31: Distancia recorrida por medio de transporte.

MEDIO DE TRANSPORTE	POBLACIÓN	Distancia recorrida en el semestre por población [km].	Distancia total por medio de transporte [km].
MOTOCICLETA	Estudiante	2.006.544,34	2.744.348,76
	Docente	455.622,03	
	Trabajador	282.182,40	
BUS URBANO	Estudiante	6.258.927,30	7.307.543,58
	Docente	795.336,35	
	Trabajador	253.279,94	
CARRO PARTICULAR	Estudiante	371.679,62	689.792,72
	Docente	230.815,87	
	Trabajador	87.297,23	

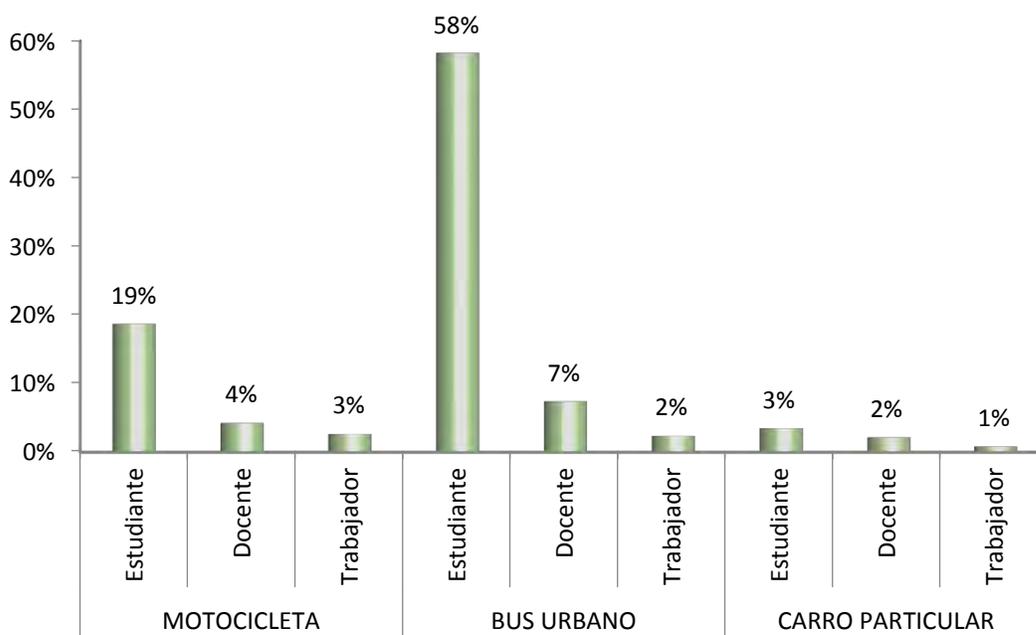
FUENTE: Esta investigación.

Como podemos observar las distancias totales son evidentemente coherentes y proporcionales al tamaño de la población y a los hábitos de movilidad anteriormente expuestos. Es decir el tratamiento de los datos, conforme a este resultado, fue el más acertado pues no existe incongruencia o atipicidad y corresponde a una aproximación real. La distancia total recorrida por la población total, que se estima, se moviliza en Motocicleta fue de 2.744.348,76 kilómetros durante el semestre A del año 2014. La distancia recorrida en Bus urbano se estima

en un total de 7.307.543,58 Kilómetros. Y en ese mismo orden, en carro particular se recorrió aproximadamente 689.792,72 kilómetros.

En términos porcentuales las distancias recorridas por cada población en cada medio de transporte fue la siguiente:

Ilustración 7: participación de cada población en la distancia total



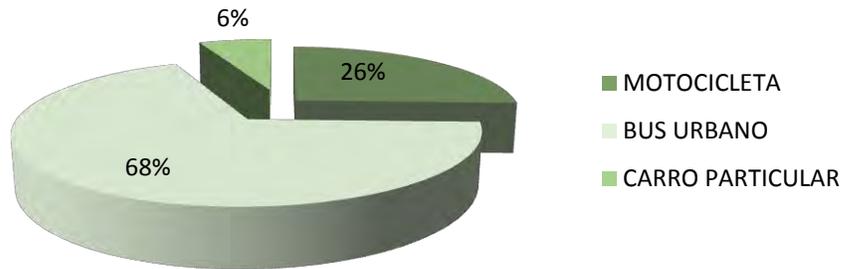
FUENTE:

Esta investigación.

Es claro que quienes más han aportado al total de las distancias recorridas durante este periodo han sido los estudiantes que se movilizan en bus urbano con el 58%, equivalente a 6.258.927,3 kilómetros, le sigue en ese orden el aporte de los estudiantes que se movilizan en motocicleta con el 19%. En tercer lugar está la participación de la distancia recorrida por los docentes que utilizan bus urbano con el 7% de la distancia total. La proporcionalidad de las distancias totales corresponde fielmente al tamaño de cada población, pues como es obvio ni siquiera la sumatoria de la población de docentes y trabajadores se equipara a la población de estudiantes.

Resultado que igualmente se ve reflejado en la participación porcentual de las distancias recorridas por medio de transporte, como se ilustra en la siguiente gráfica:

Ilustración 8: Participación de cada medio de transporte en la distancia total.



FUENTE: Esta investigación.

Emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad por medio de transporte:

Para conocer las emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad de la población de la Universidad de Nariño, es necesario conocer el consumo de combustible por cada medio de transporte dada la distancia recorrida.

De acuerdo con el informe de Transmetro del año 2006 “Calculo de la reducción estimada de emisiones de CO₂ - Barranquilla” es posible calcular el consumo de combustible a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo Combustible} = \text{Km Recorridos} * \text{Rendimiento del combustible} \quad (5)$$

Para el servicio de transporte público, Bus Urbano, se utilizan los rendimientos del informe anteriormente referido. Así, los rendimientos de los combustibles utilizados en esta investigación son:

- Servicio de Transporte público, Bus Urbano:
 - Gasolina: 0,53 Lt/km
 - Diesel: 0,33 Lt/km
- Motocicleta de acuerdo al cilindraje:
 - Gasolina:
 - > 100 CC: 0,026 Lt/Km
 - < 100 CC: 0,32 Lt/Km
- Carro particular de acuerdo al cilindraje:
 - Gasolina:
 - > 1.400 CC: 0,64 Lt/Km
 - 1.400 – 2.000 CC: 0,087 Lt/Km
 - < 2.000 CC: 0,063 Lt/Km

Para tener mayor claridad en el cálculo estimado del cilindraje de los medios de transporte se obtuvo un promedio por tipo de vehículo y por cilindraje. Según los resultados de las encuestas para el caso de las motocicletas se estimó que el 92% de los usuarios de este tipo de transporte utilizan vehículos con cilindraje mayor a los 100 centímetros cúbicos y menor a los 200 cc. Motocicletas que tienen un rendimiento de 0,026 Litros de gasolina por kilómetro recorrido. Igualmente en los vehículos particulares se encontró que el 87% de los vehículos utilizados tiene un cilindraje entre los 1.400 y 1.600 Centímetros cúbicos, para este tipo de vehículo el rendimiento es igual a 0,087 Litros de gasolina por kilómetro recorrido. Por su

parte, gracias a la información disponible en la página web del Sistema Integrado de Transporte Público de la ciudad de Pasto se encontró que el 85% de los vehículos que se usan son buses tipo camión con funcionamiento a diesel marca Mercedes y motor de 3.500 centímetros cúbicos, que tienen un rendimiento de 0,33 litros de combustible por kilómetro recorrido. Los consumos estimados de combustible son los siguientes:

Tabla 32: Consumo de combustible por medio de transporte.

Medio de transporte	Rendimiento de combustible (Lt/Km)	Distancia recorrida (Km)	Consumo de combustible (Lt)
Motocicleta	0,026	2.744.348,76	71.353,07
Bus Urbano	0,33	7.307.543,58	2.411.489,38
Carro particular	0,087	689.792,72	60.011,97

FUENTE: Esta investigación.

Con el consumo de combustible estimado para cada uno de los medios de transporte utilizados, es posible calcular las emisiones de CO₂ asociadas a la movilidad hacia y desde la Universidad de Nariño. De acuerdo con el Informe Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, las emisiones se pueden estimar mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{Consumo de combustible} * \text{Factores de emisión de CO}_2 \quad (6)$$

Los factores de emisión que se utilizaran en la presente sección de la investigación corresponden a los calculados por Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, en el documento de Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto

invernadero¹⁶. Factores que han sido utilizados en diferentes investigaciones sobre emisiones de CO₂.

- Gasolina: 0,0002114 Ton CO₂/Lt
- Diesel: 0,0003 Ton CO₂/Lt

Así pues, las emisiones de CO₂ asociadas a la Movilidad para el primer semestre del año 2014 son las siguientes:

Tabla 33: Emisiones de CO₂, Movilidad.

Medio de transporte	Consumo de combustible (Lt)	Factor de emisión por tipo de combustible (Ton CO ₂ /Lt)	Emisiones de CO ₂ (Ton)
Motocicleta	71.353,06776	0,0002114	15,0840
Bus Urbano	2.411.489,381	0,0003	723,446
Carro particular	60.011,96664	0,0002114	12,686
TOTAL			751,217

FUENTE: Esta investigación.

5.1.3.3. Bienes y servicios.

Las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de bienes y servicios abarcan un abanico muy amplio de variables y en algunos casos variables ultra específicas que demandan contar con equipos especializados y profesionales en cada área para su respectiva contabilización, por lo cual para el presente apartado y teniendo presente que el objetivo de esta investigación es realizar una aproximación, se realizará un acercamiento al consumo real a partir de dos variables las cuales, bajo los criterios de disponibilidad de la información y el aporte a la emisión de CO₂, se consideraron como las variables más relevantes, a saber: Agua potable y

¹⁶http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf

consumo de papel. Por otra parte se reitera la exclusión del cálculo de las emisiones de CO₂ asociadas al desecho de residuos sólidos, por las razones expuestas en la metodología.

1. Agua potable:

Las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de agua potable están principalmente relacionadas con el consumo energético que se realiza tanto en el proceso de potabilización como en el proceso de depuración de las aguas residuales. En ese entendido, es en función de estos datos que se realiza la aproximación a la Huella Ecológica derivada del consumo de agua. Es necesario aclarar que esta estimación es poco real con respecto al verdadero valor o inconmensurabilidad del agua como bien natural, indispensable para la existencia de la vida. No obstante la presente estimación permite realizar una medida objetiva del costo energético del agua potable consumida.

Sobre los dos aspectos: potabilización y depuración de aguas residuales. Se necesita la información sobre los requerimientos energéticos de estos dos procesos, información que la empresa que presta el servicio de suministro de agua potable y alcantarillado no nos pudo suministrar, puesto que manifestaron no tener en su poder aquella información, en ese orden de ideas y conforme a la metodología planteada se ha adoptado los consumos energéticos estándar en el proceso de tratamiento de agua que fueron utilizados en la investigación sobre huella ecológica de la universidad de Santiago de Compostella. Dada la similitud en los procesos que corresponden a mecanismos que en su esencia no se diferencian.

- Potabilización: 0.25 (kWh/m³)
- Depuración = 0.09 (kWh/m³)

Los anteriores datos corresponden, en su orden, a la cantidad de energía que consume el proceso de potabilización por cada metro cubico de agua potabilizada, según el estudio

realizado por la universidad Santiago de Compostella, se entenderá que por cada metro cubico de agua potabilizada se consume 0,25 Kilowatts hora de energía eléctrica. Para el caso del proceso de depuración se consume 0.09 kilowatts hora por cada metro cubico de agua residual depurada.

Recordemos que para obtener las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de Agua potable necesitamos: el consumo total de Agua potable, el factor de emisión asociado al consumo de energía, anteriormente calculado, y los consumos de energía que demandan los procesos de depuración y potabilización.

El factor de emisión anteriormente calculado, asociado a la producción de energía eléctrica es igual a: 0,0003678 Ton CO₂/kWh.

El consumo total de agua potable para el periodo Enero a Junio de 2014 fue de 12.685 m³ para la sede Torobajo de la universidad de Nariño, cabe resaltar que para la obtención de este dato se sumó los consumos facturados mensualmente por la empresa que presta el servicio para los diferentes medidores instalados en esta sede.

En este orden de ideas el cálculo para la obtención de las emisiones totales de CO₂ asociadas al consumo de Agua potable se obtiene de la siguiente manera:

Consumo total de energía en el tratamiento de Agua residual y agua potable:

$$\text{Ct. Energía (kWh)} = \text{Consumo Agua (m}^3\text{)} \times \text{Costos energéticos en el proceso de tratamiento (kWh/m}^3\text{)} \quad (7)$$

Con base en la Ecuación No, 7 se estimó los consumos totales de energía en 3.677,5 kWh para el proceso de potabilización de Agua y en el caso de la depuración se calculó en 1.323,9 kWh.

Consumo que por el momento no se totalizan con el objetivo de calcular las emisiones de CO₂ asociadas a cada proceso.

Ahora bien, con los consumos totales de energía demandados en los procesos de potabilización y depuración ya se puede aplicar el mismo tratamiento utilizado en el cálculo de las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica.

Aplicando la [Ecuación No. 2](#) se encontró que las emisiones totales asociadas al consumo de agua durante el primer semestre de 2014 fueron iguales a 1,84 Ton CO₂. Las cuales se componen de la siguiente manera:

Tabla 34: Emisiones asociadas al consumo de Agua.

Proceso	Ton CO ₂	Porcentaje
Potabilización	1,35	74%
Depuración	0,49	26%
Total	1,84	100%

FUENTE: Esta investigación.

2. Papel.

Para conocer las emisiones de CO₂ producto del consumo de papel es necesario, en primera instancia, estimar el consumo total de papel en peso por cada una de las poblaciones. Si bien las encuestas nos permiten realizar un acercamiento al consumo real de papel es necesario dejar claro que en la mayoría de los casos la población encuestada no contabiliza de manera formal el uso del papel y por lo tanto la información brindada en las encuestas son estimativos de lo que probablemente se usa en un semestre. Así mismo al preguntar, ¿cuánto papel consume?, las personas encuestadas tienden a sesgar la información y dar datos por debajo del consumo real, quizás motivados por la sensación de culpa o remordimiento por el inadecuado y excesivo uso de papel. Este tipo de atenuantes limitan la obtención de un cálculo

completamente real. De este modo se considera que el presente cálculo arrojará cifras subestimadas con respecto al consumo real.

En el apartado sobre consumo de papel para los trabajadores de la universidad se preguntó sobre el consumo individual por fuera del uso institucional, sobre todo del área administrativa de la universidad. Este consumo, el institucional, se contabilizó a través de la información solicitada a la Oficina de Almacén y suministros, quienes se encargan de la administración de este tipo de insumos a las diferentes dependencias.

A continuación se expone la manera mediante la cual, se procesó la información de las encuestas para obtener el consumo de papel por cada población:

Tabla 35: Consumo de Papel, Estudiantes.

ITEM	RESULTADOS MUESTRA	MUESTRA	PROMEDIO POR PERSONA	POBLACION	CONSUMO TOTAL POBLACION
Número de Cuadernos por semestre	734	223	3,29	7.457	24.544,57
Consumo aproximado Impresiones (\$ Pesos)	\$5.578.950		\$25.018		\$186.557.086
Consumo aproximado fotocopias (\$ pesos)	\$6.015.400		\$26.975		\$201.151.739
Consumo aproximado de papel reciclado (\$ pesos)	\$1.302.334		\$5.840		\$43.549.351

FUENTE: Esta investigación.

Los datos recolectados por medio de las encuestas, se extrapolaron por medio del promedio aritmético a la población total. Además los datos recolectados, a excepción del número de cuadernos consumidos, se estimaron en dinero. Pues para la población en general le es más fácil cuantificar su consumo de papel en términos monetarios que en unidades consumidas. Para este apartado, en primera instancia, con los datos estimados de las encuestas se procede a

obtener el consumo de papel en peso. Para la obtención de esta cifra la información recibió el siguiente tratamiento.

Para calcular el peso del total de cuadernos consumidos por la población se asumió un peso medio de 250 Gr por unidad correspondiente al peso de un cuaderno de 5 materias que es el más utilizado por estudiantes universitarios.

Tabla 36: Consumo de papel cuadernos, Estudiantes

Ítem	Consumo población (Unidades)	Peso c/u (Gr)	Peso total (Gr)	Peso (Ton)
Número de Cuadernos por semestre	24.545	250	6.136.141,256	6,136

FUENTE: Esta investigación.

Las cifras correspondientes a las respuestas de las preguntas B, C y D, del apartado sobre consumo de papel, se totalizan en pesos y para la obtención del número de hojas de papel consumidas por cada ítem, se estipulo que en promedio el precio de una fotocopia, una impresión y una hoja reciclable es de 50 pesos. Luego, el cálculo del peso de cada hoja de papel se realizó con base en el gramaje de una hoja de papel tamaño carta cuyo peso es de 75 gramos por cada metro cuadrado de este tipo de papel. Ahora bien, para guardar cierta rigurosidad en el cálculo se asumió que el 60% del consumo corresponde a hojas tamaño carta y el restante 40% a hojas tamaño Oficio. Los cálculos para la obtención del peso total de papel consumido por los estudiantes se resumen a continuación:

Tabla 37: Consumo de papel, Estudiantes 2.

Ítem	Consumo de la población	Numero de hojas	Peso 1 hoja carta (Gr)	60% Tamaño carta	Peso total carta (Gr)
Impresiones	\$186.557.085,87	3.731.142	4,52	2.238.685,03	10.128.224,12
Fotocopias	\$201.151.739,01	4.023.035		2.413.820,87	10.920.570,96

Papel reciclado	\$43.549.351,50	870.987		522.592,22	2.364.303,61
-----------------	-----------------	---------	--	------------	--------------

Peso 1 hoja oficio (Gr)	40% Tamaño Oficio	Peso total Oficio (Gr)	Peso total Oficio + Carta (Gr)	Total (Ton)
5,76	1.492.456,69	8.593.644,7	18.721.868,8	18,72
	1.609.213,91	9.265.938,99	20.186.510	20,19
	348.394,812	2.006.075,79	4.370.379,4	4,37

FUENTE: Esta investigación.

Como podemos observar, el consumo de papel por parte de los estudiantes por concepto de fotocopias, impresiones y papel reciclado es de 43,28 Toneladas de papel a esto sumado el peso total de los cuadernos consumidos, estaríamos hablando de un peso 49,41 Ton de Papel. El aporte más importante en el consumo de papel por parte de los estudiantes se efectúa por cuenta del consumo de fotocopias que asciende a 20,19 Toneladas de papel por semestre.

Ahora bien, el consumo de papel efectuado por los Docentes y trabajadores encuestados se expone en los [Anexos 12](#) y [13](#), información que recibió el mismo tratamiento descrito anteriormente, A continuación se resumen los resultados para las tres sub poblaciones:

Tabla 38: Consumo de papel, por población.

Población	Ítem	Papel (Ton)	Total por población (Ton)
Estudiantes	Cuadernos	6,14	49,41
	Impresiones	18,72	
	Fotocopias	20,19	
	Papel reciclado	4,37	
Docentes	Cuadernos	0,16	8,51
	Impresiones	3,50	
	Fotocopias	3,60	
	Papel reciclado	1,26	
Trabajadores	Cuadernos	0,16	7,69
	Impresiones	3,50	
	Fotocopias	3,60	
	Papel reciclado	0,43	

Total	65,61
-------	-------

FUENTE: Esta investigación.

Así pues, la cantidad total de papel consumido que permitió conocer la tabulación de las encuestas es de 65,61 toneladas de papel por semestre. Sin embargo se consideró que es necesario adicionar a este cálculo una parte importante del consumo institucional, correspondiente al consumo de papel que se realiza fundamentalmente en el desarrollo de las actividades administrativas de la Universidad. Para estimar este consumo se utilizó la información suministrada por la Oficina de Almacén y suministros. El consumo aproximado de papel que se realizó por este concepto asciende a 1.552 resmas tamaño carta y 791 resmas tamaño oficio.

Tabla 39: Consumo Administrativo.

ítem	Número de resmas	Hojas por resma	Total Hojas	Peso (Gr)	Ton
Carta	1.552	500	776.000	3.510.767,17	3,51
Oficio	791		395.500	2.277.309,96	2,28
Total					5,79

FUENTE: Esta investigación.

Como se puede observar en la anterior tabla encontramos que el consumo institucional de papel es de 5,79 toneladas por semestre. En total el consumo de papel para la universidad de Nariño durante el primer semestre del año 2014 fue de 71,40 toneladas de papel.

Siguiendo con la metodología, para conocer las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de papel es necesario calcular el factor de emisión asociado a este consumo. Lo cual demanda conocer la cantidad de energía que se requiere para la producción de una tonelada de papel. Según el estudio del Ministerio de minas y energía “Determinación de la eficiencia energética del subsector Industria de pulpa y papel”, en Colombia este sector gasta aproximadamente 900

Kilovatio-hora por cada tonelada de papel fabricado (SIMEC, 2001). Y conforme al factor de emisión asociado al consumo de energía eléctrica calculado exactamente en la sección [5.1.3.1](#), (0,0003678 Ton CO₂/kWh) el factor de emisión asociado al consumo de papel es igual a 0,331 Ton de CO₂/Ton papel. En este orden de ideas, se aplica el factor de emisión, a la cantidad de total de papel consumido. Con esto se obtiene finalmente las emisiones de dióxido de carbono asociadas al consumo de papel, que son iguales a 23,63 Ton de CO₂.

En la estimación sobre las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de Bienes y servicios, se estipulo las variables: consumo de papel y consumo de agua. El cálculo se realizó de manera independiente para cada variable, y en total se encontró que las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de Bienes servicios fueron de:



25,47 Ton de CO₂

5.1.3.4. Espacio construido

La presente sección tiene como objetivo exponer el mecanismo de cálculo mediante el cual se estimó las emisiones de CO₂ asociadas a la construcción inicial de los edificios o bloques de las instalaciones de la Universidad de Nariño, sede Torobajo para el periodo analizado.

En principio se hace necesario tener en cuenta las siguientes aclaraciones, para conocer las emisiones de CO₂ asociadas al espacio construido es necesario conocer en detalle la cantidad de materiales que se utilizaron en cada construcción sin embargo el presente estudio solo contabiliza el espacio construido en edificios o bloques, puesto que la información suministrada sobre vías y andenes no es suficiente, lo que implicaría realizar una medición

manual de estos espacios, y por otra parte también está el hecho de que la mayoría de materiales que componen una parte importante de las vías construidas, son a base de derivados del petróleo como el asfalto, cuya construcción implica que la superficie construida tenga varias capas con diferentes componentes que en algunos casos son reutilizados, argumentos que impidieron la estimación del cálculo de las emisiones de CO₂ asociado a las vías y andenes.

En segundo lugar, la medición de los materiales necesarios para la construcción de los bloques se realizó con ayuda de un Ingeniero civil, y con base al espacio construido y los planos de construcción del bloque de la Facultad de Ciencias de la salud el cual tiene el promedio más cercano a la media de la cantidad de metros cuadrados edificados por el área construida. Se asume entonces que, en promedio, el resto de edificios utilizan la misma cantidad de materiales por metro cuadrado.

Así mismo, en la práctica, obviamente la cantidad de materiales necesarios para construcción de un edificio son muy diversos, de diferente naturaleza, y demás características, cuya cuantificación minuciosa sería bastante difícil, por lo tanto para la presente investigación se tomó ocho clases de materiales, los cuales son los más importantes o más utilizados, a saber: Ladrillo, cemento, Áridos (Grava, arena, Roca muerta), madera, acero, pintura, PVC, y vidrio. A continuación se muestra un resumen de la cantidad de materiales que, se estima, fueron utilizados en la construcción del Bloque de la Facultad de Ciencias de la salud. Las cantidades de materiales por cada clase, y con su peso por unidad se encuentran en el [Anexo No. 14](#).

Tabla 40: Total cantidad de materiales, Bloque 7.

Clase de material	Cantidad total (Kg)	Total (Kg/M2)
Ladrillo	58.755,58	40,51

Cemento	256.786,95	177,03
Áridos	1.691.199,39	1165,92
Madera	59.583,38	41,08
Acero	32.297,73	22,27
Pintura	337,85	0,23
PVC	204,95	0,14
Vidrio	5.739,84	3,96

FUENTE: Esta investigación.

La cantidad de materiales por cada clase se cuantifica en kilogramos, peso que se divide por la cantidad de metros cuadrados construidos, para así obtener la cantidad de material por metro cuadrado edificado. Para el caso de los materiales áridos utilizados en el bloque 7, correspondiente a la Facultad de Ciencias de la Salud; se encontró que en total se utilizaron 1.691.199,39 Kilogramos de materiales como, grava, arena y roca muerta. Este bloque, según los datos suministrados por la oficina de Planeación de la Universidad, tiene un área construida de 1.450,53 metros cuadrados al dividir esta área entre la cantidad de materiales áridos utilizados encontramos que en promedio se utilizan 1.165,92 kilogramos de materiales áridos por cada metro cuadrado construido. Este tratamiento de la cantidad de materiales se realizó para cada clase de material. Continuando con la metodología, una vez se han calculado los materiales utilizados por metro cuadrado, para conocer la cantidad de CO₂ emitida por el espacio construido es necesario estimar el factor de emisión asociado a la construcción de edificios. Pero antes de poder calcular este factor, además de la cantidad de materiales, es necesario contar con la información sobre la cantidad de energía utilizada para la producción de los materiales, contar con dichos requerimientos energéticos es un trabajo dispendioso y que requiere de tiempo en su investigación, por lo cual, para este apartado de la investigación

se utilizan los requerimientos energéticos calculados en el informe sobre requerimientos energéticos de la Universidad Autónoma de Cataluña. (MIES, 2010).

El factor de emisión de CO₂ asociado a los requerimientos energéticos de los materiales de construcción se realiza con base en los materiales estimados para el área construida del bloque

7. A continuación se muestra los cálculos necesarios para la obtención de dicho factor.

Tabla 41: Factor de emisión de CO₂, Espacio construido.

Clase de material	Total (Kg/M ²)	Energía requerida en la producción de materiales (kWh/Kg)	Energía Consumida (kWh/M ²)	Factor de Emisión (Ton CO ₂ /M ²)
Ladrillo	40,51	0,78	31,50	0,012
Cemento	177,03	2,00	354,06	0,130
Áridos	1165,92	0,03	32,39	0,012
Madera	41,08	0,83	34,23	0,013
Acero	22,27	11,94	265,96	0,098
Pintura	0,23	5,56	1,29	0,000
PVC	0,14	22,22	3,14	0,001
Vidrio	3,96	5,28	20,88	0,008
Total			743,46	0,273

FUENTE: Esta investigación.

Con base en el peso total de cada material utilizado, y los requerimientos energéticos de cada material, se calculó la cantidad de energía consumida por cada kilogramo de material utilizado. Esta energía se multiplica por el factor de emisión asociado al consumo de energía, ya calculado anteriormente (0,0003678 Ton de CO₂/Kwh), por ejemplo en el caso de la madera se encontró que la energía consumida por la utilización de este material en la construcción de este edificio fue de 34,23 kilovatios hora por metro cuadrado construido, que multiplicado por el factor de emisión asociado al consumo de energía equivale a 0,013 toneladas de CO₂ emitidas por metro cuadrado construido. Finalmente la sumatoria de los

factores de emisión asociados a la utilización de las diferentes clases de materiales arroja como resultado el factor de emisión a utilizar para el cálculo de las emisiones totales de CO₂ asociadas al espacio construido para los edificios restantes, en este caso es igual a 0,273 Toneladas de CO₂ por metro cuadrado construido.

En el [Anexo No. 15](#) se puede observar de manera detallada el cálculo de las emisiones de CO₂ para los diferentes edificios de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el primer semestre del año 2014, valga aclarar que contablemente las edificaciones tiene una vida útil de 50 años, en ese sentido dado que el periodo de análisis de la presente investigación es de un semestre, el cálculo total de las emisiones de CO₂ para cada edificio se estimó proporcionalmente al tiempo o periodo analizado en esta investigación. Finalmente, al aplicar el factor de emisión para cada una de las áreas construidas de los edificios, se obtiene la cantidad total de CO₂ emitido por cada edificación, al realizar la sumatoria tenemos el resultado final. La cantidad de dióxido de carbono emitido por la construcción de edificaciones en la universidad de Nariño para el primer semestre del 2014 es igual a:

149,82 Ton de CO₂

5.3. La huella de carbono de la Universidad de Nariño sede Torobajo.

Este capítulo presenta el resumen de los resultados calculados anteriormente para cada una de las cuatro variables estudiadas, la aproximación al cálculo de la huella ecológica de la universidad de Nariño sede Torobajo se realiza con base en la cantidad de dióxido de carbono que se emite en el funcionamiento de la institución durante el periodo estudiado.

5.3.1. Emisiones de CO₂ de la Universidad de Nariño.

En 1998 se realizó el primer estudio sobre huella ecológica en un campus universitario, fue en la universidad de Redlands y se calculó a partir de las emisiones de CO₂ de los materiales más consumidos, el estudio fue una muestra real de la preocupación de las universidades por considerar la importancia del impacto que tiene el desarrollo de sus actividades en el medioambiente. Aquel estudio pionero sentó las bases para que las preocupaciones de la academia se materialicen en su propio entorno, esto es lo que hoy esta investigación también pretende realizar.

El dióxido de carbono, CO₂, tiene la composición química de un átomo de carbono y dos de oxígeno que se forman mediante un determinado proceso químico, fundamentalmente de combustión, en el que junto con el oxígeno, la materia que esté compuesta por carbono, se transforma en energía y residuos, de estos últimos el CO₂ es el más importante y es a la vez el gas de efecto invernadero, que más emite (fruto de sus actividades exsomáticas) el ser humano al medioambiente.

Las emisiones totales de CO₂ de la Universidad de Nariño se calcularon con base en las estimaciones de los consumos totales, de las tres sub poblaciones, para cada una de las cuatro variables analizadas, los resultados fueron los siguientes:

Ilustración 9: Emisiones de CO₂ por variable.



FUENTE: Esta investigación.

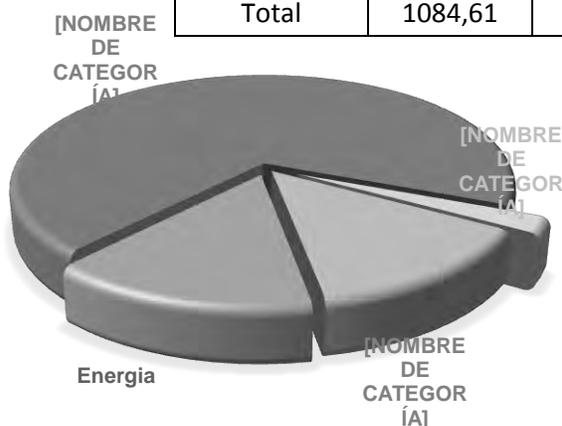
Las emisiones totales de dióxido de carbono equivalen a 1.081,46 toneladas para el primer semestre de 2014, emisiones no naturales que son proporcionalmente mayores a las emisiones naturales. Según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica, de Estados Unidos, las emisiones naturales de dióxido de carbono, del planeta entero, se encuentran entre los 0,2 y 0,3 mil millones de toneladas de CO₂ por año, y por su parte las emisiones no naturales se estiman en 29 mil millones de toneladas de CO₂ por año, fruto de las actividades humanas. (NOAA, 2014).

Tabla 42: Emisiones totales de CO₂

Variable	Ton de CO ₂	Porcentaje	Emisiones Perca pita (Ton de CO ₂)
Energía	158,11	15%	0,018
movilidad	751,21	69%	0,086
Bienes y servicios	25,47	2%	0,003
Espacio construido	149,82	14%	0,017
Total	1084,61	100%	0,125

FUENTE: Esta

investigación.



En la anterior tabla se puede observar que las emisiones no se distribuyen de manera equilibrada entre cada una de las variables analizadas. Se puede afirmar que la variable con mayor impacto en el total de emisiones es la movilidad, es decir los hábitos de desplazamiento, que no son en nada amigables con el medioambiente, son equivalentes al 69%

de las emisiones totales. En su orden de importancia le sigue el consumo de energía eléctrica con el 15%, y exactamente 158,11 Toneladas de CO₂ emitidas. Muy cerca a este valor se encuentran las emisiones por el espacio construido, estimación subvalorada, que representa el 14% de las emisiones totales y por último se encuentra la participación de la variable

denominada Bienes y servicios que es igual al 2%. Esta última, compuesta por las emisiones asociadas al consumo de agua y al consumo de papel. Si bien no tiene un impacto importante frente al total de emisiones, es necesario recordar que el consumo de papel es una de las variables que más subvaloración tuvo puesto que sobre su contabilización inciden varios atenuantes ya aclarados anteriormente, el total de emisiones asociadas al consumo de papel y agua de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el primer semestre de 2014 fueron de 25,47 toneladas de dióxido de carbono.

En términos, por persona, es decir las emisiones per cápita, independientemente del tipo de subpoblación, se contempló una población total de 8.695 personas, con permanencia plena y constante para este periodo. Se estima una media total por persona, de 0,125 Toneladas de CO₂, cifra que en términos numéricos no dice mayor cosa, pero toma importancia en la medida en que cada miembro de la población suma esta cantidad, en esa misma medida toma importancia en términos de volumen. Contempladas las cuatro variables, la huella de carbono per cápita más importante, es la de Movilidad con 0,086 toneladas de CO₂ per cápita durante el semestre analizado. Y por su parte la Huella de carbono con menor participación es, consecuentemente, la que corresponde a la variable denominada Bienes y servicios, que reitero, contabiliza el dióxido de carbono emitido por el consumo de agua y papel.

5.3.1.1. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía.

Evidentemente el consumo de energía eléctrica representa una contribución importante a las emisiones totales de dióxido de carbono, puesto que casi la totalidad de las actividades que se desarrollan en la universidad implican consumo de energía eléctrica, es decir la demanda del fluido eléctrico es constante y existen actividades en las que el consumo de energía eléctrica es

más que indispensable. Dentro de la estimación del consumo para todos los bloques de la Universidad de Nariño sede Torobajo, se considera que el mayor consumo del fluido eléctrico se genera a partir de uso de equipos electrónicos y de laboratorio. Algunos de los indicadores que vale la pena revisar en el comportamiento de esta variable son los siguientes.

Tabla 43: Indicadores, Consumo de energía.

Variable	Consumo Enero - Junio 2014 (kWh)	Consumo por persona (kWh)	Emisiones de CO ₂ por persona (Ton CO ₂)
Energía eléctrica	429.867,120	49,438	0,018

FUENTE: Esta investigación.

El total de las emisiones de CO₂, que corresponden a 0,018 toneladas de dióxido de carbono por persona, equivalen al 15% de las emisiones generadas por la universidad de Nariño durante los primeros seis meses de 2014. En ese mismo sentido podemos destacar el consumo per cápita de kilovatios hora, por parte de cada uno de los miembros de la población de la universidad que es igual a 49,4 kWh. Vale la pena resaltar que dicha síntesis estaría repartiendo de manera equitativa el consumo total entre todos los actores. Hecho que, en cierta medida, hace que el indicador de emisiones de CO₂ per cápita, no revele los comportamientos o fluctuación individuales de actores o sectores poblacionales que contribuyen en diferente medida a las emisiones totales asociadas al consumo de energía eléctrica. En otras palabras, el consumo per cápita, no permite identificar el sector poblacional que más contribuye a las emisiones de CO₂. De igual forma, hubiese sido interesante conocer de cerca el consumo realizado por cada una de las Dependencias o Facultades. Sin embargo no fue posible debido a que la estimación del consumo se realizó a partir de la facturación que realiza la empresa que presta el servicio de energía eléctrica, facturación que se expide conforme a los consumos registrados en dos contadores de energía eléctrica que contabilizan el consumo

independientemente del bloque o la facultad. También es válido aclarar que el consumo per cápita está basado en la estimación realizada para los consumos realizados dentro del periodo mencionado. Es decir dicho consumo per cápita permite, a pesar de que no representa una distribución justa de los consumos individuales, realizar comparaciones que ilustren de forma concreta su magnitud.

El consumo de un kilovatio hora corresponde al consumo que se realiza el mantener encendida un bombillo de 100 Watts de potencia durante 10 horas, es decir el consumo per cápita de energía eléctrica en la Universidad de Nariño para el semestre a de 2014 equivale aproximadamente a que cada miembro de la población mantenga encendida una bombilla de manera continua durante tres horas al día durante seis meses continuos. Lo que es igual al consumo de 49.4 kWh por persona.

5.3.1.2. Emisiones de CO2 asociadas los hábitos de movilidad.

En principio, cabe resaltar que en el presente apartado se expone y explica los resultados fruto de la metodología anteriormente explicada. Esta sección, al tener la mayor cantidad de factores a analizar, fue la sección que mayores dificultades metodológicas presentó, sin embargo los resultados concretos son fruto del trabajo organizado y paciente.

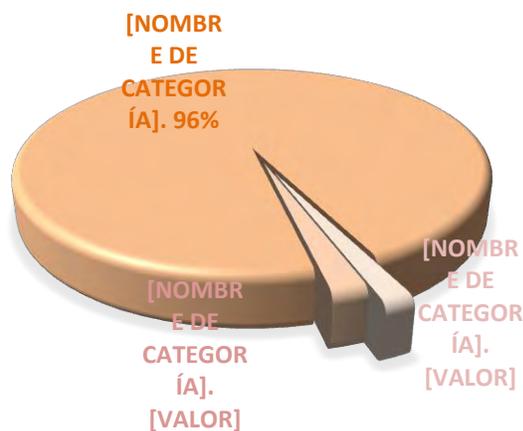
Al inicio de la realización de este apartado se encontró, en primera instancia, constantes dificultades en el momento de la aplicación de la encuesta, puesto que algunas personas no tienen disposición a responder, independientemente de su objetivo, muchas personas, a primera vista lo asumen como algo comprometedor o que va a increpar sus gustos u opiniones personales. Dificultad que implico realizar constantes recorridos por los lugares en los cuales la población se encuentra con más probabilidad de responder.

Ahora bien, superada esta dificultad, el paso a seguir fue la tabulación de las encuestas, es decir organizar de la manera más conveniente los resultados. Estos se organizaron de tal manera que nos permitan estimar la distancia recorrida por tipo de población y por medio de transporte utilizado. Con los datos de las distancias se estimó, los consumos de combustibles por tipo de vehículo utilizado, y finalmente se calculó la cantidad de combustible total que junto con las distancias medias totales para cada población, permitió la obtención de los factores de emisión para cada clase de vehículo y así la obtención de las emisiones de CO₂ de la población total por cada tipo de vehículo utilizado. En ese sentido los resultados por medio de transporte utilizado fueron los siguientes:

Tabla 44: Emisiones de CO₂, Movilidad por medio de transporte.

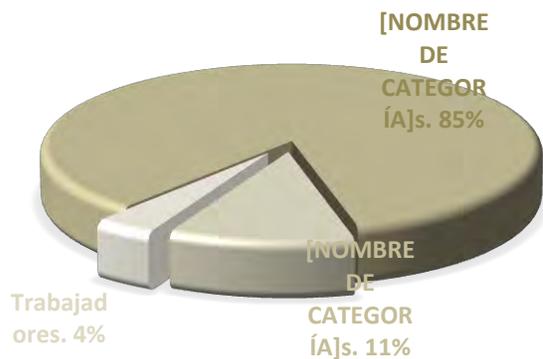
Medio de transporte	Emisiones de CO ₂ (Ton)	Emisiones Per cápita (Ton de CO ₂)
Motocicleta	15,084	0,00173
Bus Urbano	723,447	0,08320
Carro particular	12,687	0,00146
Total	751,217	0,08640

FUENTE: Esta investigación.



Como lo muestra la tabla, las emisiones totales asociadas a los hábitos de movilidad es igual a 751,21 toneladas de dióxido de carbono durante el primer semestre de 2014. La media entre la población total, es decir las emisiones per cápita corresponden a 0,086 toneladas de CO₂ por persona. Evidentemente las emisiones de CO₂ no se distribuyen de manera equilibra, se puede afirmar que de las emisiones totales, la gran mayoría son emitidas por el uso de Bus urbano, pues el consumo de combustible, en los recorridos promedios de la población total, que usa este medio de transporte hacen que sus emisiones aporten un 96% de las emisiones totales. Por

su parte la amplia diferencia con respecto a los demás medios de transporte hace que, estos dos: transporte mediante motocicleta y carro particular, aporten el 2% cada uno al total de emisiones de CO₂.



Ahora bien, desde el punto de vista del aporte de cada sub población a la huella de carbono total por movilidad, encontramos que los estudiantes, al mismo tiempo que son la gran mayoría de la población, en términos de la huella de carbono, aportan el

85% de las emisiones totales. Porcentaje que en cantidad, corresponde a la suma de las emisiones estimadas para el uso de bus urbano, motocicleta y carro particular, realizada por los estudiantes, que equivale a 637,49 toneladas de CO₂. Le siguen el aporte de las emisiones generadas por los docentes con el 11% y por último la población de trabajadores, que obviamente al ser la población con menos integrantes, aporta el 4% de las emisiones totales.

Tabla 45: Emisiones de CO₂, Movilidad por población.

MEDIO DE TRANSPORTE	POBLACIÓN	Consumo de combustible (Lt)	Emisiones de CO ₂ (Ton)
MOTOCICLETA	Estudiante	52.170,15	11,029
	Docente	11.846,17	2,504
	Trabajador	7.336,74	1,551
BUS URBANO	Estudiante	2.065.446,01	619,634
	Docente	262.461,00	78,738
	Trabajador	83.582,38	25,075
CARRO PARTICULAR	Estudiante	32.336,13	6,836
	Docente	20.080,98	4,245
	Trabajador	7.594,86	1,606
Total		2.542.854,42	751,217

FUENTE: Esta investigación.

La anterior tabla, muestra las emisiones de CO₂, por población dado el medio de transporte utilizado, por ejemplo, para el caso de mayor relevancia, los estudiantes que se transportan por medio del servicio de bus Urbano, en conjunto, contribuyen un total de 619,63 toneladas de CO₂ por semestre. Que porcentualmente, con respecto a las emisiones totales, equivale al 82,5%. El siguiente caso, en términos de su impacto, es el de los docentes que utilizan este mismo medio de transporte con un aporte de 78,73 toneladas de CO₂. Equivalente al 10,5 %.

En el caso del uso de motocicleta, quienes más aportan son los estudiantes con 11,02 toneladas de CO₂. Y finalmente con la mínima relevancia se encuentra la contribución de emisiones de CO₂ realizada por los trabajadores que se movilizan en motocicleta, que contribuyen en un 0,2%. Como una conclusión evidente se puede afirmar que en todos los medios de transporte quienes más contribuyen a con las emisiones de CO₂, son los estudiantes.

Vale resaltar que la movilidad, siendo la variable que más contribuye a las emisiones totales de CO₂, es a la vez una variable de baja gobernabilidad para la Universidad de Nariño. Sin embargo es necesaria la construcción de una agenda ambiental al interior de la universidad cuyo impacto, influya no solo en las variables susceptibles dentro de la institución sino también fuera de ella. La política ambiental de la universidad debe estar ligada, en principio, a la sensibilización de todos los actores en torno a la problemática ambiental del uso individual de automóviles, favoreciendo el uso compartido de los medios de transporte privados que se emplean en la movilidad hacia la Universidad.

En esta investigación, el contenido de la encuesta sobre movilidad, también contemplo como medida de control y con el objetivo de abordar todos los hábitos de movilidad, el estimar el uso de la bicicleta y a pie, medios, que la obvia razón no contribuye a dimensionar la huella de

carbono, y por eso no se contemplaron en el análisis. Sobre este aspecto, a continuación se presenta la participación de cada sub población que usa estos medios de transporte:

Tabla 46: Porcentaje de Usuarios, bicicleta y desplazamiento a pie.

Medio de transporte	Población	Número de Usuarios por población
Bicicleta	Estudiante	401
	Docente	71
	Trabajador	41
A pie	Estudiante	1.772
	Docente	106
	Trabajador	66

FUENTE: Esta investigación.

5.3.1.3. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de bienes y servicios (Agua y papel)

En la estimación de las emisiones totales de CO₂, la variable bienes y servicios, contribuye con el 2% y las emisiones ascienden a 25,47 toneladas de CO₂. Si bien, es un porcentaje pequeño, vale la pena analizar detenidamente los dos componentes estimados en esta variable, el consumo de Agua que aporta con 1.84 toneladas de CO₂ y el consumo de papel que aporta 23,63 toneladas.

- **Consumo de Agua.**

Conforme a la metodología planteada para el cálculo general de los consumos de bienes y servicios, se encontró que el consumo de Agua por parte de toda la población para el periodo analizado fue igual a 12.685 M³. Consumo, que contribuye un porcentaje muy bajo en las emisiones de CO₂. Sin embargo, es válido mencionar que estos resultados no reflejan completamente la realidad del contexto analizado, pues los requerimientos energéticos para los

procesos de depuración y potabilización, adoptados no son locales y esto puede llevar a una sub estimación de los impactos generados. Es necesario aclarar que se recurrió a fuentes de información nacionales como el Sistema Único de Información de Servicios Públicos – SUI, con el fin de obtener información local que indicara la demanda de energía eléctrica para la depuración y potabilización de agua, sin embargo, la información disponible encontrada únicamente fue sobre indicadores comerciales y financieros de las empresas prestadoras del servicio. Información específica a cerca de los consumos energéticos para su funcionamiento no está disponible. Es decir, se utilizó los requerimientos energéticos para el tratamiento de agua de una ciudad diferente en donde posiblemente los procesos de depuración y potabilización sean más eficientes que los locales.

Tabla 47: Consumo de Agua por persona.

Ítem	Consumo de Agua A-2014 (M ³)	Consumo de Agua por persona (M ³)	Emisión CO2 Por persona (Kg/CO ₂)
Universidad de Nariño sede Torobajo	12.685	1,46	2,93

FUENTE: Esta investigación.

El consumo de agua por persona, conforme a la anterior tabla, es igual a 1,46 metros cúbicos de agua lo que equivaldría a 1.460 litros de agua por persona, si bien el promedio por persona, desdibuja, la verdadera proporción de quienes utilizan más agua que otros, como por ejemplo el caso de las cafeterías o los laboratorios. A pesar de que la contribución del consumo de agua a las emisiones de dióxido de carbono total es casi insignificante, a nivel individual, el resultado per cápita muestra un alto consumo de agua por persona, 1.460 litros de agua son 5.840 vasos de agua por semestre. Si una persona normal consume 8 vasos de agua diarios se necesitaría dos años completos para consumir toda esa cantidad de agua. Siendo que este consumo se realiza semestralmente significa que cada persona miembro de la población total

de la Universidad está consumiendo, adicional mente al consumo que realiza fuera de la universidad, en cada semestre, un consumo de aproximadamente 30 vasos de agua diarios adicionales a su consumo normal.

Por ultimo vale la pena aclarar que al momento de recopilar la información llama la atención que para toda la sede Torobajo sólo hay un contador o medidor, y que para los meses de Enero a Junio de 2014 se facturó un consumo mensual sostenido a excepción del mes de Junio periodo en el cual empieza el receso académico. Al igual que en el caso de la variable Energía, hablar de unas emisiones de CO₂ per cápita asociadas al consumo de agua sería hablar de un impacto generado de manera equitativa entre los diferentes actores pero sería interesante revisar la participación, tanto en los consumos como en los impactos asociados a estos consumos, de las Facultades, Unidades o Dependencias.

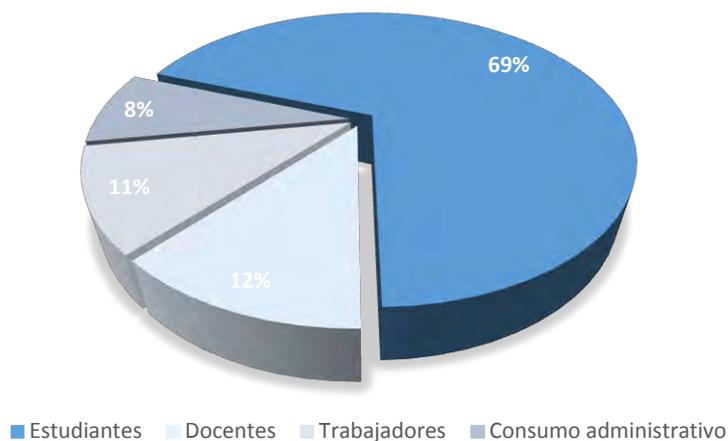
- **Consumo de papel.**

Al igual que las emisiones asociadas al consumo de Agua, las emisiones producto del consumo de papel, siguen teniendo una participación pequeña dentro de las emisiones totales, No obstante las emisiones producto del consumo de papel son aproximadamente veinte veces mayores que las emisiones asociadas al consumo de Agua. En términos reales se estima que se emitieron durante el primer semestre del año 2014. 23,63 toneladas de dióxido de carbono como consecuencia del consumo de papel por parte de la población total de la Universidad de Nariño.

Cabe resaltar que la estimación del consumo de papel se encuentra evidentemente subestimada, por las razones descritas en el apartado sobre la metodología del cálculo de esta

variable. Aun así la cifra permite contrastar la participación de los diferentes actores en la huella de carbono total.

Por población, se encontró que la población con mayor participación sobre las emisiones asociadas al consumo de papel son los estudiantes, con un consumo por persona durante un semestre de 6,6 kilogramos de papel. Que en términos porcentuales se traduce en una participación del 69% de las emisiones totales, en su orden de importancia se encuentra el aporte de los docentes con el 12%. Con el 11% están las emisiones de CO₂ fruto del consumo de papel realizado por los trabajadores, y por último se encuentra la participación de las emisiones producto del consumo de papel que se realiza de manera institucional o más bien producto del desarrollo de las actividades administrativas institucionales.



En la siguiente tabla se puede observar la cantidad de papel consumido, en términos de su peso, teniendo en cuenta que el tratamiento de la información para llegar a las emisiones de CO₂ es un procedimiento estándar para las poblaciones y tipos de consumo, se puede inferir que las variaciones porcentuales en la estimación de las emisiones de CO₂, son equivalentes a las variaciones porcentuales que se dan en el consumo neto, en peso.

Tabla 48: Consumo total de papel.

Población	Tipo de consumo	Papel (Ton)	Total por población (Ton)
Estudiantes	Cuadernos	6,14	49,41
	Impresiones	18,72	
	Fotocopias	20,19	
	Papel reciclado	4,37	
Docentes	Cuadernos	0,16	8,51
	Impresiones	3,5	
	Fotocopias	3,6	
	Papel reciclado	1,26	
Trabajadores	Cuadernos	0,16	7,69
	Impresiones	3,4	
	Fotocopias	3,	
	Papel reciclado	0,43	
Total			65,61

FUENTE: Esta investigación.

El consumo de papel más importante dentro de las sub poblaciones y tipos de consumo, es el correspondiente al consumo de fotocopias que realizan los estudiantes, pues obviamente, no era de esperarse un resultado diferente, los estudiantes al ser la población más numerosa y quienes más demandan este tipo de suministros aportan con un consumo total de 20,19 toneladas de papel por semestre. En ese sentido, ellos son quienes más aportan a las emisiones de CO₂ producto del consumo de papel con el 69%. Por tipo de consumo le sigue el consumo de impresiones por parte de los estudiantes. El consumo más representativo que no corresponda a la subpoblación de estudiantes es el realizado por todos los docentes que consumen fotocopias, consumo que es igual a 3,6 toneladas de papel por semestre.

Ahora bien con respecto a las emisiones totales, y como el dato más relevante en esta sección de la investigación, esta que en promedio cada persona que hace parte de la universidad

genero una huella de carbono asociada al consumo de papel, igual a 2,71 Kilogramos de CO₂ durante el primer semestre de 2014.

5.3.1.4. Emisiones de CO₂ asociadas al espacio construido.

Como se analizó en un principio, las emisiones de CO₂ asociadas al espacio construido en la Universidad corresponden al 14% de las emisiones totales, que en términos reales es igual a 149,82 toneladas de CO₂. Si bien la estimación de este tipo de emisiones se realizó con un alto nivel de rigurosidad, se debe tener en cuenta que al basarse en una medición estándar en uno de los edificios de la Universidad, cabe la posibilidad de haber realizado una sub estimación o sobre valoración de los materiales necesarios para los diferentes edificios. Es válido recordar también que los requerimientos energéticos utilizados para esta aproximación no pertenecen a nuestro contexto y es posible que los resultados se hayan visto afectados.

Los resultados obtenidos denotan la necesidad de considerar por un lado, patrones de construcción amigables con el ambiente en las futuras construcciones que se realicen dentro de la universidad, y por otro lado, reformas en aquellos edificios cuyos impactos sean mayores.

La estimación de las emisiones de CO₂ asociadas al espacio construido fue calculada a partir de la cantidad y el tipo de materiales utilizados en la construcción de los edificios que hacen parte de la universidad. Una vez estimada la cantidad de materiales, de acuerdo a la superficie construida en el campus, fue posible hacer una aproximación de las emisiones de CO₂ asociadas a la construcción inicial de los edificios. Por ultimo cabe aclarar que la estimación supuso una vida útil de las edificaciones de 50 años.

5.3.2. Implicaciones conceptuales de la Huella de Carbono.

Hoy en día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y los bienes que poseemos o utilizamos (bienes de consumo, hogar, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones de CO₂. La huella de carbono, representa una medida de la contribución de las personas, instituciones, organizaciones o países al cúmulo de emisiones no naturales emitidas al medioambiente.

La presente investigación calculó las emisiones de CO₂ equivalentes al desarrollo de las actividades cotidianas dentro de la Universidad. Análisis que abarca los procesos fundamentales del ciclo de utilización (desde la adquisición de las materias primas hasta su gestión como residuo) de cada servicio o bien cuantificado, permitiendo a los consumidores decidir qué actividad, en base a la contaminación generada, resulta más conveniente realizar. En otras palabras la huella de carbono permite identificar que variable, de las que está compuesta, es susceptible de ser modificada para disminuir las emisiones totales.

La medición de la huella de carbono también refleja el grado de responsabilidad directa de cada sub población o de la institución sobre las emisiones de CO₂.

El tema de la responsabilidad de las emisiones propicia un amplio debate, ¿la deuda ecológica de la población evaluada sobre la naturaleza, a quien debe ser cobrada? Sobre este aspecto nos detendremos con el objetivo de determinar qué tanta responsabilidad tiene la universidad, el individuo como tal, o el estilo de vida signado por el sistema de producción.

El calcular la cantidad de CO₂ que generamos producto de nuestras actividades refleja muchos elementos importantes, pero el indicador, al individualizar el peso, desdibuja la responsabilidad directa del estereotipo de vida que se define por los objetivos del sistema de producción. La huella de carbono, su magnitud, se transfigura a un cúmulo de responsabilidad,

un peso, una cifra, que se basa en una breve radiografía de la realidad, magnitud que no representa la compleja trascendencia e importancia de aumentar o disminuir las emisiones de CO₂.

El concepto numérico se transforma en una deuda o una responsabilidad para con el medioambiente, al realizar el cálculo por persona, esta deuda o responsabilidad directa recae sobre el individuo como tal, individuo que se ve desprovisto de opciones mediante las cuales pueda reducir sus emisiones de CO₂, así, a primera vista, la responsabilidad recae directa y exclusivamente sobre el individuo.

La huella de carbono per cápita refleja la responsabilidad no compartida de las emisiones, así las cosas la solución es la reducción individual de las emisiones, si el individuo reduce la totalidad de sus propias emisiones está muy bien por él, pero esto no garantizaría la disminución equitativa de las emisiones de CO₂ del resto de personas.

La reducción de las emisiones de cada individuo, bajo la lógica de la responsabilidad individual, no resolverá el problema de fondo. La naturaleza del problema es común, así como también lo es sus consecuencias y su solución, es para todos. La solución implica una responsabilidad común, compartida, casi indivisible.

Por otra parte está el hecho de que el individuo, con firmes intenciones de reducir su huella de carbono, no tiene otra opción que utilizar el medio de transporte que tradicionalmente utiliza, porque para él, ese es el mecanismo de transporte que más satisfacción le genera con el menor esfuerzo posible, es la decisión que más le conviene. La responsabilidad existe, es real, en apariencia la responsabilidad individual es la más importante, o en otras palabras, es el

individuo como tal, el único responsable de la degradación ambiental, lamentablemente esta lógica superficial en muchos casos es ampliamente aceptada.

Pero detrás de las emisiones individuales existe la máquina que coordina, “de forma racional” la producción. Producción que demanda cierta cantidad de energía y materia prima, para el consumo, supuestamente racional, de cada individuo. Es decir el modelo de producción racional, que formo productores, y consumidores racionales es el principal responsable de la degradación ambiental, que obviamente no tiene nada de racional.

Para esclarecer un poco, tomemos el caso de un individuo clase media-baja que necesita transportarse hasta su sitio de trabajo, por una parte está la lógica de asistir a un trabajo que le permite alimentarse, para producir fuerza de trabajo, para vendérsela a su jefe o patrón, para que este continúe comercializando sus productos, productos que circulan gracias al sistema de producción, sistema de producción que se mueve por el continuo flujo de capital, capital que necesita cada vez más velocidad de circulación (productividad) para cumplir su único fin, la acumulación.

Por otra parte está el lado que más nos interesa en este momento, nuestro individuo toma una buena decisión, utilizar el Bus urbano, al no encontrar otra posibilidad que le brinde mayor bienestar y menor esfuerzo, decide racionalmente, es decir no tiene ninguna responsabilidad, no está obrando mal. Nuestro individuo no tiene más opciones sino utilizar su medio de transporte tradicional y a la vez contaminante. Entonces ¿quién tiene la responsabilidad? ¿Quién o que no puede abiertamente aceptar su responsabilidad cómplice y alcahueta del modelo de vida capitalista? Pues las instituciones, los gobiernos, las ciudades, los estados, las leyes hechas por quienes deciden por las mayorías y las dicen representar.

En última instancia el hablar de la responsabilidad individual con respecto a las emisiones de CO₂ no resolverá el problema generado por la continua producción, el individuo en general procura disminuir su huella de carbono pero se encuentra desprovisto de alternativas que le permitan hacer efectiva su iniciativa.

Es por esto que la reparación de los daños fruto de las emisiones de gases de efecto invernadero, no es solo un tema que debe abordarse en las ciencias ambientales o en la economía, sino también debe abordarse profundamente desde las ciencias políticas.

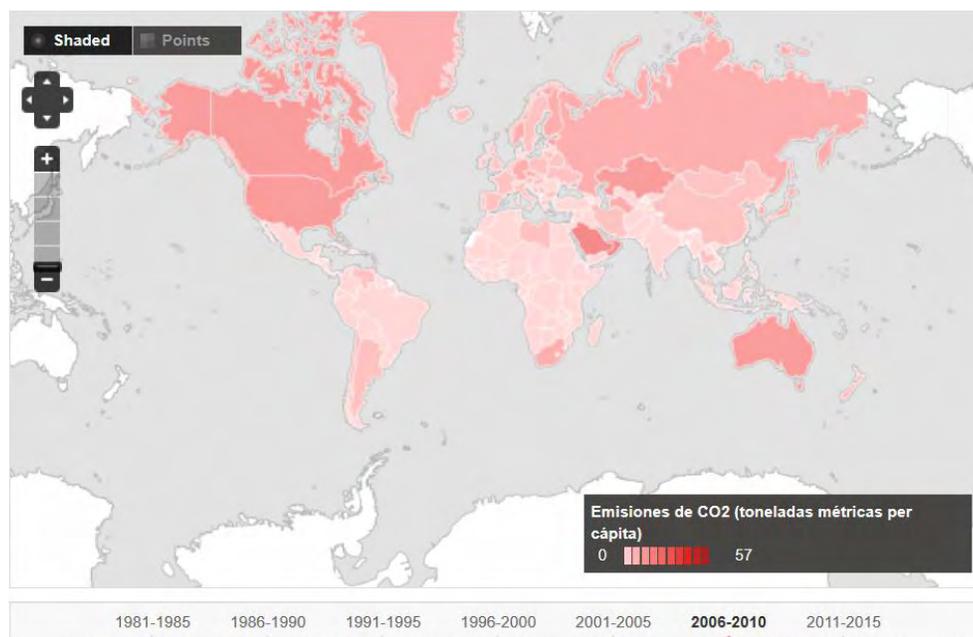
Por lo tanto se deja claridad sobre el hecho de que este cálculo de la huella de carbono per cápita no representa el grado de responsabilidad individual de cada miembro de la población estudiada. Sino más bien refleja el aporte de una institución universitaria cuyo funcionamiento se enmarca dentro del sistema mundo de producción y por ende dentro de los estereotipos culturales del capital.

Cabe resaltar que las anteriores reflexiones, pueden ser objeto de malas interpretaciones, o de creer identificar cierto determinismo, no sin antes aclarar que desde esta perspectiva la solución a la problemática ambiental, y muchas otras, sería cambiar radicalmente el modelo de vida del capital a un modo de vida alternativo, tarea que es evidentemente difícil. Por lo tanto la solución se encuentra en dar pequeños pasos para, por el momento, identificar lo que está mal, estudiarlo y propiciar soluciones pequeñas, al alcance, con miras a la transformación y refundación de los patrones de vida del capital.

El objetivo es tener claridad sobre la responsabilidad directa del modelo de producción, y la complicidad del modelo normativo en la cantidad de emisiones de CO₂ que se emiten fruto del desarrollo del funcionamiento de la Universidad de Nariño sede toro bajo .

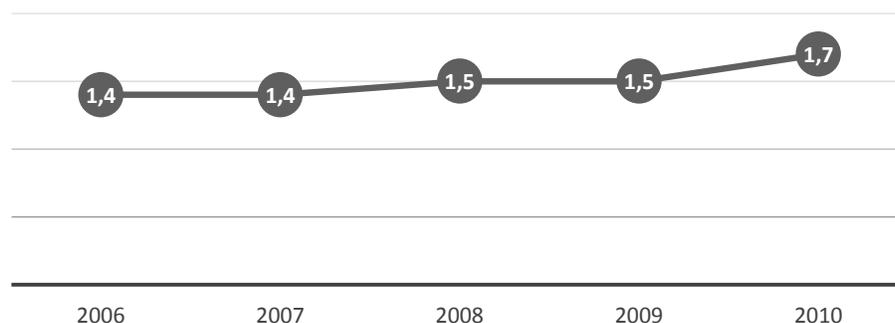
Ya con estas claridades, a continuación se realiza una breve revisión del cálculo de la huella de carbono a nivel internacional, las cifras consolidadas más actualizadas a nivel internacional, las ha realizado el Banco mundial, para el periodo 2006 a 2010, en esta medición encontramos que el país que en promedio tiene el volumen más alto de emisiones per cápita de CO₂ es Qatar, con un promedio de 49,7 toneladas de CO₂ por persona. La media de las emisiones per cápita de la totalidad de países que han reportados sus emisiones es igual a 5 toneladas de dióxido de carbono al año. Es decir una persona promedio en el mundo emite 5 toneladas de CO₂ al año. En el caso de Colombia la huella de carbono per cápita para este periodo (2006-2010) es de 1,5 toneladas de CO₂, muy por debajo de la media mundial, sin embargo los países de la región tienen una huella de carbono promedio igual a 2,8 toneladas de CO₂ por persona. Las anteriores cifras se calcularon a partir de los datos consignados en las bases de datos del Banco mundial. La radiografía sobre las emisiones de CO₂ a nivel internacional, visibilizan el hecho de que los países del Norte, o países con economías fuertes, países con crecimiento económico, con una amplia estructura industrial son los países que más contribuyen a la huella de carbono, mientras que los países del sur, los países atrasados, son lo que menos contribuyen al aumento de las emisiones de CO₂. Por ejemplo está el caso de Uganda, cuya huella de carbono per cápita en promedio para el periodo 2006-2010 es igual a 0,1 toneladas de CO₂, es decir 183 veces menos que la huella de carbono per cápita de un estadounidense.

La siguiente ilustración evidencia la desigual contribución de a la huella de carbono de los países del norte en comparación con los países del sur.

Ilustración 10: Emisiones de CO₂ per cápita. 2006-2010FUENTE: Bancomundial.org¹⁷

Se tomó el periodo 2006-2010 ya que la información para el periodo 2011-2015, reporta datos parciales y para pocos países. En el caso particular de Colombia, para este mismo periodo, encontramos que las emisiones per cápita de CO₂ no tiene una variación muy considerable. Los datos visibilizan una leve tendencia a aumentar. No obstante, la huella de carbono per cápita nacional, es aproximadamente 13 veces menor que la huella de carbono per cápita de Estados Unidos. Información parcial, del banco mundial, indica que para el 2014 la huella de carbono per cápita, para Colombia, es igual a 1,6 toneladas de CO₂.

¹⁷ Mapa original en: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC/countries/1W-ZJ?page=1&display=map>

Ilustración 11: Emisiones Ton de CO₂ per cápita, Colombia.

FUENTE: Elaboración propia, datos: bancomundial.org

En comparación con la huella per cápita nacional para el 2014, la huella de carbono de la universidad de Nariño es menor, para realizar la comparación de manera correcta debemos tener en cuenta que la huella de carbono calculada para la universidad de Nariño fue para un periodo de seis meses, y el dato que se registra en el banco mundial para Colombia es para la totalidad de año 2014 ahora, suponiendo que la huella de carbono del periodo Julio a Diciembre del 2014 de la universidad de Nariño fue igual a la del primer semestre tendríamos que la huella de carbono per cápita anual es aproximadamente 7 veces menor que la huella de carbono per cápita nacional.

La huella de carbono per cápita de la universidad de Nariño para el primer semestre de 2014 fue de 0,125 toneladas de CO₂. Y las emisiones totales fueron de 1.084,71 toneladas de dióxido de carbono.

Si bien, en la misma medida de la comparación anterior, la participación de las emisiones de la universidad de Nariño, son ampliamente menores a las emisiones totales de CO₂ a nivel nacional, esto no significa que la universidad y su funcionamiento estén en un estado óptimo con respecto a sus emisiones de CO₂. La comparación se realizan con el fin de tener una referencia local clara, el hecho de que haya muy poca información e inexistencia de cálculos

regionales de la huella de carbono de instituciones similares imposibilita la obtención de comparaciones contundentes y que den claridad sobre el impacto real de las emisiones asociadas al funcionamiento de la Universidad de Nariño. En el apartado sobre los resultados de la Huella ecológica, que se realiza con base en el cálculo de las emisiones de CO₂, se puede realizar una comparación más ilustrativa puesto que podemos considerar el consumo energético, medido en hectáreas, en comparación con al área de la Universidad de Nariño.

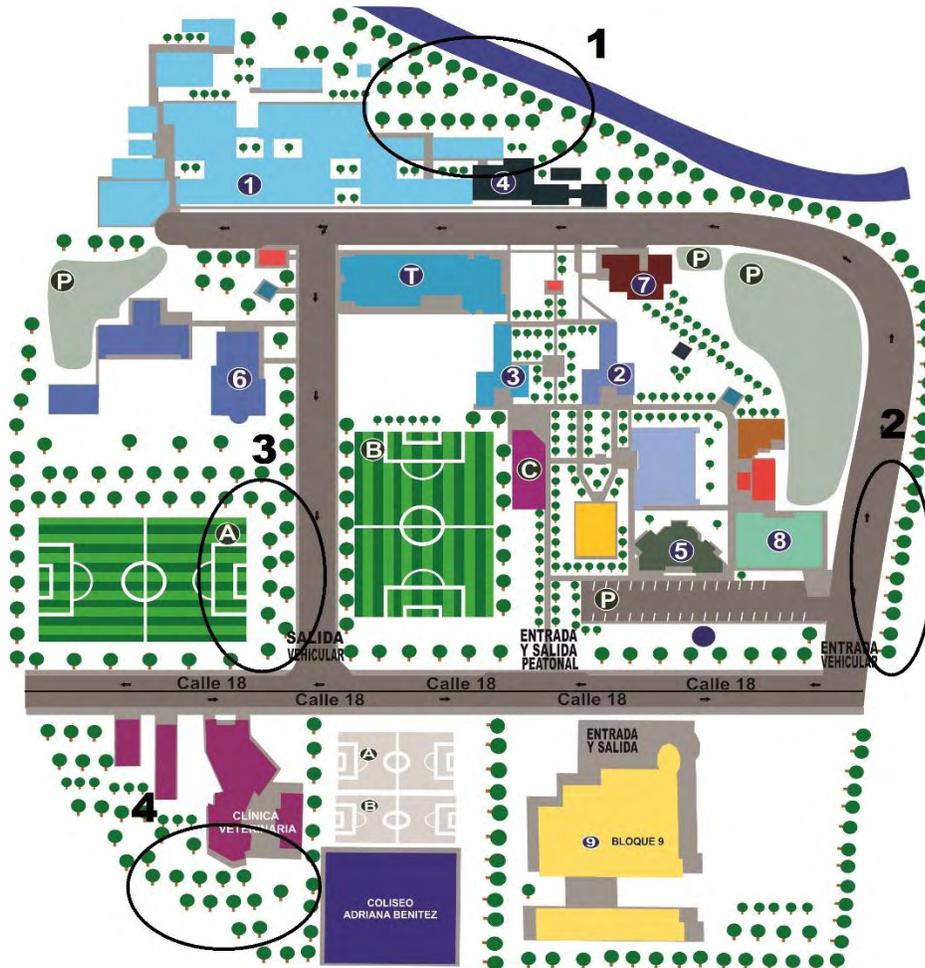
5.4. Coeficiente de fijación por Área Universidad de Nariño.

Al inicio de la metodología propuesta para el desarrollo de esta investigación se expuso que para el cálculo de la huella ecológica son necesarias: por una parte las emisiones totales de dióxido de carbono, y por otra parte la capacidad de fijación del bosque presente en el área no construida de la Universidad de Nariño sede Torobajo.

Así, la presente sección muestra el proceso mediante el cual se obtuvo la segunda variable citada. En principio se planeó la obtención de la capacidad de fijación a través de un trabajo de campo en el cual se debía obtener toda la información sobre las características del bosque, la cantidad de biomasa por hectárea, la tasa de crecimiento de los árboles, el diámetro a la altura del pecho, la altura de los árboles, su especie, entre otros aspectos particulares. El trabajo se inició en compañía de un estudiante de ingeniería agroforestal. Aunque la complejidad de esta iniciativa no permitió realizar el cálculo, es válido exponer esta primera metodología como un insumo para futuras investigaciones.

El primer paso fue contar el número de árboles existentes¹⁸, luego se tomaron cuatro zonas de la universidad, en cada una de ellas se definió dos parcelas de 20 por 25 metros, en el siguiente mapa se pueden observar las zonas seleccionadas.

Ilustración 12: Mapa Universidad de Nariño - cuatro zonas.



FUENTE: Elaboración propia, mapa original: Oficina de Servicios generales y mantenimiento.

El paso a seguir fue medir en cada parcela el diámetro de cada árbol, la altura de pecho y la altura de reiteración que es igual a la longitud entre la base del árbol y su primera ramificación. Con esta medición se calculó la altura total de cada uno de los arboles presentes

¹⁸ Para el conteo de árboles se realizó diferentes jornadas de conteo mediante la división del Área del campus en cuatro partes, en las cuales se realizó varios recorridos, en el [Anexo No. 16](#), se puede observar con mayor detalle el mecanismo mediante el cual se realizó el conteo de los árboles.

en cada parcela. De este punto en adelante se intentó obtener la información sobre la cantidad de biomasa por hectárea y la tasa de crecimiento de los árboles, tarea que significó una de las principales limitaciones al desarrollar esta primera metodología.

Calcular la fijación de CO₂ de los árboles del área de la Universidad de Nariño, es en sí una investigación amplia y compleja que bien puede ser un trabajo de grado par otras disciplinas como la ingeniería agroforestal o ambiental.

Como alternativa se adoptó la siguiente metodología general: dado que la fijación de CO₂ por hectárea es el dato que finalmente permite calcular la Huella Ecológica, esta metodología, se basó en dos datos principales: primero el número de árboles que hay en la sede Torobajo de la universidad y en segundo lugar la cantidad de CO₂ que un árbol promedio capta, *fijación*. Según el conteo realizado en la totalidad del área no construida de la Universidad, actualmente existen 1.942 árboles: y conforme al estudio sobre capacidad de fijación del bosque colombiano, realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente – PNUMA– un árbol colombiano promedio, sin tener en cuenta la especie, fija aproximadamente 12 Kg de CO₂. (PNUMA , 2010). Ahora bien, conforme a la información suministrada por la Oficina de planeación sobre el área de la universidad sin construir es posible realizar una aproximación concreta a la capacidad de fijación de CO₂ por hectárea.

$$\frac{\text{No. de Árboles por hectárea}}{\text{Total hectáreas espacio no construido}} = \text{No. de Árboles} \quad (8)$$

Primero se emplea la ecuación No. 8, para calcular la cantidad de árboles por hectárea. Y con este dato calculamos la fijación de CO₂ por hectárea en un año. Pero como el periodo estudiado corresponde al primer semestre del año 2014, es decir seis meses, dividimos el

resultado entre los dos semestres que componen el año completo, y efectivamente se obtuvo que la fijación de CO₂ durante el primer semestre de 2014 fue, aproximadamente igual a:

1.040,36 Kg de CO₂/Ha

Pese al cambio de la metodología usada en la obtención de este indicador, el dato obtenido corresponde a una cifra consecuente con la capacidad de fijación media de un árbol en el mundo, la cantidad de CO₂ que se fija es, de una u otra manera, la cantidad de CO₂ que absorbe en la tierra, en última instancia, que se acumula en la atmosfera y que aceleradamente contribuye a la modificación de la temperatura media, es decir, acelera el proceso de cambio climático, y principalmente desgasta la tierra. En términos de huella ecológica, el CO₂ que se emite hacia la atmosfera, que acelera el cambio climático y que hace que la vida útil de la tierra se agote, propicia que la tierra, que brinda condiciones de habitabilidad, disminuya.

5.5. Desarrollo de la metodología para la aproximación al cálculo de la huella Ecológica.

En esta sección se abordará el mecanismo mediante el cual las emisiones de CO₂ junto con el coeficiente de fijación de CO₂ que realiza el área que hace parte de la sede Torobajo de la Universidad de Nariño, permiten calcular el número de hectáreas de tierra biológicamente productiva que se desgastan por el funcionamiento de la universidad de Nariño durante un semestre.

Como se especificó en la metodología, exactamente, mediante la [Ecuación No. 1](#). La huella ecológica está dada por la cantidad de dióxido de carbono que se emite por el funcionamiento de la Universidad de Nariño. Sobre la capacidad de fijación de CO₂ que se absorbe por hectárea durante el primer semestre del año 2014.

Ahora bien la aplicación de la ecuación a utilizar, implica conocer las variables: CO₂ emitido por el funcionamiento. Que se obtuvo y se procesó gracias a la información recolectada. Y por su parte la capacidad de fijación de CO₂ del bosque del área de la Universidad. Que pudo, en cierta medida, propiciar una ligera subvaloración o sobre valoración de la Huella Ecológica total, pues al tomar el promedio de fijación de la cantidad de CO₂ que absorbe un árbol promedio colombiano, se está haciendo abstracción de las diferentes particularidades de los árboles que se encuentran en el área de la universidad. Aspecto que pudo influir para que la capacidad de fijación CO₂ que se realiza por hectárea, por un lado puede haber sido mayor, así como pudo haber sido menor. Sin embargo, de momento, no existe una metodología completa y perfectamente acabada como para realizar un cálculo 100% real de la huella ecológica exacta que realiza una persona o una institución. En su gran mayoría las metodologías conocidas permiten realizar una aproximación pues estas, en la mayoría de los casos, exigen la

obtención de datos cuya adquisición implica realizar actividades que bien podrían ser objeto de nuevos procesos de investigación.

La huella ecológica se calculó para cada variable analizada, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 49: Huella ecológica por variable.

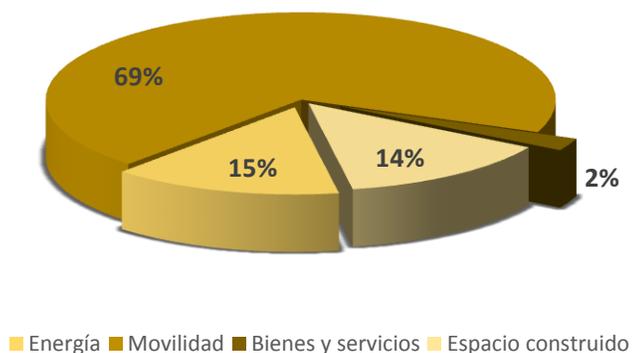
Variable	Emisiones de CO2 (Ton)	Capacidad de fijación (Ton de CO ₂ /Ha)	Huella ecológica (ha)
Energía	158,11	1,04	151,98
Movilidad	751,21		722,07
Bienes y servicios	25,47		24,48
Espacio construido	149,82		144,01
Total	1.084,61		1.042,54

FUENTE: Elaboración propia.

En su orden la HE de mayor proporción con respecto a las demás variables analizadas es la correspondiente a la movilidad, equivalente a 722,07 ha. Es decir el desgaste de la tierra en hectáreas, proporcional al área que ocupa la universidad, asociada a la movilidad de la población que hace parte de la Universidad de Nariño sede Torobajo es igual a 722,07 hectáreas. Que es igual a la huella ecológica de movilidad. En otras palabras, para suplir el desgaste de energía asociado a la movilidad durante el primer semestre del 2014, se requiere aproximadamente 56 veces el área que ocupa la universidad. Con una diferencia muy significativa en segundo lugar se encuentra la HE correspondiente al consumo de energía, igual a 151,98 hectáreas; En términos de CO₂, la HE asociada a la energía consumida es igual 151,98 hectáreas de tierra proporcionales al área de que ocupa la universidad que se necesitarían para la captación de todo el CO₂ que se emite fruto del consumo de energía

eléctrica que realizó la Universidad de Nariño durante el primer semestre de 2014. En su orden le siguen la huella correspondiente al espacio construido, y por último se encuentra la HE asociada al consumo de bienes y servicios.

Ilustración 13: Huella Ecológica por variable.



FUENTE: Elaboración propia.

En términos porcentuales, como se puede observar, la suma de la participación de las variables, energía, espacio construido, bienes y servicios no supera la participación de la movilidad que corresponde al 69% de la HE. La HE total fue de 1.042,54 hectáreas que corresponden a la cantidad de hectáreas que se necesitan para asimilar la contaminación, no natural, que se emitió por el funcionamiento de la Universidad de Nariño durante el primer semestre de 2014.

5.5.1. Huella ecológica de la Universidad de Nariño por poblaciones.

La población total de la Universidad de Nariño para el primer semestre de 2014 fue de 8.695 personas de las cuales el 86 %, corresponden a 7.457 estudiantes. El 9 % siguiente, equivale a 812 docentes que desempeñan sus labores en la sede Torobajo de la Universidad de Nariño. Y por último el 5% correspondiente a 426 trabajadores.

Para encontrar la HE por población se tomó como referente las emisiones de CO₂ correspondientes a cada población dentro de cada una de las cuatro variables analizadas. En el caso de los estudiantes, por ejemplo, se calculó su HE a partir de la sumatoria de las emisiones de CO₂ asociadas a cada una de las cuatro variables analizadas.

En la siguiente tabla, se puede observar el proceso. Para el caso de la movilidad las emisiones totales se tomaron a partir de los cálculos iniciales que se realizaron con la información tomada de las encuestas. Para la obtención de las emisiones de CO₂ por población asociada al consumo de energía se tomó las emisiones totales por persona, y se multiplico por el número de personas que hacen parte de cada subpoblación. Como sabemos la variable bienes y servicios está compuesta por las emisiones asociadas al consumo de Agua y papel. Para el caso del agua el tratamiento fue el mismo que se realizó en el caso del consumo de energía. Por parte del consumo de papel las emisiones de CO₂ por población se tomaron a partir de los datos que se procesaron a partir de la información obtenida en las encuestas. El consumo de papel institucional se pondero a partir del promedio por persona y su multiplicación por el número de personas que hacen parte de cada población. Este mismo proceso se efectuó para conocer las emisiones de CO₂ por población asociadas al espacio construido.

Tabla 50: Huella Ecológica por población en cada variable.

Variable	Población	Emisiones de CO ₂	Huella Ecológica	Porcentaje
Movilidad	Estudiantes	637,50	612,77	59%
	Docentes	85,49	82,17	8%
	Trabajadores	28,23	27,14	3%
Energía	Estudiantes	135,60	130,34	13%
	Docentes	14,77	14,19	1%
	Trabajadores	7,75	7,45	1%
Bienes y servicios	Estudiantes	19,58	18,82	2%
	Docentes	3,17	3,04	0,29%

	Trabajadores	2,73	2,62	0,25%
Espacio construido	Estudiantes	128,49	123,50	12%
	Docentes	13,99	13,45	1%
	Trabajadores	7,34	7,06	1%
Total			1.042,54	100%

FUENTE: Elaboración propia.

Por cada población, dentro de las variables analizadas, se encontró que la HE más grande corresponde a la movilidad realizada por los estudiantes, que corresponde a 612,77 Ha. Es decir que para suplir la demanda de tierra necesaria para captar el CO₂ emitido por la movilidad de los estudiantes, son necesarias 612,77 hectáreas de tierra equivalentes al área donde se encuentra la universidad. Su participación en la HE total es del 59%. Las huellas ecológicas por población más representativas son en su orden la HE fruto del consumo de energía realizado por los estudiantes, con un 13% de la HE total, le sigue la HE asociada al espacio construido correspondiente a la población de estudiantes que tiene una participación del 12 %. Con el 8% se encuentra la participación de las hectáreas de HE propias de la movilidad realizada por los docentes. La HE más pequeña es la efectuada por los bienes y servicios consumidos por los trabajadores que es igual a 2.62 hectáreas.

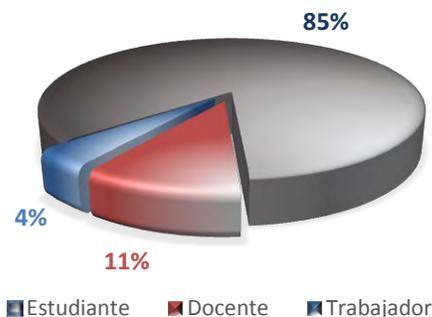
En términos generales las poblaciones tuvieron la siguiente participación en la Huella Ecológica total.

Tabla 51: Huella Ecológica por población.

Población	Emisiones de CO ₂	Huella Ecológica	Porcentaje
Estudiante	921,16	885,43	85%
Docente	117,41	112,86	11%
Trabajador	46,05	44,26	4%
Total	1.084,61	1.042,54	100%

FUENTE: Elaboración propia.

Los estudiantes en total representaron para la HE de la Universidad de Nariño el 85%, la huella ecológica per cápita de esta sub población es igual a 0,12 hectáreas. En el caso de los



docentes su huella ecológica aporta un 11% de la huella total de la Universidad de Nariño, durante el primer semestre de 2014, para esta población la HE per cápita o por persona, es igual a 0,14 hectáreas. Por ultimo en el caso de los trabajadores la HE es igual a 0,10 hectáreas por

persona y esta población aporta el 4% restante de la HE total.

Tabla 52: Huella ecológica per cápita.

Tipo de sub-población	Población	Hectáreas total	Hectáreas Por persona
Estudiante	7.457	885,43	0,12
Docente	812	112,86	0,14
Trabajador	426	44,26	0,10
Total	8.695	1.042,55	0,12

FUENTE: Elaboración propia.

Al dividir la HE total, entre la población total, encontramos que la huella ecológica para el primer semestre de 2014 fue igual a 0,12 hectáreas por persona. Es decir que cada poblador que hace parte de la Universidad de Nariño sede Torobajo, apporto 0,12 hectáreas de tierra biológicamente productiva que se degrada en el funcionamiento de la Universidad durante el primer semestre de 2014. La HE total que corresponde a 1.042,55 hectáreas, indica que para suplir las necesidades de consumo se necesitan aproximadamente 76 veces el espacio de la Universidad. No esta demás tener en cuenta que la HE, así como es una aproximación real, también es un indicador subestimado ya que fueron diversos los inconvenientes a la hora de obtener la información necesaria para su cálculo. Pero, no con esto se puede desconocer que el

indicador permite tener una mirada objetiva de los impactos ocasionados por el funcionamiento de la Universidad.

Es apenas evidente que el espacio disponible que tiene el área de la Universidad de Nariño sede Torobajo es insuficiente para captar las emisiones de CO₂ ocasionadas por su funcionamiento. Según la metodología adoptada esta comparación se denomina como la Capacidad biológica de carga, o *Capacidad de carga*, que hace referencia al máximo consumo por persona que es posible sostener de acuerdo a la superficie disponible, sin alterar su productividad de forma permanente. Según los cálculos realizados, para el caso de la Universidad de Nariño, durante el periodo analizado la capacidad de carga es igual a 0,009 ha/Per cápita. Dato que en otras palabras representaría HE ideal, o en términos de sustentabilidad, representaría la HE límite, bajo el criterio de sustentabilidad fuerte. Para alcanzar esta utópica meta, sería necesario disminuir la huella per cápita catorce veces.

Con el objetivo de dimensionar la huella ecológica calculada, resulta conveniente comparar los resultados obtenidos con el contexto nacional y con las investigaciones realizadas para diversos campus universitarios en el ámbito internacional. Para lo cual, se debe recordar que para comparar los resultados obtenidos a partir de áreas con diferentes características productivas, es necesario multiplicar las huellas obtenidas por un factor de equivalencia, los cuales ya se habían estipulado en la metodología, esta forma de homogenización de las huellas hace que cada factor de equivalencia represente la productividad media global de un área bio-productiva, con relación a la productividad media global de todas las áreas. Al aplicar los factores de equivalencia se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 53: Huella ecológica, hectáreas globales.

Población	Huella Ecológica	Factor de equivalencia (Bosques)	Huella Ecológica (hag)
Estudiante	885,43	1,34	1.186,47
Docente	112,86		151,23
Trabajador	44,26		59,31
Total	1.042,54		1.397

FUENTE: Elaboración propia.

El factor de equivalencia utilizado para la presente investigación es el de capacidad media global de fijación de terreno boscoso, puesto que este es el tipo de ecosistema que se supone asimilará las emisiones de CO₂ correspondientes a la HE de la Universidad de Nariño.

Según la organización internacional Footprintnetwork, cuyo objetivo es realizar los cálculos sobre huella ecológica y biocapacidad para todos los países que se analizan en el informe Planeta Vivo de la WWF. La HE para Colombia durante el año 2012, fue de 1,9 hag per cápita y la biocapacidad del país en ese mismo año fue de 3,6 hag per cápita.

Con respecto a la capacidad biológica de carga, Colombia es uno de los países con mayor capacidad de carga en el mundo, no obstante realizar una comparación de la biocapacidad de la Universidad de Nariño no resulta relevante dadas las diferencias en las extensiones de tierra y sus productividades. La comparación puede resultar engañosa y no permitiría observar si realmente la biocapacidad calculada en esta investigación es demasiado baja para suplir las necesidades del funcionamiento de la Universidad.

Para tener mayor claridad sobre los resultados encontrados y considerando las particularidades del ámbito estudiado, se comparó los resultados obtenidos con investigaciones similares que se han realizado en diferentes universidades a nivel nacional e internacional. En la siguiente tabla se puede observar los resultados de la HE en diferentes campus universitarios.

Tabla 54: Huella Ecológica Universidades.

Universidad	VARIABLES calculadas	Huella Ecológica (hag)	Huella Ecológica per cápita (hag)	Año
Universidad de Redlands (USA)	Energía, transporte, residuos, agua	2.300	0,85	1998
Colorado College (USA)	Alimentación, energía, transporte, residuos, agua, construcción	5.602,6	2,24	2001
Universidad Autónoma de Madrid (España)	Energía, movilidad, papel	4.740,4	0,14	2003
Universidad de Toronto (Canadá)	Alimentación, energía, transporte, residuos, agua, construcción	7.827,3	1,04	2005
Universidad de León (España)	Energía, movilidad, bienes y servicios, construcción	6.646,04	0,46	2006
Universidad de Santiago de Compostella (España)	Energía, transporte, papel, agua, construcción	6.990,88	0,21	2008
Universidad del Valle (Colombia)	Energía, agua, movilidad, espacio construido, papel y alimentación.	8.743,7	0,60	2009
Universidad Santander de Quito (Ecuador)	Residuos, agua, movilidad, energía.	828	0,21	2011
Universidad de Nariño (Colombia)	Energía, movilidad, agua y papel, espacio construido.	2.794	0,32	2014

FUENTE: Elaboración propia.

Para establecer una comparación entre la huella ecológica de instituciones de educación superior emplazadas en diferentes países con condiciones económicas y sociales heterogéneas es preciso hacerlo con las unidades (hectáreas ha) transformadas a unidades homogenizadas (hectáreas globales hag). La huella ecológica per cápita de la universidad de Nariño para el

año 2014¹⁹ fue de 0.32 hag/per cápita, se ubica entre las universidades con menor HE por persona solo detrás de la Universidad Autónoma de Madrid, la Universidad Santiago de Compostela y la Universidad Santander de Quito, en contraposición esta la universidad norteamericana Colorado College que presenta la huella ecológica más alta de los Campus analizados.

A nivel nacional el único referente es el resultado de la HE de la Universidad del Valle que genera una huella de 0.6 hag/per cápita, es relativamente mayor a la generada en la Universidad de Nariño a causa de la diferencia en población, tamaño de la ciudad donde están ubicadas, las actividades que desarrollan y la extensión de sus campus.

El valor total de la HE está determinado por variables y subvariables donde las más significativas son: los factores que la componen donde a mayor número de variables incluidas en la medición, el monto total de la HE será consecuentemente mayor también; el total de población objeto de estudio y la densidad poblacional en los campus; los patrones de consumo y el tipo de institución, ya sea esta de carácter público o privado. En este sentido se concluye que las diferencias en dichas condiciones a escala internacional impiden realizar una comparación objetiva que sitúe al campus Torobajo de la Universidad de Nariño en un contexto real a nivel internacional.

¹⁹ Si bien la investigación efectuó la aproximación al cálculo de la HE para la Universidad de Nariño en un semestre académico, se extrapoló el resultado semestral a una cifra anual entendiendo que los consumos y la población del campus Torobajo no varía significativamente del periodo académico A al periódico académico B. Esta extrapolación fue necesaria para lograr comparar su resultado con la de otros campus que generalmente hacen el cálculo para un año académico.

5.5.2. Resumen aproximación al cálculo de la huella ecológica de la Universidad de Nariño.

Dentro de las diferentes ciencias y disciplinas que estudian el problema civilizatorio actual, se encuentra la Economía Ecológica, rama de la economía que pretende entender el problema ambiental desde la complejidad, desde la interdisciplinariedad, esta ciencia estudia de manera objetiva las relaciones metabólicas existentes entre el desarrollo de las actividades humanas en sociedad y el medio ambiente. Este metabolismo social, dice la economía ecológica, no se puede medir en términos monetarios pues existen en la naturaleza particularidades, inconmensurables, que es imposible darles un valor monetario. Entonces despojándose del paradigma monetarista de la economía tradicional, dentro la Economía Ecológica ha formulado una serie de indicadores biofísicos, en algunos casos llamados, indicadores de Insustentabilidad. Estos permiten visibilizar el deterioro ambiental producto del desarrollo de las actividades humanas en la naturaleza. Esta investigación abordó, la Huella Ecológica, uno de los indicadores más difundidos para mostrar el grado de insustentabilidad, en este caso, de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el primer semestre de 2014.

A pesar de que la falta de información, muy seguramente hizo que los cálculos realizados fueran subestimados, la aproximación a la HE de la Universidad, se realizó de manera paciente, minuciosa y con toda la rigurosidad posible. El cálculo de este indicador de Insustentabilidad se realizó con base en el estudio de cinco variables, a saber: energía, movilidad, agua, papel y espacio construido. Fundamentalmente se encontró los siguientes datos claves a la hora de realizar la aproximación a la Huella Ecológica; las emisiones de CO₂ totales fruto del funcionamiento de la universidad para el primer semestre de 2014 fueron 1.084,6 Toneladas. Y por otra parte el bosque, los árboles que se encuentran en el área de la

Universidad realizan, durante este mismo periodo, una fijación de CO₂ igual a 1,04 Toneladas por cada hectárea que hace parte del área de la sede Torobajo de la Universidad. Finalmente se calculó la cantidad de hectáreas, proporcionales al área de la Universidad de Nariño, necesarias para fijar la totalidad de las emisiones de CO₂ asociadas a su funcionamiento durante el primer semestre del 2014. La aproximación dio como resultado una huella ecológica total de 1.397 hectáreas globales. Lo anterior indica que para el funcionamiento de la Universidad durante un semestre se necesita aproximadamente 102 áreas iguales a la extensión de la sede Torobajo de la Universidad de Nariño, Como es evidente la huella ecológica supera ampliamente los límites de su extensión, y por tanto los impactos negativos generados están siendo trasladados y asumidos por otros territorios.

La Huella ecológica por persona es de 0,16 hectáreas globales. Conforme a la metodología utilizada la aproximación se realizó con base en las emisiones de CO₂. Ahora bien la cantidad de CO₂ que se absorbe o que se fija en la tierra, en última instancia, que se acumula en la atmosfera y que aceleradamente contribuye a la modificación de la temperatura, acelera el proceso de cambio climático, y principalmente desgasta la tierra, en algunos casos se vuelve tierra inhabitable, o se pierde su capacidad bioproductiva. En otras palabras, el CO₂ que se emite hacia la atmosfera, acelera el cambio climático y hace que la vida útil de la tierra se agote, es decir, propicia que la tierra disponible, tierra biológicamente productiva que brinda condiciones de habitabilidad, disminuya.

Es por esto que este indicador biofísico de in sustentabilidad, es uno de los más difundidos, su contundencia radica en la capacidad de visibilizar el problema ambiental con sus diversas implicaciones. Ahora bien, así como la huella de carbono, la huella ecológica simboliza cierto grado de responsabilidad, en este caso concreto, la responsabilidad estará ligada, a primera

vista, al comportamiento individual de cada una de las personas que hacen parte de la población universitaria, estudiantes, docentes y trabajadores, cuyos actos particulares dan fruto a la generación de la huella ecológica. Por otra parte estaría el hecho de que la institución como tal presenta serias deficiencias en cuanto a la existencia de una agenda ambiental ligada a la conservación del campus universitario, asociada a la regulación de algunas prácticas que propiciarían la disminución de la HE. No obstante la solución va más allá de una serie de modificaciones normativas internas, el problema ambiental, al ser un problema común a todos los seres vivos convoca el esfuerzo de abordar, en principio, el conocimiento minucioso de todas las implicaciones científicas y sociales que lo han propiciado. El modelo de producción, los estereotipos de vida del capital, el consumismo, la ciencia al servicio de la acumulación de capital, la tecnificación del conocimiento, la mercantilización del medio ambiente, son algunos de los temas que no solamente deben ser abordados desde las ciencias ambientales o las ciencias exactas sino también desde la Economía, las ciencias sociales y las ciencias políticas.

La esencia de este trabajo radica en la contribución, desde las particularidades de la institución estudiada, al entendimiento del problema ambiental como responsabilidad directa del modelo económico de producción. Y que, en esta materia, el deber fundamental de la academia es ser protagonista del estudio de los diversos componentes de la degradación ambiental, para contribuir a su solución. Es así como esta investigación, pretende fortalecer el pensamiento crítico y ambiental al interior del Programa de Economía, en la Universidad para la Región.

6. Conclusiones y Recomendaciones.

En principio, una de las premisas más relevantes fruto del presente proceso de investigación fue evidenciar como la universidad al ser un sistema integrado dentro de su entorno, se encuentra abierto a la entrada y salida de energía y materiales. Es por esto que el impacto ambiental generado por su funcionamiento se extiende hacia otros territorios.

En otras palabras, es en la biósfera, susceptible a la entrada y salida de energía y materiales, donde se generan diversas relaciones y de diversos tipos entre el exterior de la Universidad y quienes hacen parte de su interior, por una parte: estudiantes, docentes y trabajadores. Y por otra parte la biodiversidad, los pequeños ecosistemas, y los seres vivos que existen en el área de la Universidad y la infinidad de actores externos que interactúan entre sí.

La universidad como espacio de formación, no solamente en la profesionalización sino también en la formación de seres humanos como consta en su misión institucional, debe ser protagonista de los procesos ambientales que propicien la convivencia responsable del campus con su entorno. Es por esto que la academia debe asumir y dar un respaldo total a las iniciativas que propicien una disminución del impacto ambiental generado por la institución lo cual implica asumir el problema ambiental como una política institucional prioritaria, si bien, la Universidad marca profundamente a cada una de las personas que hace su paso por ella, la Universidad también deja una marca en el entorno en el que se ubica. Es por esto que se hace necesario que institucionalmente se forme seres humanos y profesionales que irradien ideas ambientalmente responsables en el entorno en el que se desenvuelvan luego de su paso por la Universidad.

La Huella ecológica no es solo una cantidad de tierra adicional que se desgasta por el funcionamiento institucional, sino también es la deuda ecológica de las muchas generaciones

de jóvenes que se han instruido aquí y que no han aportado nada para que su deuda ecológica con el entorno que los formó, disminuya. Es ahí donde se debe actuar institucionalmente para que esta contradicción sea corregida.

Con estas precisiones, a continuación se expone una serie de conclusiones y recomendaciones a partir de los resultados obtenidos en la aproximación de la Universidad de Nariño sede Torobajo para el año 2014:

CONCLUSIONES GENERALES.

- La Huella ecológica como indicador de In-sustentabilidad ambiental permite identificar la presión que ejerce una población determinada sobre el medio ambiente. En términos pedagógicos su sencillez y la contundencia de sus resultados permite visibilizar e identificar las variables más importantes sobre las cuales se debe priorizar la atención y propiciar soluciones que permitan mitigar o contribuir a la disminución del impacto ambiental generado por el funcionamiento de la Universidad. La filosofía detrás del cálculo de la HE, considera que utilizar la equivalencia en hectáreas de tierra ecológicamente productiva, permite expresar cuánto de la producción de la naturaleza se está apropiando el ser humano.
- Institucionalmente incursionar en el cálculo de este indicador ambiental no solo representa una gran herramienta para la planificación ambiental, sino también un desafío en la construcción de una serie de indicadores que permitan guiar la planificación ambiental como una política institucional. La inexistencia de una política o agenda ambiental al interior de la Universidad, es posible obedezca al desconocimiento o a la poca importancia que se le ha dado a esta temática desde la academia, o por otra parte puede obedecer a la falta de identidad institucional de la comunidad Universitaria, a la falta de sentido de pertenencia de la población con la Universidad y su

responsabilidad en el deterioro ambiental que genera su funcionamiento. Este trabajo de investigación al ser pionero en este campo propicia entonces que se desarrollen investigaciones similares encaminadas hacia la consolidación del pensamiento ambiental como prioritario y que se concrete no solo a través de las reformas curriculares, o desde la academia sino también desde la administración institucional.

- Aunque los resultados de esta investigación son una aproximación y tiene algunas limitaciones metodológicas, la Huella ecológica es una herramienta útil para conocer la presión sobre la oferta ambiental disponible por parte de los actores que habitan el Campus Universitario. Se reconoce que esta primera aproximación es susceptible a correcciones que permitan la obtención de mejores y más amplios datos, lo cual puede ser objeto de futuras investigaciones promovidas por las autoridades universitarias. La subestimación del cálculo, tanto de la Huella de carbono como de la Huella ecológica obedece a diferentes especificidades de la estimación que se identifican a lo largo de la investigación, fundamentalmente la subvaloración de las variables se debe a la falta de información, a la falta de estudios sobre el inventario biofísico del campus universitario. Se hace necesario que la política institucional en materia ambiental se concrete no solo a partir de la ejecución de plan de desarrollo 2008-2020, sino también mediante la creación de una agenda ambiental que propicie la investigación y estudio del deterioro del medioambiental.
- Los principales resultados de la investigación muestran que la Universidad de Nariño sede Torobajo necesitaría una extensión de 1.042,54 de bosque similar al existente en su área para asimilar las emisiones de CO₂ generadas, o lo que es igual 75 veces la extensión ocupada por el Campus Universitario de Torobajo.
- Para la población universitaria, conocer los resultados de la HE de su Campus le

permite entender que los impactos de las actividades que se desarrollan en su interior superan los límites de su extensión, y por tanto los impactos generados están siendo asumidos y trasladados hacia otros territorios. Conocer estos resultados le permitirá a la comunidad tomar conciencia ambiental como seres vivos que hacen parte del Campus, así como visibilizar la responsabilidad que tiene la Universidad en términos institucionales. Por lo tanto es necesario que de la mano con la concientización ambiental de la población, existan medidas coercitivas mediadas conforme a un ordenamiento legal que al interior del campus permita priorizar la problemática ambiental en todas las esferas de la Universidad y que también permita enaltecer el buen comportamiento ambiental e identificar y sancionar las conductas y comportamientos impropios en materia ambiental.

- Uno de los datos más notables de este estudio es el correspondiente a la movilidad, las emisiones provenientes del consumo de combustibles fósiles asociados a la movilidad constituyen más de la mitad del total de emisiones de la totalidad de las emisiones calculadas, la movilidad, aporta el 69%, sin embargo no es un dato sorprendente puesto que uno de los principales responsables de las emisiones de CO₂ en el mundo desarrollado y subdesarrollado es el transporte, además el uso masivo del transporte motorizado tanto público como privado incluye problemas adicionales como la ocupación de zonas verdes, la contaminación acústica y visual. Vale resaltar que la movilidad, siendo la variable que más contribuye a las emisiones totales de CO₂, es a la vez una variable de baja gobernabilidad para la Universidad de Nariño. Como es obvio la capacidad normativa de la Universidad no tiene la potestad necesaria para cambiar el sistema de transporte de la ciudad.

La actividad que se encuentra en el segundo lugar, por su aporte a la huella ecológica, es el consumo de energía, esta variable representa el 15% de la Huella. El consumo per

cápita de energía eléctrica en la Universidad de Nariño para el semestre A de 2014 equivale aproximadamente a que cada miembro de la población mantenga encendida una bombilla de manera continua durante tres horas al día durante seis meses continuos. Lo que es igual al consumo de 49.4 kWh por persona. Esta variable debe ser prioritaria a la hora de proyectar la disminución de la HE, a diferencia de la variable movilidad, esta variable, es susceptible de ser disminuida a través de diferentes estrategias, una es por ejemplo la implementación de un programa de difusión de los niveles de consumo de energía eléctrica, para así concientizar a la población universitaria. Estrategia que no garantizaría resultados 100% favorables, y por otra parte está la estrategia de la implementación de un proyecto de infraestructura mediante el cual la universidad reemplace, la infraestructura tradicional de abastecimiento de energía eléctrica, por un sistema autónomo de suministro de energía de carácter renovable, que como lo ha implementado la Universidad tecnológica de Pereira, permita el suministro de energía eléctrica a través de paneles solares. Que en términos ambientales propicie la disminución sustancial de la huella ecológica de la Universidad de Nariño y garantice una disminución de los costos ambientales y económicos que genera el consumo tradicional de energía eléctrica.

- A pesar de que la contribución del consumo de agua a las emisiones totales de dióxido de carbono es casi insignificante, a nivel individual, el resultado per cápita muestra un alto consumo de agua por persona, 1.460 litros de agua son 5.840 vasos de agua por semestre. Si una persona normal consume 8 vasos de agua diarios se necesitaría dos años completos para consumir toda esa cantidad de agua. Siendo que este consumo se realiza semestralmente significa que cada persona miembro de la población total de la Universidad está consumiendo, adicional mente al consumo que realiza fuera de la

universidad, en cada semestre, aproximadamente 30 vasos de agua diarios adicionales a su consumo normal.

- Según la tabla No. 47 existe una correlación positiva entre el nivel de ingresos y la HE, es decir, que conforme un país es más rico mayor será su impacto en el medio ambiente.
- La medición biofísica del impacto ambiental de la actividad humana, en el marco de la sustentabilidad, se puede decir que se constituye en un desafío científico puesto que existen dificultades en cuanto a las metodologías de cálculo, y en mayor profundidad en cuanto a la inconmensurabilidad de la biodiversidad. No obstante, de los intentos por conocer a profundidad el impacto de actividad del hombre en su medioambiente, la huella ecológica es uno de los indicadores de sustentabilidad más difundidos, puesto que es una herramienta ilustrativa donde se puede percibir en términos físicos, el impacto de determinada población en su medioambiente. La Huella Ecológica considera cuatro aspectos fundamentales que la fortalecen como indicador de sostenibilidad: es un indicador de sostenibilidad fuerte, es coherente con las leyes de la termodinámica, reconoce el componente social de la sostenibilidad e incorpora límites ecológicos a la actividad del ser humano. Otra de sus grandes fortalezas, es su capacidad para comunicar resultados, ya que permite definir y visualizar las dependencias del hombre respecto al funcionamiento de los ecosistemas, la claridad y sencillez conceptual de sus resultados favorece la toma de decisiones. Por otro lado, permite realizar cálculos para diferentes comunidades o sectores de una misma sociedad con estilos de vida diferentes, visualizando la inequidad en la apropiación y uso de los ecosistemas. Finalmente, al distinguir diferentes categorías de consumo y superficie apropiada, la HE permite identificar impactos desde distintas áreas, así como la puesta en marcha de acciones en función de cada una de las necesidades detectadas.

- El plan de desarrollo institucional 2008-2020 aborda de forma muy somera la problemática ambiental, y no existe un plan de acción que permita solucionar los problemas presentes o reaccionar frente a afectaciones futuras. Es preciso establecer un plan de acción preventivo antes que curativo frente al deterioro ambiental y un uso eficiente de la partida presupuestal asignada en dicho plan de desarrollo.
- El deterioro ambiental y las investigaciones y acciones frente a él son abordadas por un conjunto multidimensional del conocimientos; en el plan de desarrollo 2008-2020 se menciona a una unidad ambiental de la Universidad que trabaja mancomunadamente con departamentos pertinentes como: Biología, Química, Ingeniería agroforestal, Ingeniería ambiental, licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y medio ambiente, sin embargo como lo demuestra esta investigación la economía, como también las ciencias políticas, son ciencias que juegan un papel muy relevante en el entendimiento, diagnóstico y solución del deterioro ambiental, al ser este un problema propio del modelo de producción y sus consecuencias un problema distributivo. En ese entendido la Unidad ambiental de la Universidad de Nariño debe tener la interdisciplinaria como principio. Ahora bien el programa del plan de desarrollo 2008-2020, ya está en marcha, a la fecha debería estar en firme el proyecto consolidado, no solo de la Unidad ambiental, sino también, la implementación de postgrados afines al tema medioambiental, sin embargo actualmente no existe ninguna iniciativa concreta en la que se pretendan hacer realidad lo planeado en el mencionado documento.
- La presente investigación permitió, no solo la cuantificación de la degradación ambiental del funcionamiento de la Universidad de Nariño, sino también entender la profunda importancia de estudiar rigurosamente el problema ambiental, El problema ambiental

como consecuencia del modelo de producción. Tener claridad sobre la crisis civilizatoria actual, implica reconocer que el deber-ser de metabolismo entre la naturaleza y el ser humano, su funcionamiento óptimo, cuyo resultado no sea la disminución de la esperanza de vida y de trascendencia de los seres vivos en la Tierra. Será posible, solo con la transformación radical del modelo de producción del capital. Eso implica, en principio el reconocimiento de la responsabilidad directa del sistema capitalista como el origen de deterioro ambiental, en una segunda instancia, este cambio paradigmático demanda que la ciencia que pretende resolver los problemas de la escases y la distribución de los recursos naturales, asuma como propio el problema ambiental, es por esto que la Economía como ciencia debe estudiar a profundidad el problema ambiental, y así difundir, e irradiar el pensamiento ecológico que propicie pequeños cambios sustanciales que lleven a que las próximas generaciones tomen conciencia del problema ambiental desde la academia, para la transformación del funcionamiento de la sociedad.

- La huella Ecológica de la universidad de Nariño sede Torobajo debe disminuir. Los resultados son evidentes, es irracional pensar que para el funcionamiento de la Universidad de Nariño durante un semestre se degradó aproximadamente 75 áreas de tierra biológicamente productiva iguales al área que ocupa la Universidad de Nariño sede Torobajo. Para su disminución son válidas diferentes estrategias. Finalmente, si bien el alcance de esta investigación es ambicioso a continuación se realizan algunas recomendaciones concretas que se encuentran al alcance de la institución.
- La implementación de la cátedra de Economía Ecológica, como parte integral de la formación del economista. Y no solo en el Programa de Economía, la formación en temas ambientales debe implementarse en todos los currículos académicos, esto

permitirá profesionales ambientalmente más conscientes con comportamientos más sostenibles no solo al interior de la Universidad.

- La puesta en marcha de las diferentes iniciativas consagradas en el Plan de Desarrollo 2008-2020. Así como la formulación de una agenda ambiental a interior de la Universidad que proyecte la implementación de las buenas prácticas ambientales como una política institucional. Los estudiantes no solo aprendemos los conocimientos que nos imparten en la Universidad, también aprendemos y adoptamos algunos comportamientos habituales en ella, por tanto, si convivimos en un campus ambientalmente responsable, las probabilidades que un egresado implemente las buenas prácticas aprendidas en la Universidad son mucho mayores. No obstante la responsabilidad no terminará una vez definida su política ambiental. El verdadero reto estará en poner en marcha los lineamientos definidos en esa política a través de acciones concretas que permitan reducir los impactos generados en el ambiente.
- Se recomienda darle continuidad a este tipo de investigaciones contando con una serie de indicadores que permitan una evaluación dinámica a través del tiempo de los niveles de sustentabilidad ambiental. Una base de datos de indicadores ambientales permite a la Universidad conocer su evolución respecto a los diferentes impactos generados, así como tomar correctivos en aquellos impactos que no hayan evolucionado. Esta batería de indicadores es una herramienta que debe ser construida con toda la población universitaria, en ese entendido se hace necesario que la gestión ambiental universitaria se articule y coordine entre las diferentes universidades, si bien la Huella Ecológica no es un indicador perfecto, por sus inconvenientes en la subvaloración de algunos impactos y la sobrevaloración de otros, este debería formar parte de la conjunto de indicadores ambientales de la Universidad.

- Se recomienda concentrar esfuerzos para la formulación de los respectivos estudios, diseños y demás preparativos para la realización de un proyecto de infraestructura cuyo objetivo sea dar viabilidad a la implementación de un sistema autónomo de suministro de energía eléctrica, que como se mencionó anteriormente, ya está en marcha en la Universidad Tecnológica de Pereira, donde el 70% de la demanda de energía eléctrica se suple a través de paneles solares. Iniciativa sustentable, que disminuiría en un 15% la huella ecológica de la Universidad de Nariño, y que a largo plazo representaría un ahorro muy significativo en términos económicos y ambientales.
- Incentivar el uso de la bicicleta y la movilidad a pie hasta la Universidad, como estrategias saludables no solo con el medio ambiente sino con la salud personal de la población universitaria. Es válido mencionar, que promover el uso de la bicicleta debe ir acompañado de acciones eficaces que le garanticen al individuo la seguridad de su medio de transporte y la disponibilidad de vías.
- Se recomienda, con respecto a la disminución del impacto del consumo de papel, se incentive de forma coercitiva mediante el recurso jurídico pertinente, el consumo de papel reciclado así como la elaboración de informes, trabajos, oficios, evaluaciones y demás, imprimiendo en las dos caras de la hoja de papel, medida que técnicamente disminuiría la huella ecológica asociada al consumo de papel en un 50%, y también se recomienda el respectivo reconocimiento de la ardua labor de reciclaje que realizan dos personas, miembros de la tercera edad, que se encargan del reciclaje del papel y algunos residuos sólidos al interior de la Universidad.
- La reducción de impacto de las emisiones de CO₂ asociadas a la construcción o el espacio construido hace necesario que las nuevas construcciones que se hagan al

interior de la Universidad sean “amigables” con el medio ambiente tanto en sus patrones de construcción como en su funcionamiento. El impacto asociado a la construcción es sin duda uno de los indicadores más subestimados en la presente investigación, pues no se consideran los andenes y las vías ni todos los posibles materiales necesarios en la construcción, principalmente por la falta de información, algunas medidas a tener en cuenta en las próximas edificaciones a construir son:

- Diseño arquitectónico Bioclimático, lo que significaría que se considere las condiciones climáticas y aproveche los recursos disponibles del lugar donde se hará la construcción.
- Materiales de construcción cuya producción tenga impactos menores sobre el medio ambiente. Utilización de prefabricados y panel yeso, materiales que con poca generación de residuos.
- Reducir el consumo energético a través del uso de colores claros en las paredes y techos con el fin de aprovechar mejor la iluminación natural.
- Implementar el uso de aguas lluvias para los sanitarios.
- En el caso de las construcciones antiguas cambio de las baterías sanitarias por las de bajo consumo de agua.
- Implementar los reductores de caudal de agua en los grifos para disminuir el consumo de agua.

Adoptar estos patrones de construcción amigables, seguramente incrementará los costos, sin embargo en el largo plazo la inversión se traducirá, principalmente, en la reducción de gastos energéticos asociados al funcionamiento de los edificios y la disminución del impacto ambiental producto del funcionamiento de la Universidad.

Referencias Bibliográficas

- Agredo, L. (2011). Aproximación a la huella ecológica de la Universidad del Valle, campus universitario de Meléndez. Santiago de Cali, Colombia.
- Arroyo Hernández, P., Álvarez, J., & Ansola, G. (2009). Huella ecológica del campus de Veganza. *Seguridad y ambiente*, 47-48.
- Arto Olaizola, I. (2002). *Una Aproximación a la Huella Ecológica de España*. Madrid.
- Brundtland, Our Common Future ONU. (24 de Febrero de 1987). *conspect.nl*. 24 Febrero 2014: http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf. Obtenido de http://conspect.nl/pdf/Our_Common_Future-Brundtland_Report_1987.pdf
- Chambers, N., Simmons, C., & Wackernagel M. (2000). *Sharing Nature's interest. Ecological footprint as an indicator of sustainability*. UK: Earthscan.
- Constanza, R. (1991). *Ecological Economics: the science and management of sustainability*. NY: Columbia University .
- Doménech, J. L. (2007). *Huella Ecológica y Desarrollo Sostenible*. Madrid: AENOR.
- Ewing, B. (2010). *Ecological Footprint* . Atlas.
- FAO. (2014). *Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe 2013*.
- Gachet, I. F. (2002). *La Huella Ecológica, Teoría y Método*. Quito: ABYA-YALA.
- Georgescu-Roegen, N. (1996). *La ley de la Entropía y El Proceso Económico*. Argentina.
- Herman, D. (2008). *Desarrollo Sustentable*. Buenos Aires: INTI.
- Hut, S. (2003). *Are universities using ecological footprint analysis?* Obtenido de <http://darkwing.uoregon.edu/reppe/ENVS411/ecologicalfootprintuse.doc>
- IDEAM. (05 de 09 de 2015). <http://www.cambioclimatico.gov>. Recuperado el 2 de 12 de 2015, de <http://www.ideam.gov.co>: http://www.cambioclimatico.gov.co/documents/40860/524394/cartilla_INGEI.pdf/f79e4d08-a3d5-4d45-8dea-048648231a11?version=1.0
- Jimenez, R. (2011). El Fenómeno del Cambio Climático. *Rupturas*.
- Jorge, & Busquets. (2002). *Aproximación a la Huella Ecológica de la Escuela Politécnica de Manresa*. Manresa.
- Manrique Arango, N. (2009). Estado del Arte de la Economía Ecológica. *Economía Autónoma*.

- Marban, V. (20 de 01 de 2014). *www.2.uah.es*. Obtenido de http://www2.uah.es/vicente_marban/ASIGNATURAS/EIA%20II/curso%202011%202012/tema%202.pdf
- Martínez Alier , J. (2004). *El Ecologismo de los Pobres*. Barcelona: Icaria.
- Martínez Alier, J. (1989). *Curso De Economía Ecológica*. Mexico: PNUMA.
- MIES. (2010). <http://upcommons.upc.edu>. Obtenido de <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/14743/9429315.pdf>
- NASA. (4 de Febrero de 2014). *www.nasa.gov*. Obtenido de What's in a Name? Global Warming vs. Climate Change: http://www.nasa.gov/topics/earth/features/climate_by_any_other_name.html
- NOAA. (2 de 5 de 2014). <https://www.climate.gov>. Obtenido de https://www.climate.gov/sites/default/files/Climate_gov_GlobalWarming_FAQ_15Aug13.pdf
- OLADE. (2014). <http://www.olade.org/>. Recuperado el 25 de 11 de 2015, de <http://www.olade.org/sites/default/files/publicaciones/IEE-2014.pdf>
- Olalla , M. (Junio de 2003). Indicadores de sostenibilidad y huella ecológica, aplicación a la UAM. México.
- PNUMA . (2010). *www.pnuma.org*. Obtenido de Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: www.pnuma.org/dosc/capacidad-fijacion-bosq-col-/ec_l-Was0346.pdf
- Posada, L. (22 de Febrero de 2014). *www.bdigital.unal.edu.co*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/5579/1/luisguillermoposada.1999.pdf>
- Sabogal Tamayo, J. (2009). *Desarrollo Humano Multidimensional*. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño.
- Sabogal Tamayo, J. (2012). Entre la Economía Política de Karl Marx y la Economía Ecológica. *Revista de Economía institucional*.
- Sánchez Rabath. (17 de Septiembre de 2013). *cambioclimaticoenergia.blogspot.com*. Obtenido de <http://cambioclimaticoenergia.blogspot.com/2013/09/emisiones-de-co2-del-ano-2012.html>
- Schneider, H., & Samaniego , J. L. (2010). *La Huella de Carbono en la Producción, distribución de Bienes y Servicios* . CEPAL.
- SIMEC. (2001). <http://www.simec.gov.co/>. Obtenido de <http://www.simec.gov.co/>: http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_PapelPulpa.pdf

- Simmons, C., Lewis, & Barret. (2000). *Two feet-two approaches: a component-based model of ecological footprint*. Ecological Economics.
- Teruel, M. G. (2003). Apuntes de Economía Ecológica. *Boletín I.C.E.*
- Tomaselli, M. F. (Septiembre de 2004). Investigación de la huella ecológica de la universidad San Francisco: Cálculo y creación de un reportaje. Quito, Ecuador.
- Universidad de Nariño. (2008). *Plan de Desarrollo 2008 - 2020* . Pasto : Udenar.
- Universidad de Nariño. (2008). *Pensar la Universidad y la región plan de desarrollo de la Universidad de Nariño 2008 - 2020*. Pasto.
- Van adams, & Van Adams, A. (1992). *How the macroeconomic environment affects human resource development*. Washington: The world bank.
- Vargas, P. (2009). *El Cambio Climatico en el Perú*. Lima: B República.
- Vega Cantor, R. (4 de Febrero de 2014). *www.herramienta.com.ar*. Obtenido de <http://www.herramienta.com.ar/revista-herramienta-n-42/crisis-civilizatoria>
- Vicerectorado de Infraestructuras y Sostenibilidad. (2008). *Huella Ecológica de la Universidad de Málaga*. Málaga.
- Wackernagel , M., & Rees, W. (2001). *Nuestra Huella Ecológica*. Santiago: L.O.M.
- Wackernagel, M., & Rees, W. (2001). *Nuestra Huella Ecológica*. Santiago: L.O.M.
- Water Footprint, N. (24 de Febrero de 2014). *Definicion de Huella Hidrica*. Obtenido de <https://www.huellahidrica.org/?page=files/home/>
- Wikipedia. (18 de Marzo de 2014). *es.wikipedia.org*. Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Protocolo_de_Kioto_sobre_el_cambio_clim%C3%A1tico
- WWF. (2012). *Planeta Vivo*. Gland: Panda.org.
- www.lasalecucuta.org*. (25 de Enero de 2014). *www.lasallecucuta.org*. Obtenido de <http://www.lasallecucuta.org/libro/2010/12/HOMO.pdf>

ANEXOS

Anexo 1: Formato de encuesta



Universidad de **Nariño**



ENCUESTA SOBRE LOS HÁBITOS DE MOVILIDAD Y CONSUMO DE PAPEL

1- INFORMACION GENERAL

Facultad o dependencia a la que pertenece _____

Semestre _____

2- HÁBITOS DE MOVILIDAD

a- Medio de transporte que utiliza en sus desplazamientos a la universidad (campus torobajo)

Camina _____ Bicicleta _____ Moto _____ Bus urbano _____ Carro particular _____

b- Cuantos días a la semana se desplaza a la universidad?

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____ 6 _____

c- En el día ¿cuál es el número de desplazamientos a la universidad que efectúa?

1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____

d- ¿En cuál barrio vive?

3- CONSUMO DE PAPEL

a- Para sus apuntes ¿cuántos cuadernos utiliza en el semestre? _____

b- ¿Cuál es su consumo aproximado para impresiones? \$ _____

c- ¿Cuál es su consumo aproximado para fotocopias? \$ _____

d- ¿Cuál es el porcentaje aproximado de papel reciclado que utiliza? % _____

Gracias por su colaboración.

Anexo 2: Información general Estudiantes

1.1. INFORMACIÓN GENERAL ESTUDIANTES													
ESTUDIANTES ECUESTADOS POR FACULTAD													
FACULTADES	FACEA	INGENIERIA	CIENCIAS DE LA SALUD	CIENCIAS PECUARIAS	CIENCIAS HUMANAS	CIENCIAS EXACTAS	CIENCIAS AGRICOLAS	FACARTES	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL	DERECHO	EDUCACION	TOTAL	
No. ESTUDIANTES	35	29	11	16	26	22	15	31	10	18	10	223	
PORCENTAJE	16%	13%	5%	7%	12%	10%	7%	14%	4%	8%	4%	100%	
ESTUDIANTES ECUESTADOS POR SEMESTRE													
SEMESTRE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL
No. ESTUDIANTES	12	33	26	26	22	21	18	31	14	20			223
PORCENTAJE	5%	15%	12%	12%	10%	9%	8%	14%	6%	9%	0%	0%	100%

FUENTE: Esta investigación.

Anexo 3: Información general Profesores

1. INFORME CAION GENERAL												
DEPENDENCIA O FACULTAD	ARTES	CIENCIAS AGRICOLAS	CIENCIAS DE LA SALUD	FACEA	CIENCIAS HUMANAS	CIENCIAS EXACTAS	CIENCIAS PECUARIAS	DERECHO	EDUCACION	INGENIERIA	INGENIERIA AGROINDUSTRIAL	TOTAL
No. DE PROFESORES	3	2	2	2	2	4	1	1	1	3	2	23
PORCENTAJE	13%	9%	9%	9%	9%	17%	4%	4%	4%	13%	9%	100%

Anexo 4: Movilidad docentes, Motocicleta

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Motocicleta	1		0	17	4,25
	2		0		
	3		0		
	4	3	12		
	5	1	5		
	6		0		
Total		4			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Moto	1			14	3,5
	2				
	3	2	6		
	4	2	8		
	Total	4			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
Parque bolívar	1	4,6	4,6	9,2
Chapal	1	4,9	4,9	9,8
Catambuco	1	9,8	9,8	19,6
Santa bárbara	1	4,8	4,8	9,6
Total distancia trayectos completos				48,2
Promedio trayecto completo				12,1

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,25
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	3,5
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un docente [km].	12,05
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	179,24375
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	3226,38

Anexo 5: Movilidad Trabajadores, Motocicleta.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Motocicleta	1		0	13	4,33
	2		0		
	3		0		
	4	2	8		
	5	1	5		
	6		0		
Total		3			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Moto	1			12	4
	2				
	3				
	4	3	12		
	Total	3			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
Mijitayo	1	4,4	4,4	8,8
Granada	1	4,8	4,8	9,6
Tamasagra	1	4,6	4,6	9,2
Total distancia trayectos completos				27,6
Promedio trayecto completo				9,2

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,33
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	4

Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un funcionario [km].	9,2
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	159,46
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	2870,4

Anexo 6: Movilidad estudiantes, Bus urbano.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Bus Urbano	1		0	582	4,89
	2	3	6		
	3	5	15		
	4	20	80		
	5	65	325		
	6	26	156		
Total		119			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Bus Urbano	1	36	36	218	1,83
	2	71	142		
	3	8	24		
	4	4	16		
	Total	119			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
El Belén	3	7,5	22,5	45
Parque Bolívar	5	4,6	23	46
Centro	7	2,8	19,6	39,2
Chambú	6	4,2	25,2	50,4
Catambuco	3	9,8	29,4	58,8
Altos de la colina	3	2,4	7,2	14,4
Las cuadras	4	3,2	12,8	25,6
Santa Mónica	7	6,4	44,8	89,6
Santa Sofía	2	2,8	5,6	11,2

Avenida Colombia	3	4,4	13,2	26,4
Fátima	5	3,2	16	32
Rosales	3	3	9	18
Popular	2	6,7	13,4	26,8
Villa Alejandría	3	7,1	21,3	42,6
Mocondino	1	9,1	9,1	18,2
La esperanza	2	4,8	9,6	19,2
Panamericano	1	5,2	5,2	10,4
Las Lunas II	2	6	12	24
La colina	2	1,6	3,2	6,4
Villa flor	5	5,9	29,5	59
Caicedo	2	5,5	11	22
Gualcaloma	3	3	9	18
Santa bárbara	3	4,8	14,4	28,8
Nueva Aranda	2	5	10	20
La esmeralda	3	5,7	17,1	34,2
Sumatambo	2	4,2	8,4	16,8
Mercedario	3	6,3	18,9	37,8
El prado	1	5,6	5,6	11,2
Miraflores	2	5,9	11,8	23,6
San diego	1	3,5	3,5	7
Caicedonia	1	6,4	6,4	12,8
Santiago	2	3,6	7,2	14,4
La paz	2	6,6	13,2	26,4
El tejtar	1	6	6	12
los álamos	1	3,7	3,7	7,4

Mariluz	5	2,6	13	26
Nuevo sol	1	5	5	10
San Martin	1	6,1	6,1	12,2
Santa clara	1	4,9	4,9	9,8
Buesaquillo	1	6,8	6,8	13,6
Miraflores	1	6,1	6,1	12,2
Santa Mónica	2	6,4	12,8	25,6
Corazón de Jesús	3	4,5	13,5	27
Porvenir	1	5,2	5,2	10,4
Los robles	1	6,7	6,7	13,4
Tamasagra	2	4,7	9,4	18,8
Maria isabel	2	6,5	13	26
Total distancia trayectos completos				1160,6
Promedio trayecto completo				9,8

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,89
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	1,83
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un funcionario [km].	9,8
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	87,38
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1572,87

Anexo 7: Movilidad Docentes, Bus Urbano

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Bus Urbano	1		0	36	4
	2		0		
	3	1	3		
	4	7	28		
	5	1	5		
	6		0		
Total		9			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Bus Urbano	1			32	3,55
	2	1	2		
	3	2	6		
	4	6	24		
	Total	9			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
El pilar	1	3,7	3,7	7,4
Villa flor	1	7,8	7,8	15,6
Chambú	1	4,2	4,2	8,4
Champagnat	1	6,7	6,7	13,4
C. Castilla	1	2,3	2,3	4,6
Villa Docente	1	8,1	8,1	16,2
Tamasagra	1	5,3	5,3	10,6
San Ignacio	1	3,1	3,1	6,2
Centro	1	2,8	2,8	5,6
Total distancia trayectos completos				88
Promedio trayecto completo				9,8

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	3,5
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un Docente [km].	9,8
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	139,06
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	2503,11

Anexo 8: Movilidad Trabajadores, Bus Urbano.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Bus Urbano	1		0	19	4,75
	2		0		
	3		0		
	4	1	4		
	5	3	15		
	6		0		
Total		4			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Bus Urbano	1			16	4
	2				
	3				
	4	4	16		
	Total	4			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
San Vicente	1	2,9	2,9	5,8
Maridiaz	2	1,8	3,6	7,2
Santa bárbara	1	4,8	4,8	9,6
Total distancia trayectos completos				22,6
Promedio trayecto completo				5,65

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,75
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	4
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un funcionario [km].	5,65
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	107,35
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1932,3

Anexo 9: Movilidad estudiantes, Carro particular.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Carro particular	1		0	19	4,75
	2		0		
	3		0		
	4	1	4		
	5	3	15		
	6		0		
Total		4			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Carro particular	1	1	1	10	2,50
	2	1	2		
	3	1	3		
	4	1	4		
	Total	4			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
Miraflores	1	5,9	5,9	11,8
Santa Mónica	1	6,4	6,4	12,8
Chapalito	1	6,8	6,8	13,6
Obonuco	1	6,9	6,9	13,8
Total distancia trayectos completos				52
Promedio trayecto completo				13

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,75
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	2,50
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un estudiante [km].	13
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	154,37
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	2778.75

Anexo 10: Movilidad Docentes, Carro particular.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Carro particular	1		0	23	4,6
	2		0		
	3		0		
	4	2	8		
	5	3	15		
	6		0		
Total		5			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Carro particular	1		0	14	2,8
	2	3	6		
	3		0		
	4	2	8		
	Total	5			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
Altos de la colina	1	2,4	2,4	4,8
Palermo	1	1,6	1,6	3,2
S Juan de Dios	1	2,1	2,1	4,2
Torres de San Jorge	1	4,8	4,8	9,6
Fátima	1	3,2	3,2	6,4
Total distancia trayectos completos				28,2
Promedio trayecto completo				5,6

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	4,6
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	2,8
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un Docente [km].	5,6
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	72,64
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1307,58

Anexo 11: Movilidad Trabajadores, Carro particular.

MEDIO DE TRANSPORTE	Días por semana	No. Personas	Total desplazamientos por semana	Sumatoria	PROMEDIO
Carro particular	1		0	10	5
	2		0		
	3		0		
	4		0		
	5	2	10		
	6		0		
Total		2			

MEDIO DE TRANSPORTE	Recorridos por día	No. Personas	Total recorridos por semana	Sumatoria	Promedio
Carro particular	1		0	8	4
	2		0		
	3		0		
	4	2	8		
	Total	2			

Barrio o Comuna	No. Personas	Distancia por desplazamiento [km]	Total distancia por barrio [km]	Distancia total trayecto completo [km]
S Juan de Dios	1	2,1	2,1	4,2
Palermo	1	1,6	1,6	3,2
Total distancia trayectos completos				7,4
Promedio trayecto completo				3,7

Promedio de días por semana que asiste una persona a la universidad.	5
Promedio de RECORRIDOS (ida y vuelta) diarios por persona.	4
Distancia media de un trayecto completo entre la universidad y la casa de un funcionario [km].	3,7
Distancia media recorrida semanalmente por persona [km].	74
Semanas por semestre	18
Distancia media recorrida en el semestre por persona [km].	1332

Anexo 12: Consumo de papel, Docentes.

ITEM	RESULTADOS MUESTRA	MUESTRA	PROMEDIO POR PERSONA	POBLACION	CONSUMO TOTAL POBLACION
Número de Cuadernos por semestre	18	23	0,782608696	812	635,47
Consumo aproximado Impresiones (\$ Pesos)	\$987.502		42934,86957		\$34.863.114,09
Consumo aproximado	\$1.015.000		44130,43478		\$35.833.913,04

fotocopias (\$ pesos)				
Consumo aproximado de papel reciclado (\$ pesos)	\$355.250		15445,65217	\$12.541.869,57

Consumo de papel docentes, Cuadernos.

Ítem	Consumo población	Peso c/u (Gr)	Peso total (Gr)	Peso (Ton)
Número de Cuadernos por semestre	635	250	158869,56	0,159

Ítem	Consumo de la población	Numero de hojas	Peso 1 hoja carta (Gr)	60% Tamaño carta	Peso total carta (Gr)	Peso 1 hoja oficio (Gr)	40% Tamaño Oficio	Peso total Oficio (Gr)	Peso total Oficio + Carta (Gr)	Total (Ton)
Impresiones	\$34.863.114,09	697262	4,52	418357,37	1892725,92	5,76	278904,91	1605949,27	3498675,19	3,50
Fotocopias	\$35.833.913,04	716678		430006,96	1945430,81		286671,30	1650668,56	3596099,37	3,60
Papel reciclado	\$12.541.869,57	250837		150502,43	680900,78		100334,96	577733,997	1258634,78	1,26

Total Consumo de papel, Docentes.

Ítem	Papel (Ton)	Porcentaje
Cuadernos	0,159	2%
Impresiones	3,50	41%
Fotocopias	3,60	42%
Papel reciclado	1,26	15%
Total	8,51	100%

Anexo 13: Consumo de papel, Trabajadores.

ITEM	RESULTADOS MUESTRA	MUESTRA	PROMEDIO POR PERSONA	POBLACION	CONSUMO TOTAL POBLACION
Número de Cuadernos por semestre	18	23	0,782608696	812	635,48
Consumo aproximado Impresiones (\$ Pesos)	\$987.502,00		\$42.934,87		\$34.863.114,09
Consumo aproximado fotocopias (\$ pesos)	\$1.015.000,00		\$44.130,43		\$35.833.913,04

Consumo aproximado de papel reciclado (\$ pesos)	\$121.800,00		\$5.295,65		\$4.300.069,57
---	--------------	--	------------	--	----------------

Consumo de papel docentes, Cuadernos.

Ítem	Consumo población.	Peso c/u (Gr)	Peso total (Gr)	Peso (Ton)
Número de Cuadernos por semestre	635,48	250	158869,5652	0,159

Ítem	Consumo de la población	Numero de hojas	Peso 1 hoja carta (Gr)	60% Tamaño carta	Peso total carta (Gr)	Peso 1 hoja oficio (Gr)	40% Tamaño Oficio	Peso total Oficio (Gr)	Peso total Oficio + Carta (Gr)	Total (Ton)
Impresiones	\$34.863.114,09	697262	4,52	418357,37	1892725,92	5,76	278904,91	1605949,269	3498675,19	3,50
Fotocopias	\$35.833.913,04	716678		430006,96	1945430,81		286671,30	1650668,564	3596099,37	3,60
Papel reciclado	\$4.300.069,57	86001		51600,83	233451,70		34400,56	198080,2277	431531,92	0,43

Total Consumo de papel, Docentes.

Ítem	Papel (Ton)	Porcentaje
Cuadernos	0,159	2%
Impresiones	3,50	46%
Fotocopias	3,60	47%
Papel reciclado	0,43	6%
Total	7,69	100%

Anexo 14: Materiales por m², Bloque 7, Medicina.

Ladrillo				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Ladrillo M10 24 x 10 x 6	Unidad	32.641,99	1,80	58.755,58
Total				58.755,58
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (kg/m ²)				40,51

Cemento				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Cemento gris	kg	256.786,95	1	256.786,95
Total				256.786,95
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (kg/m ²)				177,03

Áridos				
Material	Unidad	Cantidad	Peso (kg/m3)	Peso total (kg)
Arena fina	M3	0,24	1.500	359
Arena gruesa	M3	483,39	1.500	725.086
Grava triturada 3/4"	M3	567,76	1.700	965.196
Roca Muerta	M3	0,45	1.250	558
Total				1.691.199
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (kg/m ²)				1.165,92

Madera				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Varenga 2"x4"x3 cuangare	Unidad	1118,82	5,42	6.064,01
Varenga 1"x2"x3 m cuangare	Unidad	190,70	1,35	257,45
varenga 2"x4"x 3,5 amarillo	Unidad	450,27	11,92	5.367,22

Casetón	Unidad	2627,47	10	26.274,65
Bastidor 2"x2"x3 cuangare	Unidad	491,56	5,11	2.511,89
Triplex 9mm 2,4 x 1,2	Unidad	82,54	14	1.155,51
Bastidor 2"x2"x3 cuangare	Unidad	1729,70	2,71	4.687,49
Tabla 1"x10" cuangare	Unidad	1959,41	6,77	13.265,17
Total				59.583
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (Kg/m ²)				41,08

Acero				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Alambre No.18	kg	797,35	1	797,35
Acero	kg	30911,45	1	30.911,45
Lámina roller	Un	410,64	1	410,64
Puntillas	kg	178,30	1	178,30
Total				32.298

Área construida (m ²)	1.450,53
Total (Kg/m ²)	22,27

Pintura				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Vinilo y anticorrosivo	Galón	23,71	14,3	337,85
Total				337,85
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (Kg/m ²)				0,23

PVC				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Tubería pvc 4"	m	96,10	1,84	176,83
Tubería pvc 2"	m	20,04	0,84	16,84
Tubería pres pvc1/2"	m	41,37	0,22	9,10
Tubería pvc 3"	m	138,61	1,27	176,03
Tubería pres pvc 3/4"	m	9,93	0,3	2,98
Total				205
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (Kg/m ²)				0,14

Vidrio				
Material	Unidad de medida	Cantidad	Peso (Kg/Un)	Peso total (Kg)
Vidrio lámina 5 mm	kg	5739,84	1	5.739,84
Total				5.740
Área construida (m ²)				1.450,53
Total (Kg/m ²)				3,96

Anexo 15: Emisiones de CO₂, Edificios.

Edificio	Área construída por Edificio (m ²)	Toneladas de CO ₂ (50 años)	Toneladas de CO ₂ (1 Semestre)
ANFITEATRO (SALUD ANIMAL)	353,78	96,74	0,97
AUDITORIO LUIS SANTANDER	380,49	104,04	1,04
BIBLIOTECA ALBERTO QUIJANO	3.205,20	876,44	8,76
BIOTERIO	28,34	7,75	0,08
BLOQUE 1 (ANTIGUA ADMON	14.622,72	3.998,49	39,98

LABORATORIOS)			
BLOQUE 2	2.059,68	563,21	5,63
BLOQUE 3	2.059,68	563,21	5,63
BLOQUE 6 (INGENIERIA)	2.247,27	614,50	6,15
BLOQUE 7 (MEDICINA)	1.450,53	396,64	3,97
BLOQUE 8 (DERECHO)	2.574,00	703,84	7,04
BLOQUE 9 (ARTES)	15.082,20	4.124,13	41,24
BLOQUE ADMINISTRATIVO	1.283,66	351,01	3,51
CAFETERIA ANTIGUA - BLOQUE 1	815,90	223,10	2,23
CAFETERIA NUEVA	544,88	148,99	1,49
CASETA DEPOSITOS DE GAS	9	2,46	0,02
CLINICA VETERINARIA	796,31	217,75	2,18
COLISEO ADRIANA BENITEZ	2.078,61	568,38	5,68
CUARTO DE BOMBAS (2)	16,00	4,38	0,04
PESCEBRERA	74,00	20,23	0,20
CUARTO DE TANQUES	83,06	22,71	0,23
FORMACION INTEGRAL	247,40	67,65	0,68
INSECTARIO	169,87	46,45	0,46
INVERNADERO 1	249,20	68,14	0,68

INVERNADERO 2	86,90	23,76	0,24
LAB ESPECIALIZADOS	1.246,52	340,85	3,41
LAB. PRODUCCION ANIMAL	316,69	86,60	0,87
LAB. Y CREMATORIO MEDICINA VETERINARIA	56	15,31	0,15
LAB. PRODUCCION GENETICA	155	42,38	0,42
LAB. INGENIERÍA CIVIL	1.148,30	313,99	3,14
PLANTA ELECTRICA	39,12	10,70	0,11
PLANTA PILOTO	307,33	84,04	0,84
PUNTO DE VENTAS CARNICOS Y LACTEOS	164,00	44,84	0,45
PSICOLOGIA	167,08	45,69	0,46
SINAPSIS	50,37	13,77	0,14
UNIDAD MEDICA	425,95	116,47	1,16
KIOSCO INTERNET 1	98	26,80	0,27
KIOSCO INTERNET 2	98	26,80	0,27
Total		14.982,26	149,82

Anexo 16: Conteo de árboles.

Ilustración 15: Área Universidad de Nariño, sede Torobajo.



Ilustración 14: División de áreas para conteo.

