



Máster en Gestión Ambiental Sostenible

Trabajo Fin de Máster

**“Cálculo de la Huella Ecológica generada por la Facultad de Artes,
Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), perteneciente a la
Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Resistencia, Chaco,
Argentina”**

Luis Ariel Pellegrino

Noelia Sánchez Vallina

Fecha Inicio Máster: julio, 2017.

Fecha Entrega del Trabajo Fin de Máster: Abril, 2018.



FORMACIÓN

Índice

1.	Introducción	1
1.1.	Concepto de huella ecológica	3
1.2.	Huella ecológica a distintas escalas.....	6
1.2.1.	Huella ecológica mundial	6
1.2.2.	Biocapacidad	8
1.2.3.	Huella ecológica nacional.....	12
1.2.4.	Huella ecológica local.....	13
2.	Objetivos	14
2.1.	General.....	14
2.2.	Específicos	14
2.3.	Personales	14
3.	Desarrollo	15
3.1.	Metodología de cálculo del sistema elegido.....	15
3.2.	Análisis del sistema: entradas y salidas.....	20
3.3.	Tipos de recursos y de residuos que se han considerado en el cálculo de la huella	21
3.4.	Cálculos de emisiones de CO2.....	24
3.4.1.	Cálculo Directo	24
3.4.2.	Cálculo indirecto.....	26
3.4.3.	Calculo de emisiones totales de CO2	39
3.5.	Cálculo de la huella ecológica	43
3.6.	Estándares Internacionales para la medición de la huella de carbono: Norma ISO 14064 ..	49
3.7.	Beneficios del cálculo de la huella ecológica para la institución.....	50
3.8.	Propuesta de acciones para mitigar la huella ecológica en la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC)	51
4.	Conclusiones.....	61
5.	Bibliografía	63

1. Introducción

Todos los miembros de la comunidad que desarrollan sus tareas cotidianas en una universidad generan un impacto en su entorno, y este está asociado al desarrollo de las actividades que allí realicen, de estudio, docencia, investigación, administración y gestión: movilidad hacia y desde la institución, consumo de recursos, generación de residuos, etc. Las universidades, por otro lado, ejercen un fuerte impacto sobre los entornos sociales en que se ubican.

Las universidades en los últimos tiempos se van comprometiendo en mayor medida a tratar los criterios de sostenibilidad en los distintos ámbitos, que involucran desde tareas de dictado de clases, docencia, investigación, administración y gestión. Asumen el compromiso de incorporar medidas que consigan una actividad docente e investigadora desarrollada bajo criterios de sostenibilidad¹, fomentando entre todos los miembros de la comunidad universitaria el sentido de la responsabilidad sobre el medio ambiente y la protección del mismo.

Es por ello que se propone el calcular y determinar la Huella Ecológica que deja la institución, y que permite evaluar el impacto ambiental de las actividades universitarias e identificar los factores que más contribuyen a él y a partir de los resultados, elaborar planes, programas y proyectos que incluyan medidas correctoras para minimizar los impactos generados.

Este estudio ambiental, está basado en la determinación de una serie de indicadores que permiten elaborar un diagnóstico sobre la situación ambiental de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC). La importancia de este estudio radica en el establecimiento de pautas de análisis de situación y evaluación ambiental, para averiguar el estado actual y posterior grado de avance hacia la sostenibilidad, y que pueden ser adaptadas para su aplicación y replica en otras facultades.

De los distintos indicadores ambientales que existen, el de la huella ecológica interesa porque permite efectuar un seguimiento de las actividades que se realizan y comparar el consumo de un determinado sector de población en relación a la limitada productividad ecológica de la Tierra (Consellería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural).

La huella ecológica es definida de la siguiente manera por sus creadores, William Rees y Mathis Wackernagel, en el año 1998 y es: "El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área".

La huella ecológica evalúa y determina una forma, estilo o modelo de vida, que se expresa en hectáreas por persona por año (aunque actualmente se tiende a expresar en hectáreas globales/persona/año), y representa la superficie del Planeta necesaria para asimilar el impacto de las actividades del modelo de vida que se analice (Iturbe, A.; Guerrero, E., 2014). La huella

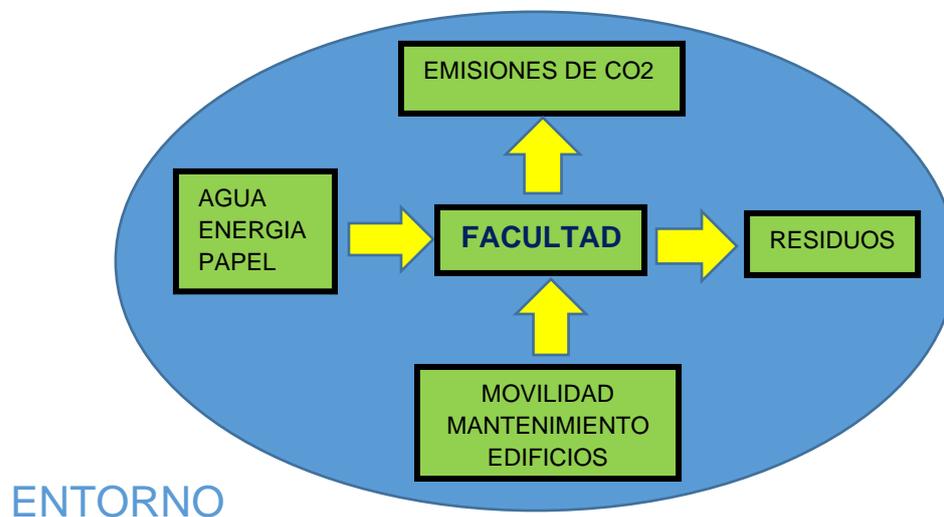
¹ Sección de Huella de Carbono y Compromisos de Reducción. Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

de una población o comunidad está dada por el número de miembros, el volumen de consumo y la intensidad con que se usan los recursos para proveerla de bienes y servicios.

La huella ecológica es un indicador que facilita dar a conocer los impactos que se producen en la vida diaria, y que en la mayoría de los casos no existe conciencia de la magnitud de las acciones que provoca el ser humano. Por este motivo también se considera una herramienta de educación ambiental.

El impacto ambiental que puede generar una facultad o la universidad en general, se puede entender como un sistema, dentro de su entorno, con entradas asociadas al consumo de recursos naturales: agua, materiales (construcción y mantenimiento de edificios), papel y combustibles fósiles (energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y salidas (producción de residuos y emisiones de CO₂).

Figura 1. Sistema de impacto ambiental en una Facultad.



Fuente: Elaboración propia, tomado de López Álvarez, N. (2008).

Para este estudio en particular, en el sistema se utilizarán como entradas los consumos que se obtienen directa o indirectamente de recursos naturales: agua, energía eléctrica, papel, movilidad y el mantenimiento de los edificios; y como salidas o emisiones: emisiones de CO₂ y los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos.

1.1. Concepto de huella ecológica

El concepto de Huella Ecológica fue introducido en 1996, como se expresara anteriormente, por William Rees y Mathis Wackernagel (op. cit) en la School for Community & Regional, Planning perteneciente a la Universidad de Columbia, y se define como "El área de territorio ecológicamente productivo (cultivos, pastos, bosques o ecosistema acuático) necesaria para producir los recursos utilizados y para asimilar los residuos producidos por una población definida con un nivel de vida específico indefinidamente, donde sea que se encuentre esta área".

Otros autores definen a la "huella ecológica" de la siguiente manera:

-Wikipedia² puntualiza que la "huella ecológica (del inglés ecological footprint) es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana que se hace de los recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos.

Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos) e idealmente también el volumen de aire, necesarios para generar recursos y además para asimilar los residuos producidos por cada población determinada de acuerdo a su modo de vida, de forma indefinida. Estas medidas se pueden efectuar realizándose a diferentes escalas: individuo (la huella ecológica de una persona), poblaciones (la huella ecológica de una ciudad, de una región, de un país...), comunidades (la huella ecológica de las sociedades agrícolas, de las sociedades industrializadas, etc)".

-De acuerdo al portal del Gobierno del Principado de Asturias, Red Ambiental: "La huella ecológica es un indicador biofísico de sostenibilidad de carácter integrado en el que se relacionan las demandas de una determinada comunidad humana – país, región o ciudad – con la capacidad productiva y ecológica del territorio que ocupa o administra, considerando tanto los recursos necesarios, como los residuos generados para mantener el modelo de producción y consumo de dicha sociedad".

-Según la World Wild Foundation (WWF): "La Huella Ecológica es la medida del impacto de las actividades humanas sobre la naturaleza, representada por la superficie necesaria para producir los recursos y absorber los impactos de dicha actividad. Esta superficie suma la tierra productiva (o biocapacidad) necesaria para los cultivos, el pastoreo y el suelo urbanizado, zonas pesqueras y bosques, el área de bosque requerida para absorber las emisiones de CO2

² Wikipedia sitio en internet: https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_ecologica

de carbono que los océanos no pueden absorber. Tanto la biocapacidad como la Huella Ecológica se expresan en una misma unidad: hectáreas globales (hag)".

-Para el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Gobierno de España, 2008), "La huella ecológica es un indicador del impacto ambiental generado por la demanda humana de recursos existentes en los ecosistemas del planeta, relacionándola con la capacidad ecológica de la Tierra de regenerar sus recursos. Representa el área de tierra o agua ecológicamente productivos (cultivos, pastos, bosques o ecosistemas acuáticos, e, idealmente, también el volumen de aire) utilizados para generar los recursos necesarios y asimilar los residuos producidos por cada población determinada, de acuerdo a su modo de vida y de forma indefinida".

-De acuerdo al Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), "Por un lado, se considera la Huella Ecológica, que se define como la demanda de recursos biológicos globales que produce el planeta durante un año calendario. Para estimar esta demanda se unifican todas las demandas de bio recursos en una unidad común denominada Hectárea Global (gHa), es decir, una hectárea hipotética que incluye la suma de todas las áreas de superficie del mundo utilizadas para satisfacer las necesidades de productos biológicos de un país, una región o incluso una persona. La Hectárea Global se calcula a partir de las áreas utilizadas para cultivos agrícolas, pastoreo, recursos pesqueros, maderas, pulpas y fibras, también por las áreas en bosques para absorber el exceso de dióxido de carbono en la atmósfera y, finalmente, las áreas ocupadas directamente por asentamientos humanos directos (ciudades, industrias, rellenos sanitarios, espejos de agua artificiales y rutas, entre otros)".

-La contabilidad de la huella ecológica, según la Global Footprint Network, "mide la demanda y el suministro de la naturaleza.

Por el lado de la demanda, la huella ecológica mide los activos ecológicos que una población determinada necesita para producir los recursos naturales que consume (incluidos alimentos y productos de fibra vegetal, ganado y productos pesqueros, madera y otros productos forestales, espacio para la infraestructura urbana) y absorber sus desechos, especialmente las emisiones de carbono".

-Mientras que el sitio antes nombrado, en su glosario, afirma que es "una medida de la cantidad de área de tierra y agua biológicamente productiva que un individuo, población o actividad requiere para producir todos los recursos que consume y para absorber los desechos que genera, utilizando las prácticas de gestión de recursos y tecnología predominantes. La huella ecológica generalmente se mide en hectáreas globales. Debido a que el comercio es global, la Huella de un individuo o país incluye tierra o mar de todo el mundo. Sin más especificaciones, la Huella Ecológica generalmente se refiere a la Huella Ecológica del consumo".

Fig. 2. Huella Ecológica.

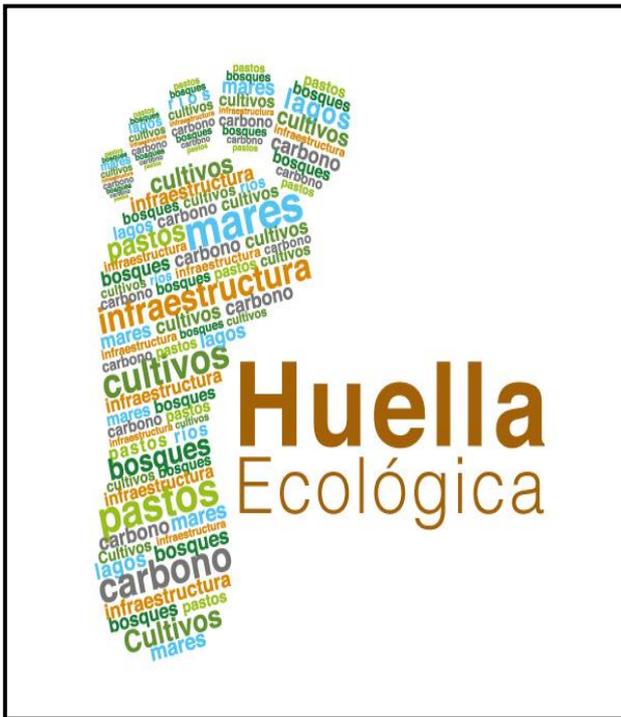
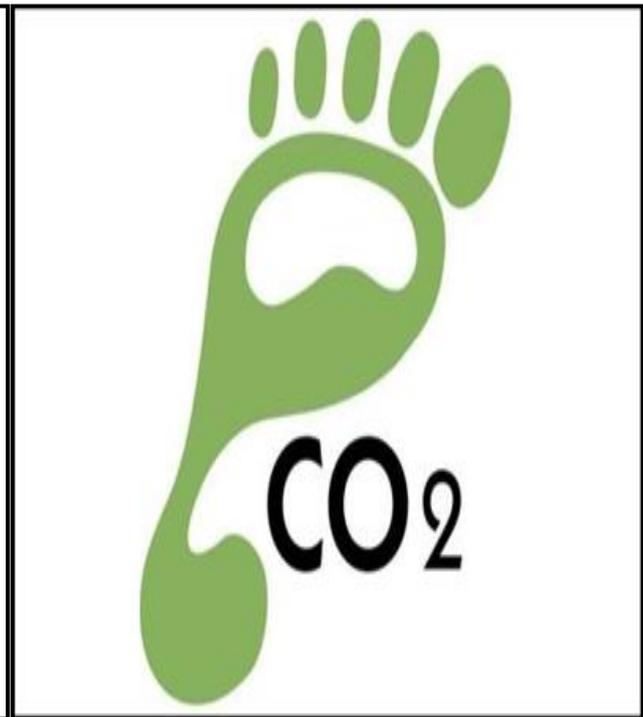


Fig. 3. Huella de Carbono.



Fuente: Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES).

Ahora bien, no se debe confundir el concepto de “Huella Ecológica” (Fig. 2) con el concepto de “Huella de Carbono” (Fig. 3).

-De acuerdo a la Global Footprint Network (op. cit): “Hoy en día, el término "huella de carbono" a menudo se usa como una forma abreviada de la cantidad de carbono emitido (por lo general en toneladas) por una actividad u organización. El componente de carbono de la Huella ecológica, que llamamos Huella de carbono, adopta un enfoque ligeramente diferente. Nuestra medición de la huella de carbono traduce la cantidad de emisiones de dióxido de carbono en la cantidad de tierra productiva y área marina requerida para secuestrar esas emisiones de dióxido de carbono. Esto nos dice la demanda en el planeta que resulta de la quema de combustibles fósiles. Medirlo de esta manera nos permite abordar el desafío del cambio climático de una manera holística que no simplemente cambia la carga de un sistema natural a otro”.

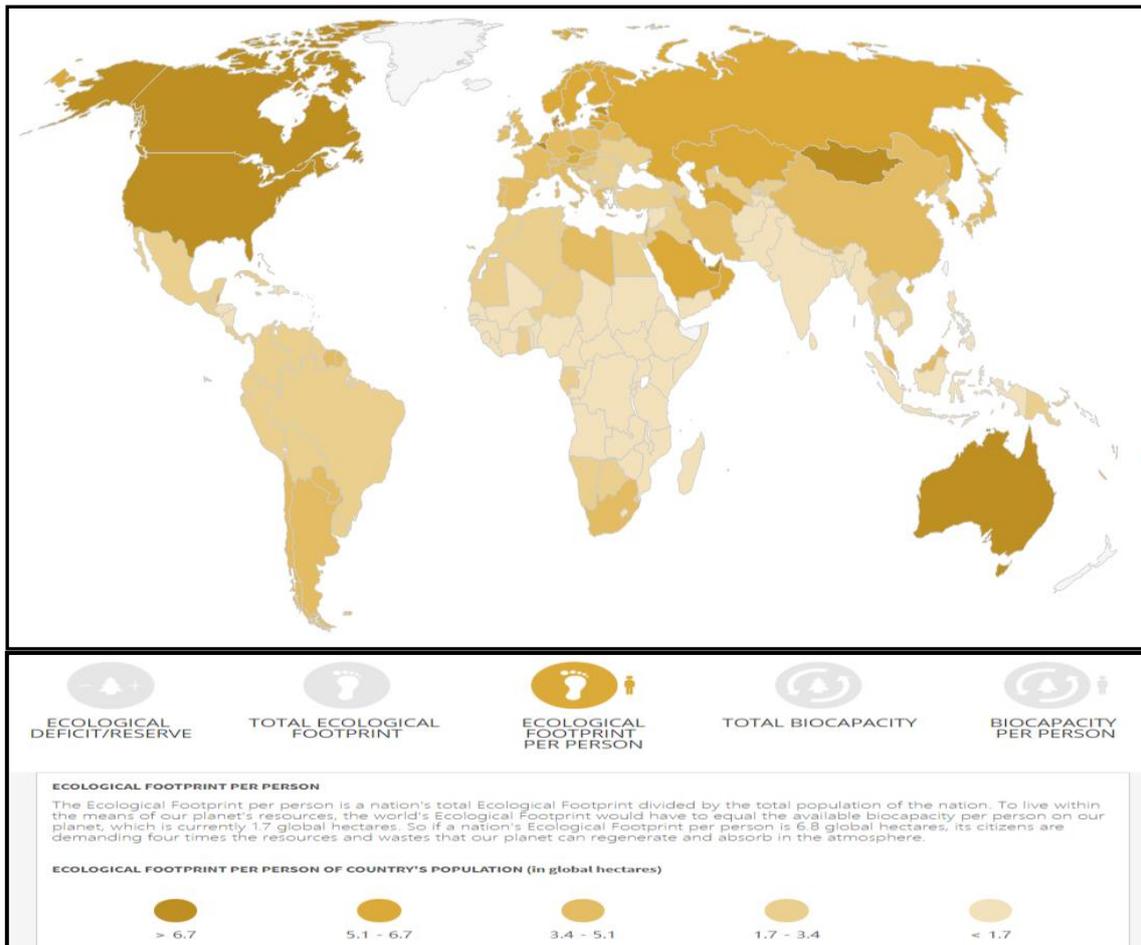
-Mientras que para la página web de Natura Medio Ambiental: “La huella de carbono se conoce como “la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, organización, evento o producto”.

1.2. Huella ecológica a distintas escalas

1.2.1. Huella ecológica mundial

Según la Global Footprint Network, en el año 2014 la Huella Ecológica Global per cápita a nivel mundial era de 2,8 hag/habitante.

Fig. 4. Huella ecológica de la población mundial *per cápita* (2,8 hag/habitante).

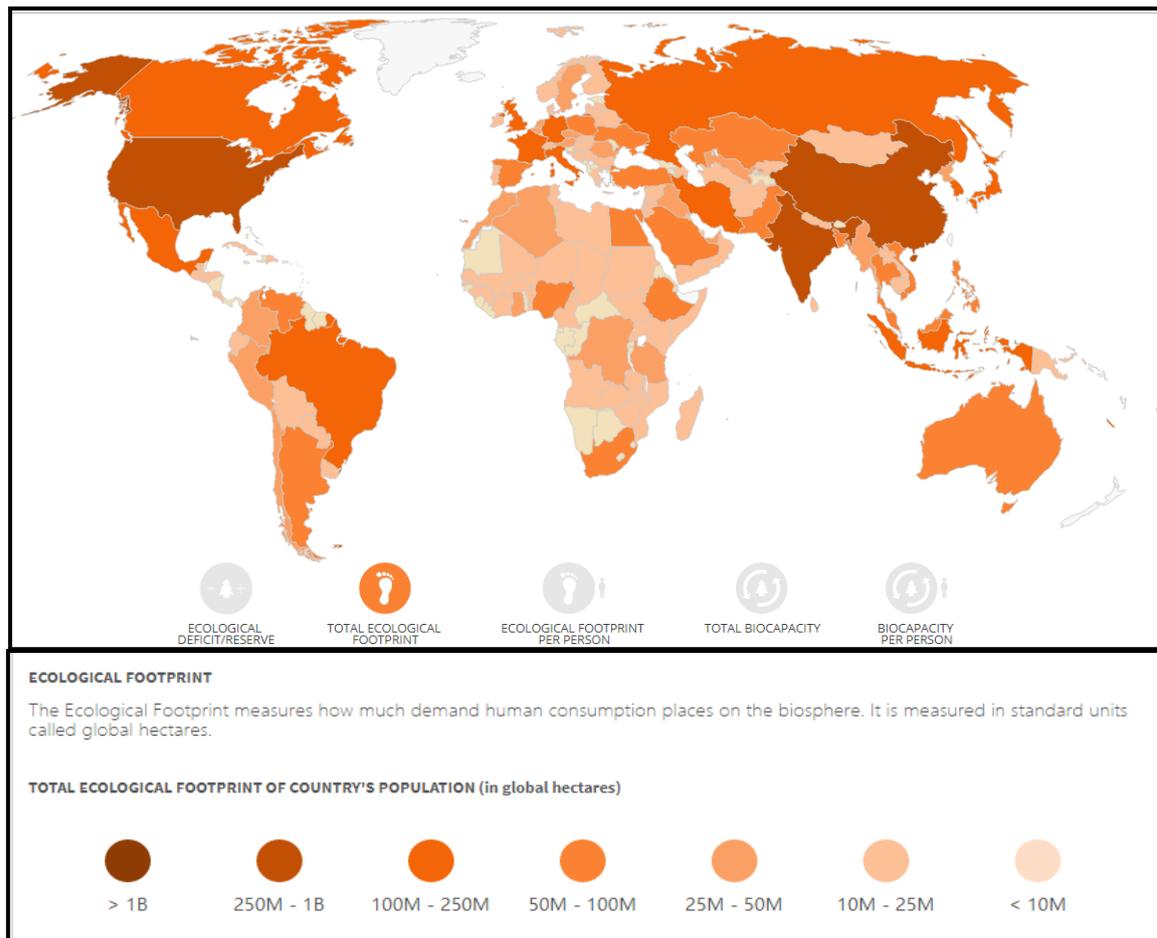


Fuente: Global Footprint Network (*op. cit*), Ecological Wealth of Nations.

La Huella Ecológica por persona, es la Huella Ecológica total de una nación, dividida la cantidad de habitantes de ese país. Para vivir en equilibrio con los recursos de nuestro planeta, la huella ecológica mundial debería ser igual a la biocapacidad disponible por persona en nuestro planeta, que actualmente es de 1,7 hectáreas globales.

En el mapa mundial de la Fig. 4, se pueden apreciar los países con mayor HE *per cápita* medidas en hectáreas globales (hag), en colores de tonalidad marrón más oscuro, como ejemplos tenemos a Qatar con 15,7, Emiratos Árabes Unidos con 9,8, Mongolia 9,5, Estados Unidos 8,4 y Canadá con 8 hag.

Fig. 5. Huella Ecológica mundial total.



Fuente: Global Footprint Network (op. cit), Ecological Wealth of Nations.

En la Fig. 5 se observa en un mapamundi coloreado con distintas tonalidades de color marrón, las Huellas Ecológicas totales por naciones en todo el mundo³.

Mide cuál es la superficie en hectareas globales (hag), que necesita la demanda del consumo humano en la tierra, por cada país.

Los colores más oscuros representan a los países que tienen una HE (Huella Ecológica) más fuerte, más alta, más importante; por ejemplo, USA, Canadá, Australia, Mongolia, Finlandia, Emiratos Árabes Unidos, Qatar, etc.

Con colores mas suaves se reflejan los países con menor HE, que en general, estan asociados a estas características, las naciones con menor grado de desarrollo, por ejemplo: América Central y Sud América, África, Sudeste Asiático, etc.

Y por último, con intensidades intermedias de marrón, países en vías de desarrollo, por ejemplo, Argentina, países del Norte y Sur de Africa, Europa Oriental, etc (Cabot, 2015).

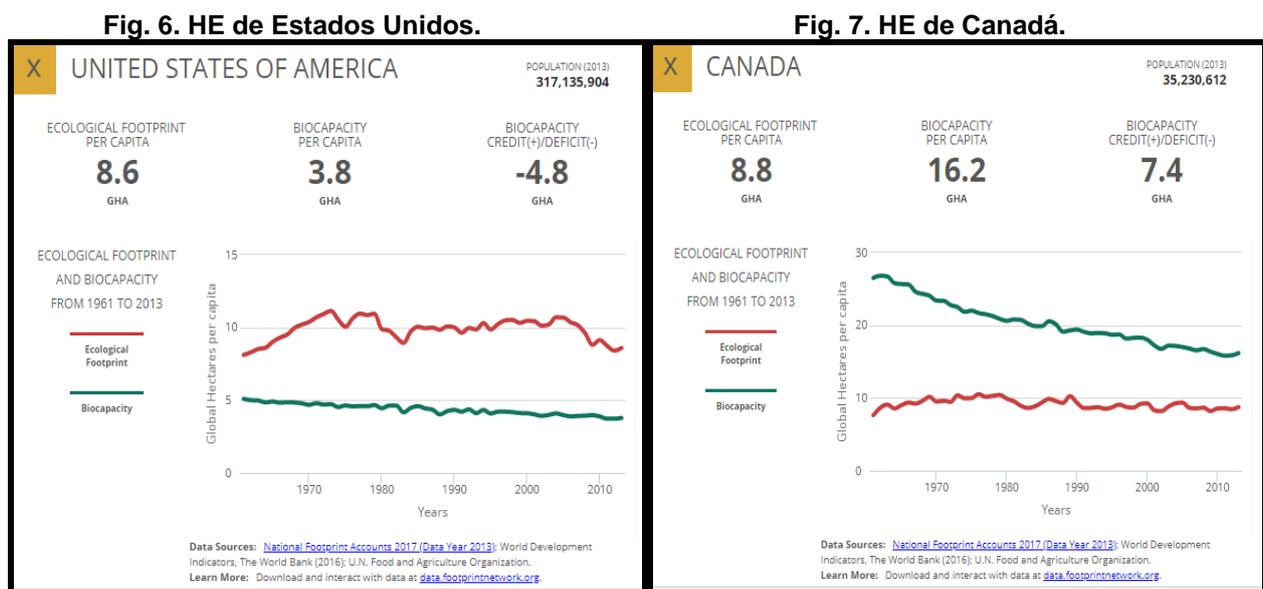
³ Wikipedia. Países por emisiones de Carbono.

1.2.2. Biocapacidad

Según el glosario de la Global Footprint Network, la biocapacidad⁴ es la capacidad de los ecosistemas para regenerar lo que la gente demanda de esas superficies. La vida, incluida la vida humana, compite por el espacio. La biocapacidad de una superficie particular representa su capacidad de renovar lo que la gente demanda. Por lo tanto, la biocapacidad es la capacidad de los ecosistemas para producir materiales biológicos utilizados por las personas y para absorber los materiales de desecho generados por los seres humanos, bajo los esquemas de gestión y las tecnologías de extracción actuales.

Ésta, puede cambiar de un año a otro debido al clima, a la gestión y también a qué porciones se consideran insumos útiles para la economía humana. En las Cuentas Nacionales de la HE, la biocapacidad de un área se calcula multiplicando el área física real por el factor de rendimiento y el factor de equivalencia apropiado (Guerra y Rincón, 2017). Generalmente se expresa en hectáreas globales.

A continuación se presentan algunos ejemplos comparativos de distintos tipos de HE a nivel mundial:



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

Se observa en las Figs. 6 y 7, que países que a pesar de tener ambos una huella alta, como Estados Unidos y Canadá, son diferentes debido a la distinta biocapacidad que cada uno posee. Canadá, con una Biocapacidad muy alta, tiene un saldo positivo en relación a Estados Unidos, que tiene un saldo negativo.

⁴ Global Footprint Network (*op. cit.*), Advancing the Science of Sustainability. Glosary.

Fig. 8. HE de Brasil.

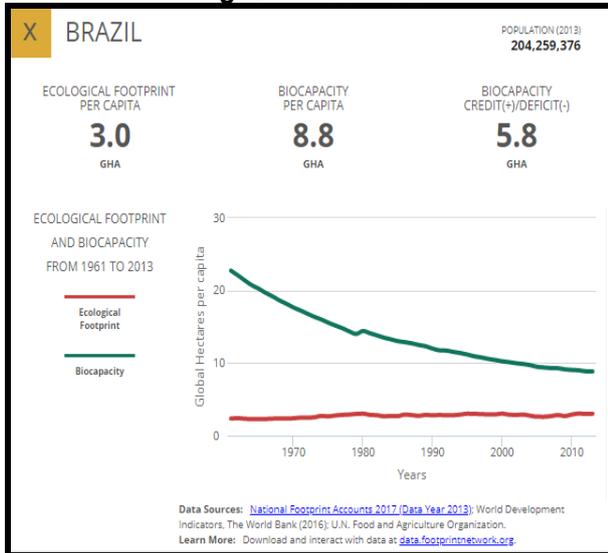
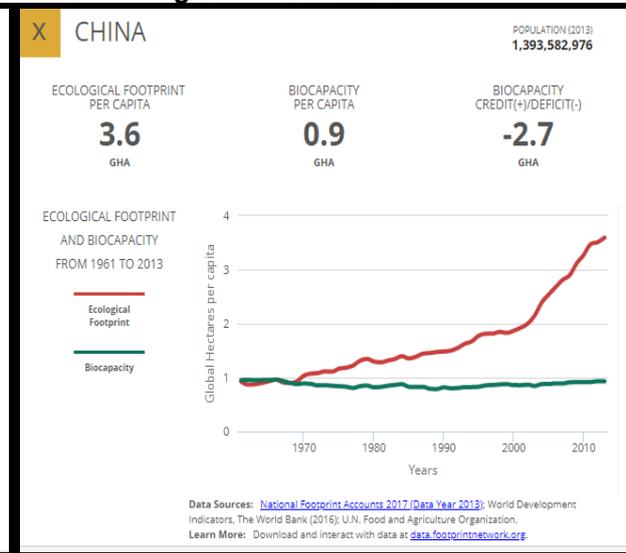


Fig. 9. HE de China.



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

Países que son totalmente distintos en su comportamiento final, parten de tener una HE baja, pero su biocapacidad diferente da como resultado que el saldo sea positivo para el caso de Brasil y negativo para China. En estos dos casos es de resaltar tanto la baja importante en la biocapacidad de Brasil, como el aumento muy significativo de la HE de China en los últimos años.

Fig. 10. HE de India.

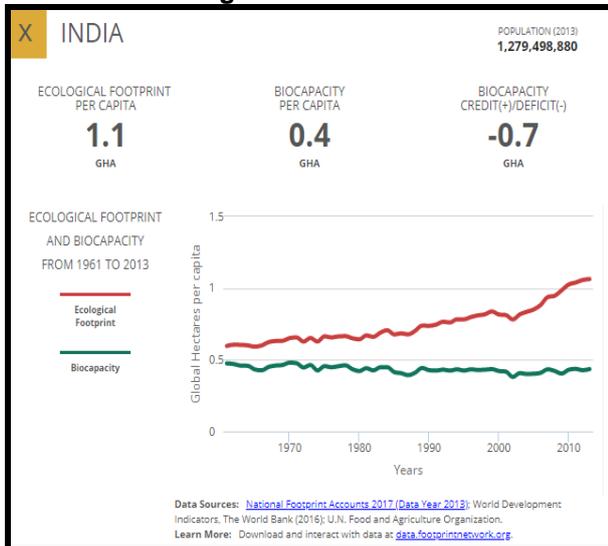
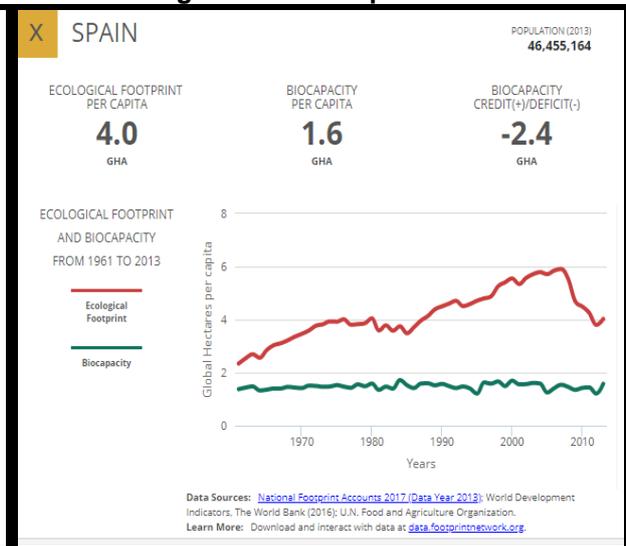


Fig. 11. HE de España.



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

En el caso de países como India y España, se destaca la India, que a través de los años fue elevando su HE, sobre todo en los últimos 10 años; mientras que España en el mismo lapso de tiempo, fue decreciendo considerablemente su HE, posiblemente en función de sus políticas ambientales.

Fig. 12. HE de Mali.

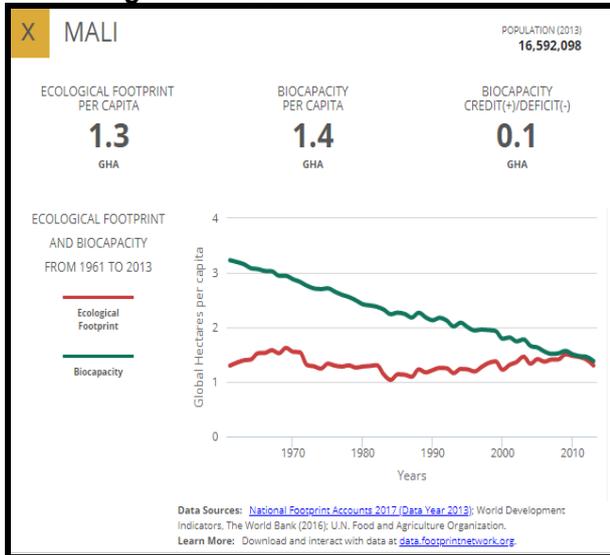
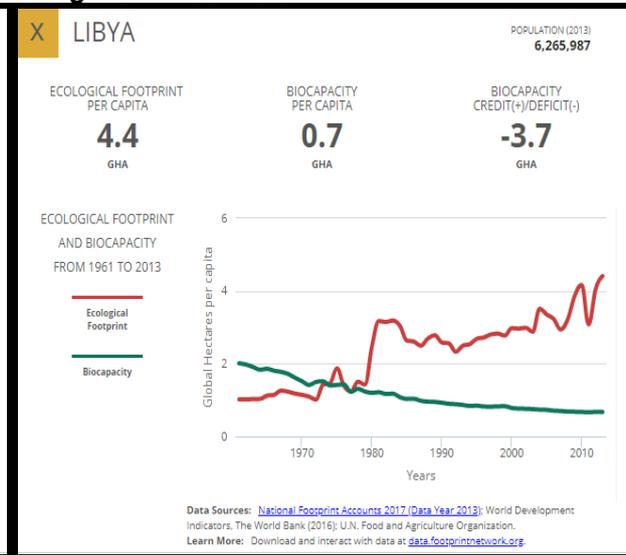


Fig. 13. HE de Libia.



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

Países como Mali (Fig 12) mantuvo la HE y su biocapacidad fue decreciendo drásticamente, mientras que países como Libia (Fig. 13) mantuvo su biocapacidad a lo largo del tiempo, pero su HE creció rápidamente haciendo que el saldo pasara a ser negativo y teniendo ahora un déficit.

Fig. 14. HE de Alemania.

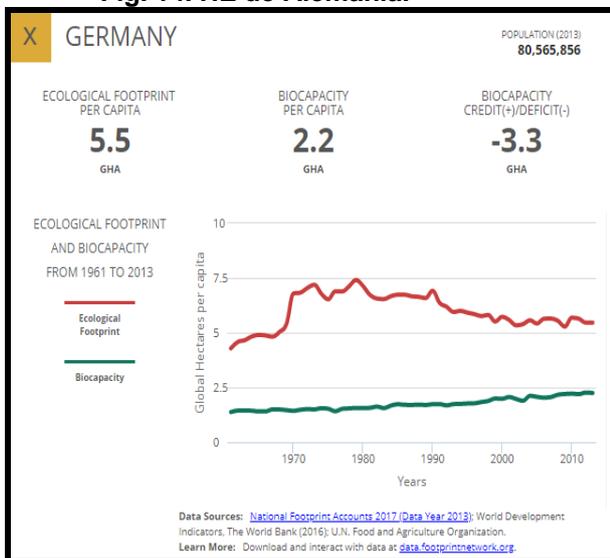
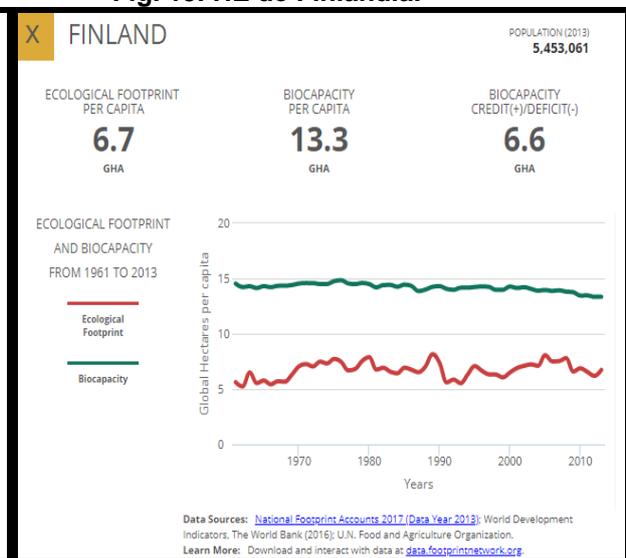


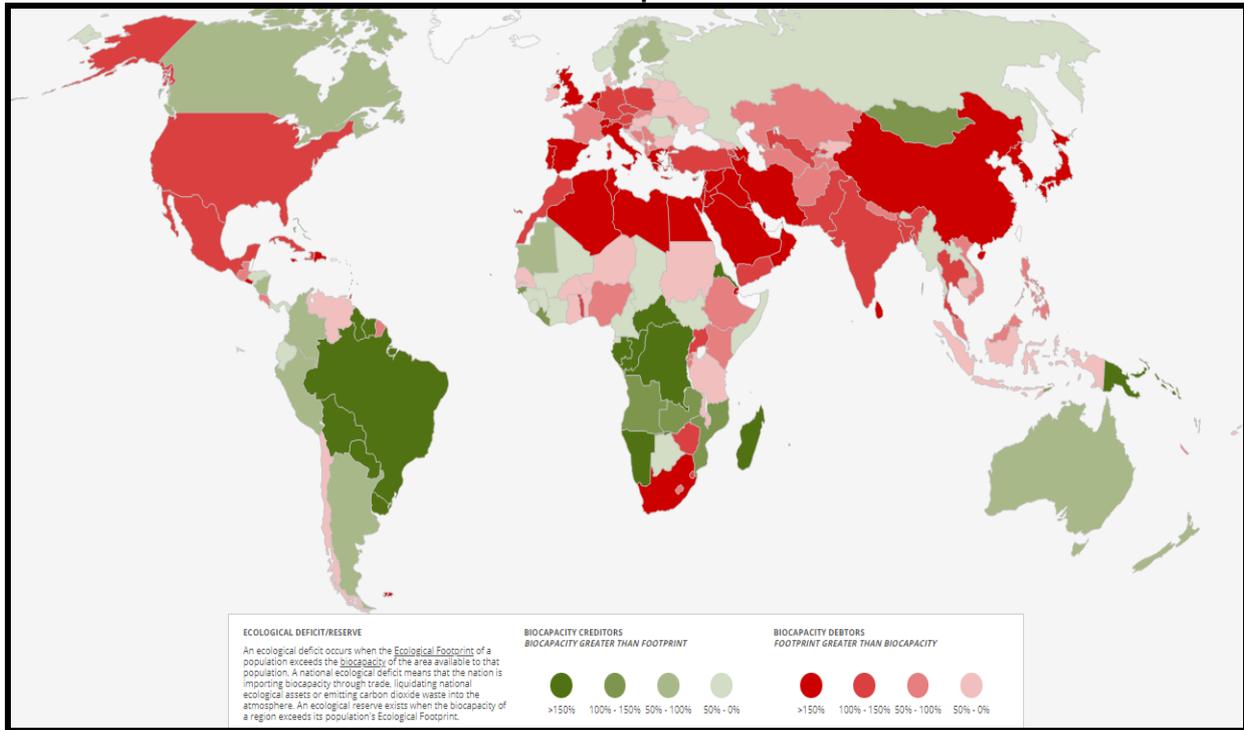
Fig. 15. HE de Finlandia.



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

Países con alta HE y baja biocapacidad como Alemania (Fig. 14) dan un saldo negativo, y países como Finlandia (Fig. 15) que a pesar de tener una HE considerable tienen una biocapacidad elevada provocan que la HE se mantenga alta, resultando su saldo positivo.

Fig 16. Mapa Mundial de la HE: créditos o déficits de los países en función de la relación HE/Biocupacidad.



Fuente: Global Footprint Network, Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations.

La Fig. 16 es el mapa resultante de relacionar las HE y las biocupacidades de todos los países del mundo. El déficit se da cuando el consumo de una población excede la biocupacidad del área disponible para esa población, caso contrario si la HE no sobrepasa la biocupacidad existe un saldo positivo que se denomina reserva ecológica.

En este resultado final, se muestran en color rojo los países con déficit ecológico, por ejemplo, se podría decir que los países más desarrollados y con alta cantidad de emisiones y utilización de recursos naturales son USA, Europa occidental, Japón, Península Arábiga.

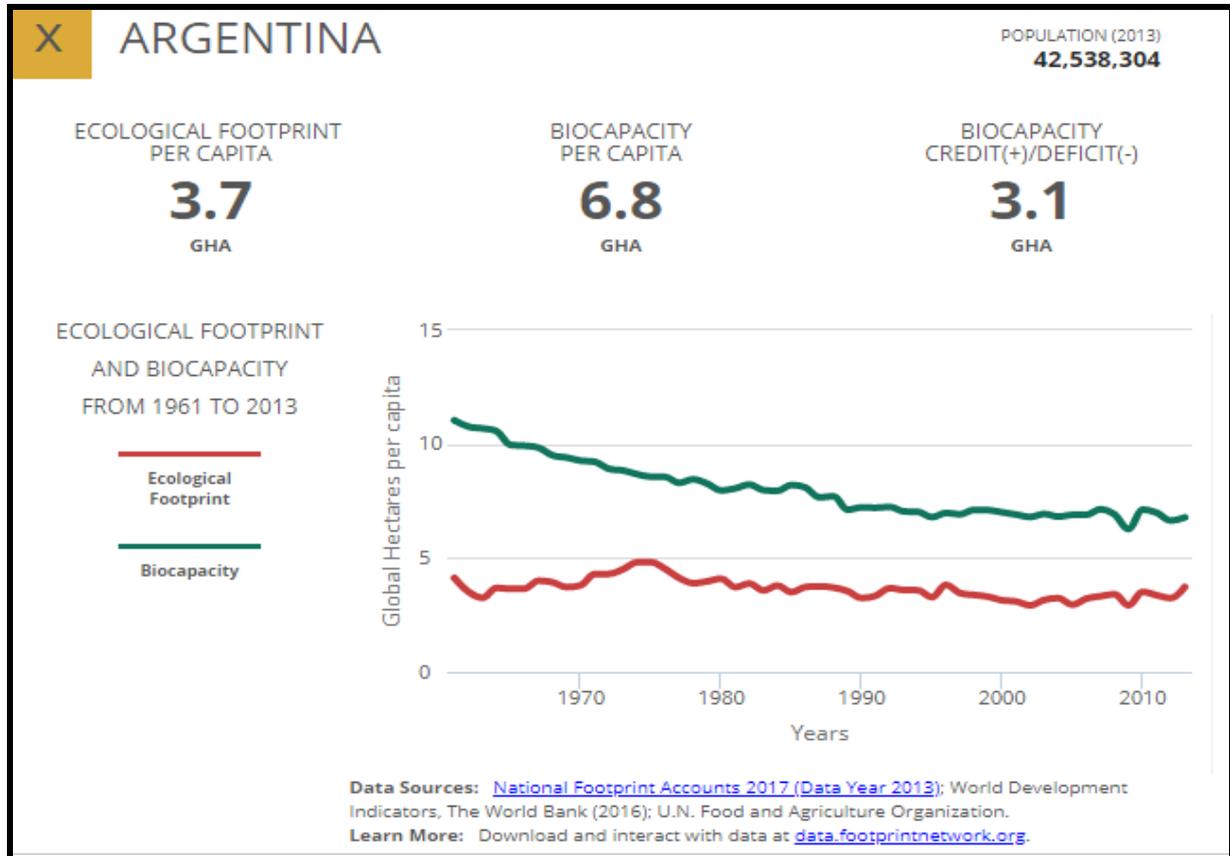
Otros países con muy bajas biocupacidades o altas cantidades de población, se encuentran en el Sudeste Asiático, Asia Central. Por último, existen países que a pesar de tener HE bajas también cuentan con biocupacidades muy bajas, como los países del norte, sur y centro este de África.

Y por otro lado tenemos los países que se encuentran coloreados de distintas tonalidades de verde, que representan sus saldos entre HE y biocupacidad como positiva. Por ejemplo, países como Brasil, países del centro de África, de la zona Andina de América Central y del Sur, con baja HE y bajas biocupacidades; y además, países que a pesar de tener una alta HE tienen una muy alta biocupacidad, lo que provoca un saldo positivo, como Australia, Canadá, países escandinavos, Mongolia y Nueva Zelanda.

1.2.3. Huella ecológica nacional

La República Argentina tiene una HE de 3,70 Hag/per cápita, y su biocapacidad es de 6,8; con un déficit positivo de 3,1 Hag/per cápita.

Fig. 17. HE de Argentina.



Fuente: Global Footprint Network, *Advancing the Science of Sustainability: Ecological Wealth of Nations*.

La situación de Argentina muestra que la huella ecológica se mantiene estable a través del tiempo y que tiene una biocapacidad más alta, presenta un saldo positivo de 3,1 Hag. Cabe destacar, sin embargo, que su HE es de 3,7 que comparativamente con el resto de los países del mundo no es una HE baja, pero tiene aún una buena biocapacidad, a pesar de que esta última está decreciendo paulatinamente, desde 1961 que tenía alrededor de 11 a cerca de 7 Hag en el 2013.

1.2.4. Huella ecológica local

La Municipalidad de la Ciudad de Resistencia ha realizado el cálculo de la HE generada por la ciudad, con datos del año 2010.

Para el cálculo realizado utilizaron el método modificado y adaptado de Wackernagel y Rees (*op. cit*), que se basa en determinar, para un territorio y una población determinados, la superficie necesaria para la obtención de recursos de origen biológico, el consumo total de energía, y el consumo de energía relacionada con la producción de bienes. A estos valores se añadieron, el consumo de suelo por asentamientos humanos e infraestructuras de comunicación.

Para el cálculo de la HE es preciso asociar el consumo total de las siguientes variables que se detallan en la Fig. 18, con un área determinada. Esta relación entre el consumo en toneladas y la superficie ocupada se conoce como productividad (Mayor Farguell, Quintana y otros), que posteriormente se divide por la población censada en nuestro país cuyo índice nos arroja una población de 290.723 hab. para el año 2010 para la ciudad de Resistencia.

Los resultados que obtuvieron son los que se muestran a continuación:

Fig. 18. HE de Resistencia, Chaco, Argentina

CALCULO HUELLA ECOLÓGICA DE LA CIUDAD DE RESISTENCIA					
CATEGORÍAS	VALOR	UNIDADES DE MEDIDA	FACTOR DE EMISIÓN	VALOR TOTAL EN EL PERIODO 2016-2017	UNIDAD
DEMANDA DE AGUA DE RED	4.465,98	M ³ /H	0,065	290,29	TN/CO ₂ /AÑO
DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	680.858	GW/H	1,08	735.326,64	TN/CO ₂ /AÑO
GENERACIÓN DE CO ₂ POR VEHÍCULOS	12.267,37	TN./DÍA	0,66	8.096,46	TN/CO ₂ /AÑO
GENERACIÓN DE RESIDUOS	436.084,50	KG./DÍA	0,054	23.548,56	TN/CO ₂ /AÑO
POBLACIÓN	290.273	HAB.	TOTAL	767.261,95	TN/CO₂/AÑO
SUP. TOTAL DE LA LOCALIDAD	187.201	KM ²	HUELLA ECOLÓGICA 1,08 Ha/hab.		
SUP. DEL EJIDO URBANO	79.222	KM ²			

Fuente: Municipalidad de la ciudad de Resistencia. Chaco, Argentina.

2. Objetivos

2.1. General

- ✓ Determinar la huella ecológica generada por la FADyCC, localizada en la ciudad de Resistencia, para el año 2.017, a fin de proponer acciones que reduzcan el impacto ambiental generado.

2.2. Específicos

- ✓ Aplicar la metodología del cálculo de la huella ecológica en universidades, utilizada por la Oficina de Desarrollo Sostenible de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), España.
- ✓ Evaluar el impacto ambiental asociado a actividades de docencia, investigación y gestión universitaria de esta Unidad Académica de la UNNE sobre su entorno.
- ✓ Elaborar un protocolo de medidas compensatorias inherentes al funcionamiento de la facultad.

2.3. Personales

- ✓ Con la elaboración de este trabajo y su posterior defensa, se pretende culminar con los requisitos necesarios para la finalización del Trabajo Final de Master, perteneciente a la Maestría en Gestión Ambiental Sostenible, dictado por Bureau Veritas Formación y la Universidad de Alcalá como Centro Colaborador.
- ✓ Continuar con mi formación académica, con la finalidad de poder volcar los conocimientos adquiridos, tanto al desarrollo de Proyectos de Investigación de los cuales formo parte, como al dictado de clases de la materia a mi cargo.
- ✓ Promover que la FADyCC introduzca criterios de sostenibilidad, y continúe con el compromiso de responsabilidad sobre el cuidado y protección del medio ambiente.

3. Desarrollo

3.1. Metodología de cálculo del sistema elegido

Esta metodología tiene en consideración que los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía, requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos de producción y del uso final de los productos y para la creación de infraestructuras (Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Colombia).

Para el cálculo de la misma se toma como base la “Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades” planteada por Noelia López Álvarez⁵.

La metodología de cálculo de la HE tiene en consideración que los sistemas ecológicos son necesarios para la obtención de flujos de materiales y energía requeridos para la producción de cualquier tipo de producto, para la absorción de los residuos de los procesos de producción y del uso final de los productos, y para la creación de infraestructuras. (López Álvarez *op. cit.*, 2008).

Por lo anterior expuesto, se plantea a la universidad como un “sistema integrado” con entradas y salidas (Molina Restrepo y Ocampo Rodríguez, 2016) que tienen un impacto ambiental en su entorno:

- Entradas asociadas al consumo de recursos naturales: combustibles fósiles (energía eléctrica, calorífica, movilidad), agua, materiales (construcción de edificios) y papel.
- Salidas: Emisiones CO₂ y residuos sólidos.

La metodología se adaptó a las necesidades de la investigación e influyó mucho la información tanto directa como indirecta, a la que se pudo acceder para los cálculos de las variables.

La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), fue creada oficialmente el 14 de diciembre de 1956, aunque comienza su historia entre los años 1920 y 1955, cuando estaba constituida por el funcionamiento de Facultades, Carreras e Institutos creados en el Nordeste por las Universidades Nacionales del Litoral y de Tucumán y subordinados a ellas, como las Facultades de Ciencias Agrarias y la de Ciencias Económicas, que funcionan desde 1951.

La UNNE es una institución regional y sus edificios se hallan ubicados en dos ciudades de dos provincias diferentes: Corrientes (provincia homónima, de Corrientes) y Resistencia (provincia del Chaco), y las facultades se dividen en una u otra ciudad, pero, sin embargo, el Rectorado se encuentra en Corrientes.

⁵ Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible.

Las facultades que conforman la UNNE, son las que se enumeran a continuación:

- Arquitectura y Urbanismo (Resistencia)
- Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (Resistencia)
- Ciencias Agrarias (Corrientes)
- Ciencias Económicas (Resistencia)
- Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (Corrientes)
- Ciencias Veterinarias (Corrientes)
- Derecho y Ciencias Sociales y Políticas (Corrientes)
- Humanidades (Resistencia)
- Ingeniería (Resistencia)
- Medicina (Corrientes)
- Odontología (Corrientes)
- Instituto de Ciencias Criminalísticas y Criminología (Corrientes)

La UNNE contaba con unos 1.500 alumnos en 1957, mientras que en la actualidad la cifra asciende alrededor de 60.000, contando con un ingreso de unos 13.000 estudiantes por año y un egreso de las distintas facultades de 3.000 profesionales al año.

Foto 1. Rectorado de la UNNE, ubicado en la ciudad de Corrientes Capital.



Fuente: FADyCC – UNNE

El sujeto de estudio de este trabajo es una de las facultades de la UNNE, la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura, ubicada en la Ciudad de Resistencia. Es una Facultad muy joven, creada el 1 de enero de 2.010, que divide su organización en tres áreas: Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura.

Las carreras que se dictan son las siguientes:

- Licenciatura en Gestión y Desarrollo Cultural (Área de Ciencias de la Cultura)
- Licenciatura en Turismo (Área de Ciencias de la Cultura)
- Licenciatura en Artes Combinadas (Área de Artes)
- Tecnicatura en Diseño de Imagen, Sonido y Multimedia (Área de Diseño)

Existen alrededor de 1.400 alumnos repartidos entre las distintas carreras mencionadas anteriormente, y un personal de 239 personas: 180 profesores y 59 administrativos y no docentes.

Foto 2: Frente de la FADyCC



Fuente: elaboración propia

Foto 3. Imagen del frente de la FADyCC



Fuente: elaboración propia

Foto 4. Frente de la FADyCC decorado



Fuente: FADyCC – UNNE

Foto 5. Logo de la Facultad y pasillo.



Fuente: FADyCC – UNNE

3.2. Análisis del sistema: entradas y salidas

Es sistema en estudio, presenta las siguientes consideraciones para su análisis: como entradas se consideran el consumo de recursos naturales (agua, materiales para el mantenimiento de edificios, papel y combustibles fósiles: energía eléctrica, energía calorífica, movilidad) y como salidas: producción de residuos y emisiones de CO₂.

Para la obtención de datos tanto de la entrada como la salida de variables del sistema, se utilizaron diferentes métodos, de acuerdo al tipo de dato: fuente de información directa, mediante encuestas a personas calificadas (administrativos de la Facultad) y estudiantes. Otro grupo de datos, ameritó su obtención a través de cálculos (emisiones de CO₂).

A continuación, se presenta la Tabla 1, con la descripción del sistema con sus entradas y salidas.

Tabla 1. Entradas y salidas del sistema.

ENTRADAS (CONSUMO DE RECURSOS NATURALES)	SALIDAS (EMISIONES)
Agua	CO ₂
Energía Eléctrica	Residuos Sólidos (Peligrosos y No Peligrosos)
Papel	
Movilidad	
Mantenimiento de Edificios	

Fuente: elaboración propia, a partir de López Álvarez, 2008.

3.3. Tipos de recursos y de residuos que se han considerado en el cálculo de la huella

Los consumos de recursos naturales de la FADyCC (anualmente) se presentan como “entradas” en la Tabla 2, y como “salidas” en la Tabla 3, mientras que la Tabla 4 expresa otros datos necesarios para el análisis de este sistema.

Tabla 2. Entradas

CONSUMO DEL RECURSO	FORMAS DE OBTENER	DATOS OBTENIDOS
AGUA	Boletas de consumo eléctrico proporcionadas por la administración de la facultad	Consumo anual: 1316 M3 – 1316000 L
ENERGIA ELECTRICA Y CALORICA	Boletas de consumo eléctrico proporcionadas por la administración de la facultad	Consumo anual: 101486 KWH
MOVILIDAD DEL PERSONAL	Encuesta	Se detallan más adelante
MOVILIDAD DEL ESTUDIANTE	Encuesta	Se detallan más adelante
PAPEL DEL PERSONAL	Datos de compras de papel realizadas por la administración de la Facultad	260 resmas de 500 hojas de 80 gr por año
PAPEL DEL ESTUDIANTE	Encuesta	Se detallan más adelante

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Salidas.

PRODUCCION	FORMAS DE OBTENER	DATOS OBTENIDOS
RESIDUOS URBANOS NO PELIGROSOS	Peso de las bolsas	5 kg / día
RESIDUOS URBANOS PELIGROSOS	Peso de los residuos peligrosos *	7,4 kg / año

*(Peligrosos: Aceites, Ácidos y álcalis, Absorbentes Biosanitarios usados, Disolventes, Baterías, Equipos electrónicos, incluye tubos fluorescentes, Envases plásticos, metálicos y de vidrio, Filtros de aceite, Pilas, Tóner, etc.).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Otros datos necesarios para el análisis del sistema.

DATOS	CANTIDADES
SUPERFICIE TOTAL DEL CAMPUS	1865 m ²
CANTIDAD DE PERSONAL	239 (180 profesores y 59 no docentes)
CANTIDAD DE ALUMNOS	1400

Fuente: elaboración propia.

DESCRIPCIÓN DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS:

A continuación, se detalla el contenido de las encuestas realizadas para este análisis.

Encuesta 1: Consumo de papel por parte del estudiante:

1-Consumo aproximado de papel durante una semana lectiva.

El consumo de papel por parte de los alumnos se calcula teniendo en cuenta la contribución de tres principales formas de consumo entre estudiantes:

a) Papel consumido para apuntes durante las clases

(Número de hojas de papel, folios y hojas de cuadernos empleados por semana)

b) Papel consumido para realizar trabajos encargados en diferentes materias

(Se consideran 5 hojas/trabajo/estudiante)

b) Papel consumido en fotocopias en el año académico

(Cantidad total de hojas consumidas al año)

2- Porcentaje de consumo de papel reciclado a lo largo del curso.

(Número de hojas de papel recicladas)

Datos suministrados por el área administrativa relacionados al consumo de papel por parte del personal:

Compras realizadas durante todo el año por parte del área encargada de compras, cantidad de resmas y gramos de las mismas

Encuesta 2: Movilidad (por el Personal y por los Estudiantes)

Encuesta donde se preguntó entre otras cosas:

1-Medio de transporte empleado en los desplazamientos entre el lugar de residencia y la FADyCC (auto-moto-colectivo)

2-Número semanal de desplazamientos

3-Distancia media en kilómetros por trayecto.

A partir de estos datos se calcula el número de kilómetros realizados anualmente en cada medio de transporte.

EJEMPLOS DE FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS

Encuesta al personal de la FADyCC

MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA IR DE SU CASA A LA FADyCC Y VICEVERSA				
<input type="checkbox"/> AUTO a NAFTA	<input type="checkbox"/> AUTO DIESEL	<input type="checkbox"/> MOTO	<input type="checkbox"/> COLECTIVO	<input type="checkbox"/> OTRO ESPECIFICAR
NUMERO DE VECES POR SEMANA QUE VA DE:			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC:	<input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:
DISTANCIA APROXIMADA EN KM DE CADA TRAYECTO			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC:	<input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:.....

Encuesta a estudiantes de la FADyCC

MEDIO DE TRANSPORTE UTILIZADO PARA IR DE SU CASA A LA FADyCC Y VICEVERSA				
<input type="checkbox"/> AUTO a NAFTA	<input type="checkbox"/> AUTO DIESEL	<input type="checkbox"/> MOTO	<input type="checkbox"/> COLECTIVO	<input type="checkbox"/> OTRO ESPECIFICAR
NUMERO DE VECES POR SEMANA QUE VA DE:			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC:	<input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:
DISTANCIA APROXIMADA EN KM DE CADA TRAYECTO			<input type="checkbox"/> SU CASA A LA FADyCC:	<input type="checkbox"/> FADyCC A SU CASA:.....

3.4. Cálculos de emisiones de CO2

3.4.1. Cálculo Directo

Se aplica un cálculo directo en los casos en que se tengan los datos de consumos conocidos, por lo que habrá que transformar los consumos a emisiones equivalentes de CO2, mediante los factores de conversión correspondientes, y coherentes en unidades (López, 2009). Si se obtienen los consumos y sus correspondientes factores de conversión, se unificarán las unidades, lo que permitirá analizar y cotejar los resultados. Finalmente, todos los cálculos de emisiones de CO2 deben tener las mismas unidades.

En general, una vez que se conocen los factores de emisión y se dispone de los datos de consumo, únicamente hay que multiplicar por el correspondiente factor de emisión para conocer las emisiones asociadas.

Emisiones asociadas a la movilidad propia de vehículos de la FADyCC

La FADyCC cuenta con 1 vehículo propio, con motor diésel, que consumió en el año 2017 un total de 2.864 litros de gasoil.

Si aplicamos el factor de conversión para gasoil tendremos emisiones asociadas a la movilidad del vehículo propio de la FADyCC:

Consumo (litros) 2.864 x Factor de emisión gasoil (kgCO2/litro gasoil) 2.79

$$2.864 \times 2.79 = 7.990,56 \text{ kg de CO}_2$$

Emisiones asociadas a vehículos propios = 7.990,56 kgCO2

Consumo de combustible movilidad propia (litros) (kgCO2/litro gasoil)	Factor de emisión
2.864	2,79
Emisiones asociadas a vehículos propios = 7.990,56 kg CO2	

Emisiones asociadas a la generación de residuos

Residuos urbanos no peligrosos

La FADyCC produce 5 kg de residuos urbanos no peligrosos por día, entre los que se destacan (yerba, café, papel, botellas de plástico, latas, pañuelos descartables, etc.). Si se tiene en cuenta los 365 días el año, para saber cuántos días corresponde al año lectivo universitario, hay que restar los días de fines de semana (100), días feriados (15) y días de vacaciones (45). Esto da un resultado de unos 200 días hábiles al año donde se genera basura y si se realiza la

operación de 200 días hábiles por 5 kg el resultado es que se producen 1.000 kg de basura urbana al año en la Facultad.

En este caso, como se dispone de datos de generación de residuos, se aplica directamente el factor de emisión y se obtienen las emisiones de CO₂ (Norverno), tal como se muestra en la siguiente fórmula, donde “(un)” indica las unidades en las que se computa cada consumo o generación y el factor de emisión según IPCC (2006) que considera para Residuos urbanos (no peligrosos) es de 91,70 kgCO₂/kg residuo. Donde:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{consumo o generación (un)} \times \text{Factor Emisión kgCO}_2\text{/ (un)}$$

Para una producción de 100 kg de residuos y su factor de conversión de 91,70, aplicando la fórmula se obtiene:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = 1.000 \text{ kg} \times 91,70 \text{ kgCO}_2\text{/kg}$$

$$\text{Emisiones} = 91.700 \text{ kg CO}_2$$

Generación total de residuos (kg)	Factor de conversión (kgCO ₂ /kg)
1.000	91,70
Emisiones asociadas a la generación de residuos = 91.700 kg CO₂	

Residuos peligrosos

En cuanto a la generación de residuos peligrosos, solamente se produce generación de residuos electrónicos (incluyendo tubos fluorescentes y tóner) de los cuales la FADyCC produce 7,4 kg anuales. Cabe aclarar que no son producidos otro tipo de residuos peligrosos debido al tipo de tareas que se realizan en la Facultad.

Los anteriormente citados residuos peligrosos tienen un factor de emisión de $1,35 \cdot 10^{-02}$, aplicando la misma fórmula del caso anterior de los residuos urbanos se tendría lo siguiente:

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = \text{consumo o producción (un)} \times \text{Factor Emisión kgCO}_2\text{/ (un)}$$

$$\text{Emisiones (kg CO}_2\text{)} = 7,4 \text{ kg} \times 1,35 \cdot 10^{-02} \text{ kgCO}_2\text{/kg}$$

$$\text{Emisiones} = 7,4 \times 0,0135 = 0,0999 \text{ kg CO}_2$$

Generación total de residuos peligrosos (kg)	Factor de conversión (kgCO ₂ /kg)
7,4	$1,35 \times 10^{-02}$
Emisiones asociadas a la generación de residuos peligrosos = 0,0999 kg CO₂	

3.4.2. Cálculo indirecto

Como se comentó anteriormente, para obtener datos relacionados con transporte y hábitos de consumo de papel de los estudiantes, los mismos se evaluaron a partir de encuestas, es lo que se denomina cálculo indirecto (Universidad de Sevilla, Huella Ecológica). Una vez obtenidos los datos se aplican directamente los factores de emisión.

Para el estudio de huella es necesario de disponer de datos relativos a la totalidad de la Universidad por lo que se emplean los factores de extrapolación sobre los valores obtenidos a partir de encuestas realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de miembros de la Universidad.

El cálculo del tamaño muestral se realizó con la siguiente fórmula, para un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95%, y un error de estimación del 5%:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra. (Número de entrevistas a realizar).

N = tamaño de la población

α = el nivel de confianza elegido. Se tomó un 95%.

Z_{α} = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo $\pm Z_{\alpha}$ una proporción α de los individuos

p = proporción en que la variable estudiada se da en la población. En nuestro caso 0.5.

$q = 1 - p$.

e = error de la estimación. Para nuestro caso, se tomó 5%

Una vez diseñada la muestra y realizadas las encuestas, se calcula el valor medio de las respuestas, y se lo multiplica por el total de la población.

Emisiones asociadas al consumo de electricidad

Se incluyen aquí todos los consumos de electricidad del 2017 en el FADyCC, obtenidos por cálculo directo:

Cálculo del Factor de Emisión de CO₂, de la Red Argentina de Energía Eléctrica⁶ que han realizado los cálculos correspondientes a la red argentina para el año 2015: 0,509 kgCO₂/KWH

⁶ La Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Consumo total de electricidad (kWh)	Factor de conversión (kgCO ₂ /kWh)
101.486	0,509
Emisiones asociadas a consumo de electricidad = 51.656,37 kg CO₂	

Emisiones asociadas al Mantenimiento edilicio

Se consideró en el presente cálculo, que la vida útil de los edificios de la Facultad, es de 50 años, que es el tiempo estimado que transcurre sin que sea necesario realizar obras de acondicionamiento de envergadura suficiente como para modificar el valor del factor.

La superficie total construida de todos los edificios en la FADyCC es de 1.865 m².

El factor de emisión estimado, para un edificio universitario, a partir de las emisiones de dióxido de carbono debidas a la construcción de la estructura, cubiertas, pavimentos, paredes, sistemas de iluminación, instalaciones, revestimientos y pinturas es de 521 kg CO₂/m², según: "Informe MIES. Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. (1.999)"

Por tanto, las emisiones asociadas a construcción en este trabajo son:

$$\frac{\text{Superficie construida} \times \text{factor de emisión}}{\text{Vida útil de la construcción}} = \frac{1865 \times 521}{50 \text{ (años)}} = \frac{971.665}{50} = 19.433,30$$

Superficie construida (m ²)	Factor de conversión (kgCO ₂ /m ²)
1.865	521
Emisiones asociadas al mantenimiento edilicio: 19.433,30 kgCO₂/año	

Emisiones asociadas con la movilidad de vehículos no propios del personal docente y no docente de la FADyCC

Como se describiera anteriormente, para obtener datos relacionados con transporte y hábitos de consumo de papel de los estudiantes, fue necesaria la elaboración de encuestas, a lo que se llama cálculo indirecto. De igual manera se utilizaron las mismas para calcular las emisiones asociadas a la movilidad de vehículos no propios. Una vez obtenidos los datos se aplicaron directamente los factores de emisión.

Para el estudio de la HE es necesario disponer de datos de la totalidad de la Facultad por lo que, a tal fin, se emplearon factores de extrapolación sobre los valores obtenidos de las encuestas realizadas. Dichas encuestas fueron realizadas a una cantidad estadísticamente representativa de integrantes de la Facultad.

El cálculo del tamaño muestral se realizó con la siguiente fórmula para un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95%, y un error de estimación del 5%.

La FADyCC cuenta en su planta de personal con 180 docentes y 59 no docentes (administrativos, técnicos y ordenanzas). Entre ambas plantillas suman 239 personas. De este total general de personal se saca el tamaño de la muestra, a través de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra. (Número de entrevistas a realizar).

N = tamaño de la población: 239

α = el nivel de confianza elegido: 95%.

Z_{α} = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo $\pm Z_{\alpha}$ una proporción α de los individuos: 1,96

p = proporción en que la variable estudiada se da en la población. En nuestro caso 0.5.

q = 1 - p.

e = error de la estimación. Para este estudio, se tomó un 5%.

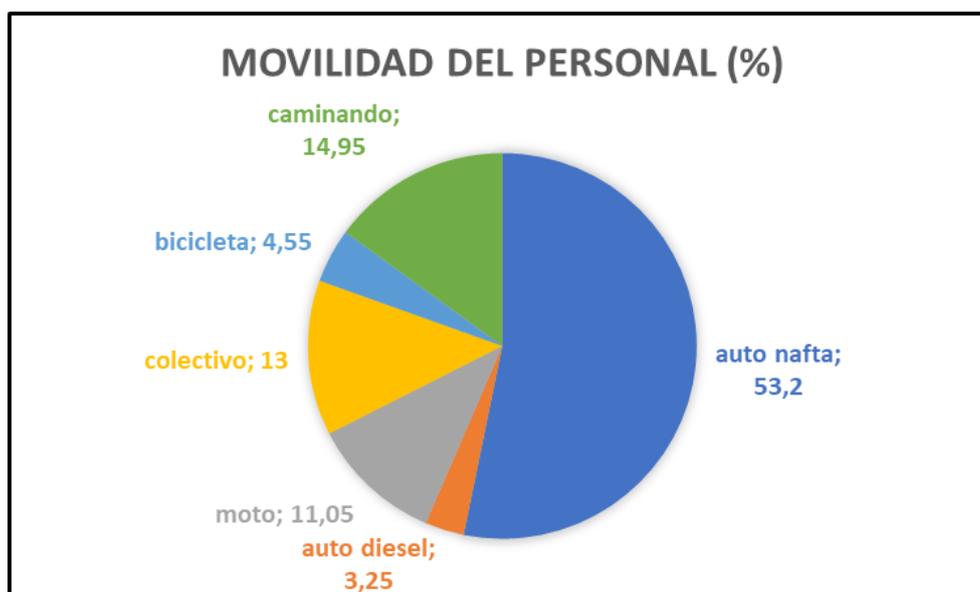
Aplicando la fórmula:

$$\frac{239 \times 1,96^2 \times (0,5 \times 0,5)}{0,05^2 \times (239-1) + 1,96^2 \times (0,5 \times 0,5)} = \frac{239 \times 3,8416 \times 0,25}{0,0025 \times 238 + 3,8416 \times 0,25} = \frac{229,5356}{0,595 + 0,9604}$$

$$n = \frac{229,5356}{1,5554} \quad n = 147,573 \quad \text{Tamaño de la muestra para realizar la encuesta} = 148 \text{ personas}$$

Una vez diseñada la muestra y realizadas las encuestas, se calculó el valor medio de las respuestas, y multiplicó por el total de la población (Fig. 19).

Fig. 19. Movilidad del personal de la Facultad.



Fuente: elaboración propia.

Según las encuestas realizadas al Personal Docente y no Docente de la Facultad, en promedio cada persona recorre 18 km por día para ir y volver a la Facultad, y también en promedio lo hacen 3 veces por semana. Con lo cual se tendrá que cada persona recorre 54 km por semana. Si a esa cantidad se la divide por los 5 días hábiles de la semana implica que cada persona recorre 10,8 km por día.

También como resultado de las encuestas se pudo obtener el porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte (Tabla 4), y los resultados fueron:

Tabla 4. Porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte.

TIPO DE MOVILIDAD	% DE PERSONAS	CANTIDAD DE PERSONAS/MOVILIDAD
AUTO NAFTA	53,20	127
AUTO DIESEL	3,25	8
COLECTIVO	13	31
MOTO	11,05	26
BICICLETA	4,55	11
CAMINANDO	14,95	36

Fuente: elaboración propia.

Cada una de las personas recorre en promedio 10,8 km por día. En este caso, solo se utilizarán los medios de transporte que impliquen un consumo de combustible y por lo tanto, no se tendrán en cuenta las movilidades del personal en bicicleta ni caminando.

El paso siguiente fue el de calcular cuánto combustible consumieron esas personas en cada medio de transporte que utilizaron (Tabla 5), en función de los distintos rendimientos de los motores y combustibles utilizados para que funcionen.

Tabla 5. Consumo de combustible de personas según medio de transporte.

TIPO DE MOVILIDAD	DISTANCIA km/día	RENDIMIENTO promedio (l/km)	CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE (l/día)
AUTO NAFTA	1372	0,081	111,13
AUTO DIESEL	86	0,053	4,56
COLECTIVO	335	0,33	110,55
MOTO	281	0,030	8,43

Consumo de combustible = Km recorridos x rendimiento de combustible

Fuente: elaboración propia.

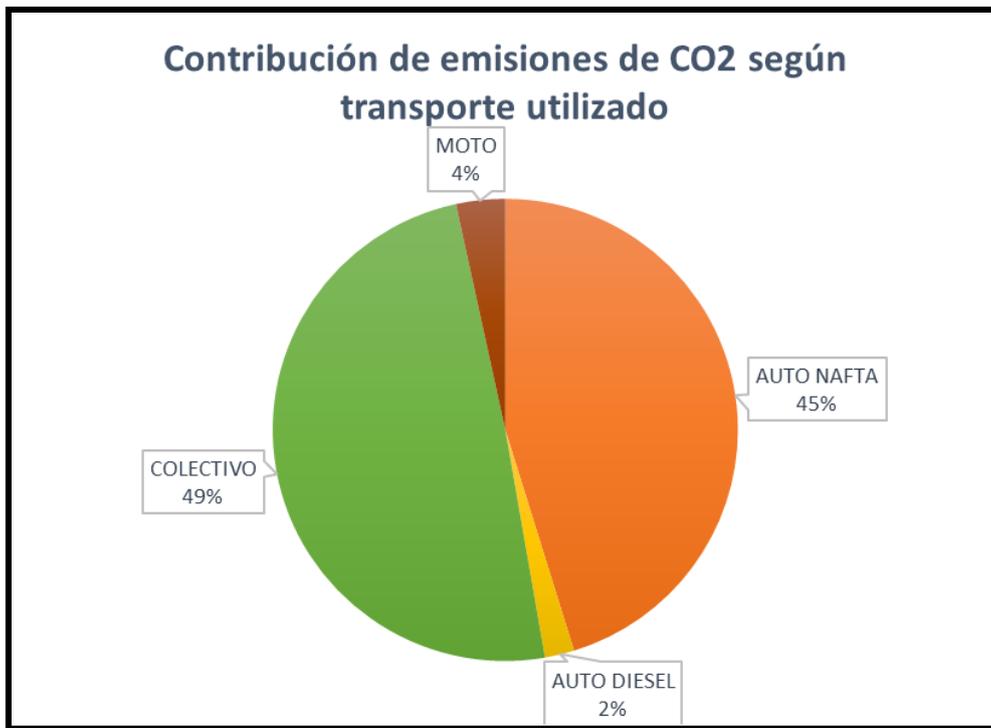
Una vez que se hallaron los totales de consumo de combustible por cada persona y por cada tipo de movilidad, se necesita multiplicarlos por los Factores de Conversión de cada tipo de combustible, que en realidad son solo dos, para el combustible nafta o gasolina 2,38 KgCO₂/litro y para el combustible diésel 2,61 KgCO₂/litro.

Tabla 6. Consumo de combustible por persona y por tipo de movilidad.

TIPO DE MOVILIDAD	FACTOR DE CONVERSIÓN	EMISIONES ASOCIADAS CO ₂ (Kg/día)
AUTO NAFTA	2,38	265
AUTO DIESEL	2,61	12
COLECTIVO	2,61	289
MOTO	2,38	20
TOTAL		586

Fuente: elaboración propia.

Fig. 20. Contribución de emisiones de CO2 según el medio de transporte utilizado.



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la FADyCC tiene emisiones de CO2 diarias de 586 kg/día de CO2 (Fig. 20), y si se tiene en cuenta que la cantidad de días lectivos al año es de alrededor de 200, se obtienen emisiones de 117.200 kg/CO2 anuales producidos por los distintos medios de transporte que utiliza el personal de la Facultad.

Emisiones asociadas con la movilidad de vehículos no propios de alumnos de la FADyCC

Para completar el cálculo de las emisiones de CO2 por el tipo de medio de transporte utilizado por los alumnos, se realizará el procedimiento completo igual al anteriormente calculado para la movilidad del personal docente.

El primer paso es calcular el tamaño de la muestra para realizar la encuesta, con lo cual se vuelve a aplicar la fórmula:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra. (Número de entrevistas a realizar).

N = tamaño de la población: 1400

α = el nivel de confianza elegido: 95%.

Z_{α} = el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo $\pm Z_{\alpha}$ una proporción α de los individuos: 1,96

p = proporción en que la variable estudiada se da en la población. En este caso, 0.5.

q = 1 - p.

e = error de la estimación. Para este estudio: 5%.

Aplicando la fórmula:

$$\frac{1400 \times 1,962 \times (0,5 \times 0,5)}{0,052 \times (1400-1) + 1,962 \times (0,5 \times 0,5)} = \frac{1400 \times 3,8416 \times 0,25}{0,0025 \times 1399 + 3,8416 \times 0,25} = \frac{1.344,56}{3,4975 + 0,9604}$$

$$n = \frac{1.344,56}{4,4579} \quad n = 301,61$$

Tamaño de la muestra para realizar la encuesta = 302 alumnos

Según los resultados de las encuestas realizadas a los alumnos de las Carreras de Licenciatura en Gestión y Desarrollo Cultural, Licenciatura en Artes Combinadas y Licenciatura en Turismo, en promedio cada persona recorre 12 km por día para ir y volver a la Facultad, y también en promedio lo hacen 5 veces por semana. Con lo cual se tendrá que cada persona recorre 60 km por semana, a esa cantidad la dividimos por los 5 días hábiles de la semana y en conclusión recorre 12 km por día.

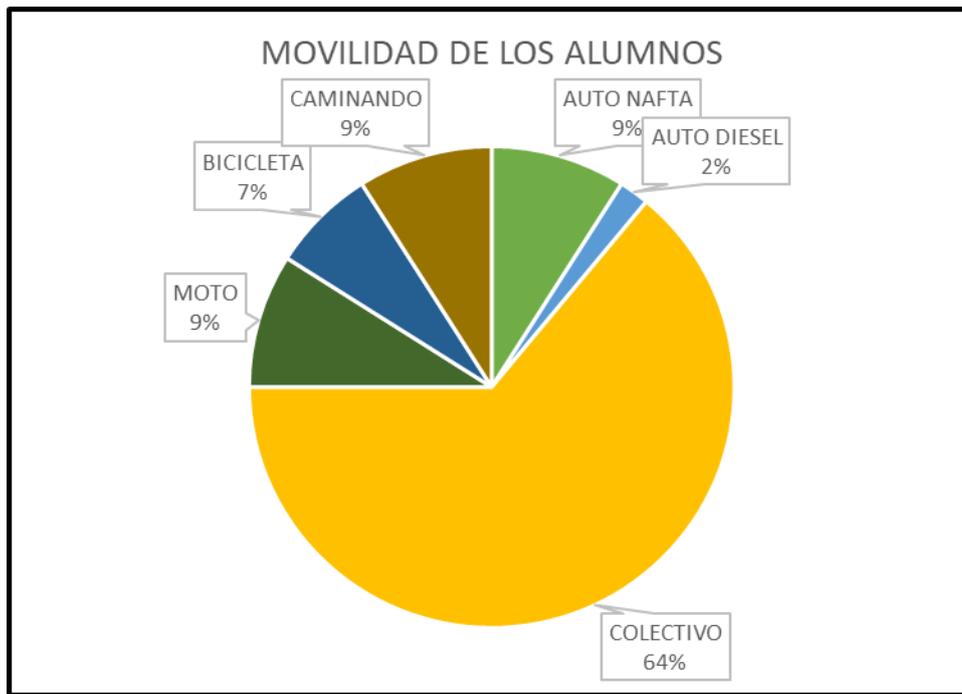
También como resultado de las encuestas se pudo obtener el porcentaje de personas que realiza el recorrido según medio de transporte, y los resultados fueron:

Tabla 7. Cantidad de personas por medio de movilidad y % de personas que lo utilizan

TIPO DE MOVILIDAD	% DE PERSONAS	CANTIDAD DE PERSONAS/MOVILIDAD
AUTO NAFTA	9	126
AUTO DIESEL	2	28
COLECTIVO	64	896
MOTO	9	126
BICICLETA	7	98
CAMINANDO	9	126

Fuente: elaboración propia.

Fig. 21. Movilidad de los alumnos de la Facultad.



Fuente: elaboración propia.

En este análisis, solo se utilizan los medios de transporte que impliquen un consumo de combustible, por lo tanto, no se tendrán en cuenta las movilizaciones de los estudiantes en bicicleta ni caminando (Fig. 21).

El paso siguiente es el de calcular cuánto combustible consumieron esas personas en cada medio de transporte que utilizaron, en función de los distintos rendimientos de los motores y combustibles utilizados para que funcionen.

Tabla 8. Distancia, rendimiento y consumo de combustible según tipo de movilidad.

TIPO DE MOVILIDAD	DISTANCIA km/día	RENDIMIENTO promedio (l/km)	CONSUMO TOTAL DE COMBUSTIBLE (l/día)
AUTO NAFTA	1512	0,081	122,47
AUTO DIESEL	336	0,053	17,80
COLECTIVO	10752	0,33	3548,16
MOTO	1512	0,030	45,36

Consumo de combustible = Km recorridos x rendimiento de combustible

Fuente: elaboración propia.

Una vez que se hallaron los totales de consumo de combustible por cada persona y por cada tipo de movilidad, se necesita multiplicarlos por los Factores de Conversión de cada tipo de combustible, que en realidad son solo dos, para el combustible nafta o gasolina 2,38 KgCO₂/litro y para el combustible diésel 2,61 KgCO₂/litro y se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 9. Factor de conversión y emisiones asociadas según tipo de movilidad.

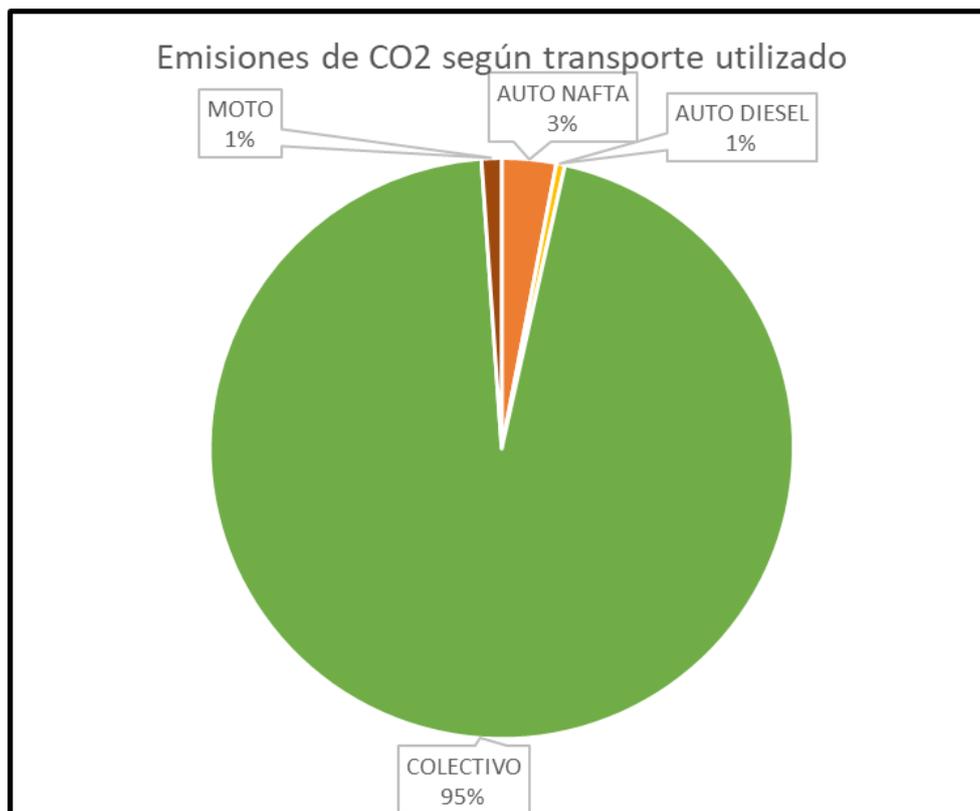
TIPO DE MOVILIDAD	Factor de conversión	Emisiones asociadas CO₂ (Kg/día)
AUTO NAFTA	2,38	291,47
AUTO DIESEL	2,61	46,46
COLECTIVO	2,61	9260,70
MOTO	2,38	107,96
TOTAL		9707

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 9, las mayores emisiones de CO₂ expresadas en (Kg/día), corresponden a la movilidad generada por el transporte de los alumnos en colectivo, con un total de 9260,70 Kg de CO₂ por día, seguido por el transporte en auto a nafta con 291,47 Kg de CO₂ por día, las motos con 107,96 Kg de CO₂ por día y por último los que se transportan en auto diésel con 46,46 Kg de CO₂ por día.

Si ahora esos totales de emisiones de CO₂ por medio de transporte se los pasa a porcentajes del total, se tendrá que las emisiones producidas por el transporte en colectivo generan el 95 % de las emisiones totales de CO₂, seguidas con mucho menos porcentaje de emisiones, las generadas por el auto a nafta con el 3% y por la moto y el auto diésel con un 1% cada uno de los medios. Esto se puede apreciar en la Fig. 22.

Fig. 22. Emisiones de CO2 según medio de transporte utilizado.



Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, la FADyCC tiene emisiones de CO2 diarias de 9.707 kg/día de CO2, y si se tiene en cuenta que la cantidad de días lectivos al año es de alrededor de 200, se obtienen emisiones de 1.941.400 kg/CO2 anuales producidos por los distintos medios de transporte que utiliza el alumnado de la facultad.

Emisiones asociadas al consumo de agua

El agua consumida en el FADyCC es suministrada por la empresa "Servicio de Agua y Mantenimiento Empresa del Estado Provincial" (SAMEEP). Los datos de los consumos, fueron obtenidos de las facturas que recibe la Facultad, con sus correspondientes consumos mensuales para el pago.

En este tipo de emisión en particular, para calcularlas se utilizarán los datos aportados por la propia compañía suministradora, que ha obtenido su factor de conversión: 0,12 kg CO2/m³ procesado, siendo "m³ de agua procesado" los m³ de agua potabilizados + m³ de agua depurados; ya que la organización consume energía eléctrica y gas natural tanto en potabilizar como en depurar.

Consumo total de agua (m ³)	Factor de conversión: kg CO ₂ /m ³
1316	0,12
Emisiones asociadas al consumo de agua: 157,92 kg CO₂	

Emisiones asociadas al consumo de papel

Para obtener las emisiones relacionadas al consumo de papel, se tomó como base para el cálculo, los datos aportados por el área administrativa de la FADyCC y las encuestas realizadas a los alumnos. Posteriormente, se realizaron extrapolaciones para la totalidad de la población universitaria (personal + alumnos), obteniéndose así la cantidad total de papel utilizado:

Personal (resmas 500 hojas)

Consumo: 260 resmas anuales de hoja tamaño A4.

Como la densidad del papel es de 80 g/m² y 1 m de papel contiene 16 hojas de A4, se puede calcular el peso del papel empleado:

$$\text{Peso de papel} = \frac{g \times N}{16 \times 10^6} \quad P = \frac{80 \times (260 \times 500)}{16.000.000} \quad P = \frac{80 \times 130.000}{16.000.000}$$

$$P = \frac{10.400.000}{16.000.000} = 0,65 \text{ tn } 650 \text{ kg}$$

Peso de papel A4 (toneladas) = P: peso de papel (kg) g: gramaje papel (g/m²) N: número de hojas

Factor de conversión papel virgen (Mg CO₂/Mg papel) = 1,84

Consumo papel personal FADyCC (tn)	Factor de conversión (Mg CO ₂ /Mg papel)
0,65	1,84
Emisiones asociadas al consumo de papel: 1,196 kg CO₂	

Alumnos

En el caso del consumo de papel por parte de los alumnos se necesita realizar una encuesta para ver cuánto papel consumen, entre apuntes, trabajos presentados y fotocopias.

Para realizar la encuesta, primero, como en el caso anterior de la movilidad, se necesita contar con el total de la población, en este caso 1.400 alumnos, para saber el tamaño muestral.

En función del total de alumnos con que cuenta la FADyCC, se aplicará la fórmula siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{e^2(N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

Siendo:

n = tamaño de la muestra. (Número de entrevistas a realizar).

N = tamaño de la población: 1400

α = el nivel de confianza elegido. Tomaremos 95%.

Zα= el valor de Z (siendo Z una variable normal centrada y reducida) que deja fuera del intervalo ±Zα una proporción α de los individuos: 1,96

p = proporción en que la variable estudiada se da en la población. En nuestro caso 0.5.

q = 1 - p.

e = error de la estimación. Para nuestro caso, tomaremos 5%.

Aplicando la fórmula:

$$\frac{1400 \times 1,962 \times (0,5 \times 0,5)}{0,052 \times (1400-1) + 1,962 \times (0,5 \times 0,5)} = \frac{1400 \times 3,8416 \times 0,25}{0,0025 \times 1399 + 3,8416 \times 0,25} = \frac{1.344,56}{3,4975 + 0,9604}$$

$$n = \frac{1.344,56}{4,4579} = 301,61$$

Tamaño de la muestra para realizar la encuesta = 302 alumnos

4,4579

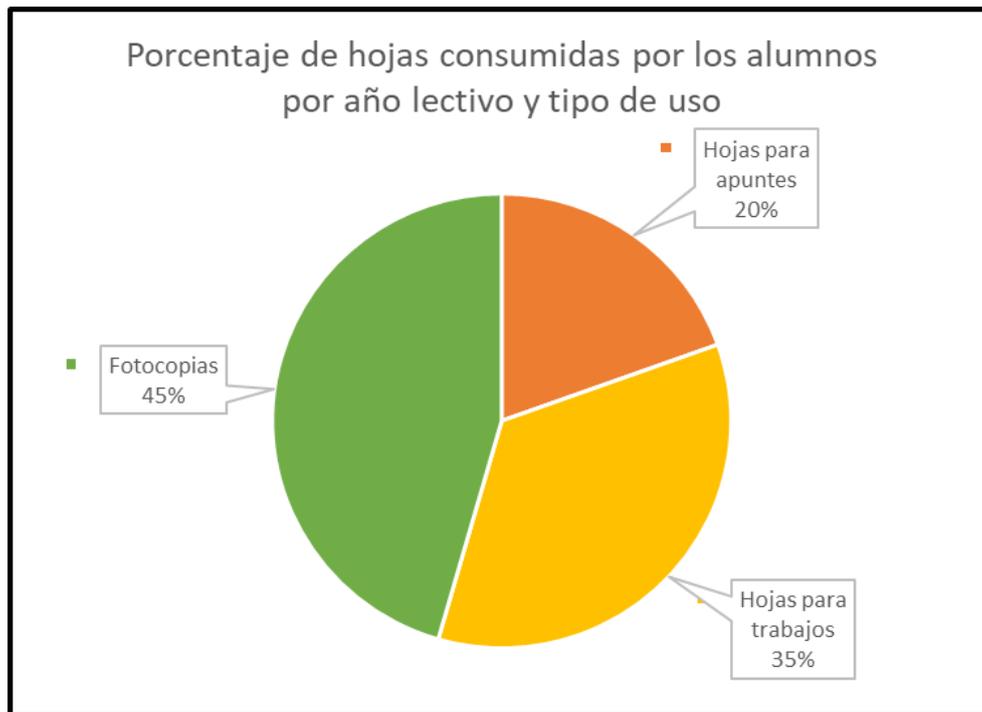
Los resultados obtenidos a través de las encuestas son:

Tabla 10. Cantidad total de hojas por alumnos según tipo de uso.

CONSUMO DE PAPEL TIPO DE PAPEL	CANTIDAD TOTAL POR ALUMNO (Hojas/Año Lectivo)	CANTIDAD TOTAL (Hojas/Año Lectivo)
Hojas para apuntes	280	392.000
Hojas para trabajos	500	700.000
Fotocopias	652	912.800
TOTAL	1432	2.004.800

Fuente: elaboración propia.

Fig. 23. Porcentaje de hojas consumidas por los alumnos por año lectivo y tipo de uso.



Fuente: elaboración propia.

Del total de 2.004.800 hojas consumidas por el alumnado por año, 1.663.984 son A4 vírgenes y 340.816 son A4 reutilizados.

Ahora que se tiene la cantidad de hojas por tipo de uso y por año lectivo, hay que hallar el peso correspondiente a esos montos.

Como la densidad del papel es de 80 g/m² y 1 m de papel contiene 16 hojas de DIN A4, se puede calcular el peso del papel empleado:

$$\text{Peso de papel A4 virgen (ton.)} = \frac{80 \times n}{16 \times 10^6} = \frac{80 \times 1.663.984}{16 \times 10^6} = 8,32 \text{ toneladas de A4 virgen}$$

$$\text{Peso de papel A4 reutilizado (ton)} = \frac{80 \times n}{16 \times 10^6} = \frac{80 \times 340.816}{16 \times 10^6} = 1,70 \text{ toneladas de A4 reutilizado}$$

Siendo:

80: los gramos de las hojas

N: el número de hojas A4

Los resultados son:

- Peso papel A4 virgen = 8,32 toneladas.
- Peso papel A4 reutilizado = 1,70 toneladas.

Factor de conversión papel virgen (Mg CO₂/Mg papel) = 1.84

Factor de conversión papel reutilizado (Mg CO₂/Mg papel) = 0.61

Emisiones de CO₂ del papel virgen = (8,32 ton X 1,84) = 15,308 ton CO₂ o 15.308 kg CO₂

Emisiones de CO₂ del papel reutilizado = (1,70 ton X 0,61) = 1,037 ton CO₂ o 1037 kg CO₂

3.4.3. Calculo de emisiones totales de CO2

Una vez halladas las emisiones en kg/CO2 de cada una de las categorías, como se aprecia en la Tabla 11, se procede a pasar esos resultados a toneladas de CO2. Luego se hallan los porcentajes de emisión de CO2 que tiene cada categoría o consumo, con la finalidad de tener una mejor apreciación y comparación.

Tabla 11. Cantidad de emisiones en Kg, Ton y % de emisiones de CO2, por categorías.

CATEGORÍA / EMISIONES	(Kg de CO2)	(Ton de CO2)	% emisión de CO2
Movilidad vehículo de la FADyCC	7.990,56	8	0,35
Movilidad de estudiantes	1.941.400	1.941	86
Movilidad personal	117.200	117	5
Residuos urbanos	91.700	92	4
Residuos peligrosos	0,0999	0,0001	0,000004
Electricidad	51.656,37	52	2
Construcción de edificios	19.433,30	19	0,8
Consumo de agua	157,92	0,2	0,009
Consumo de papel Personal	1,196	0,002	0,00009
Consumo de papel Estudiantes	16.345	16	0,7
TOTAL	2.245.884,45	2.245	99

Fuente: elaboración propia.

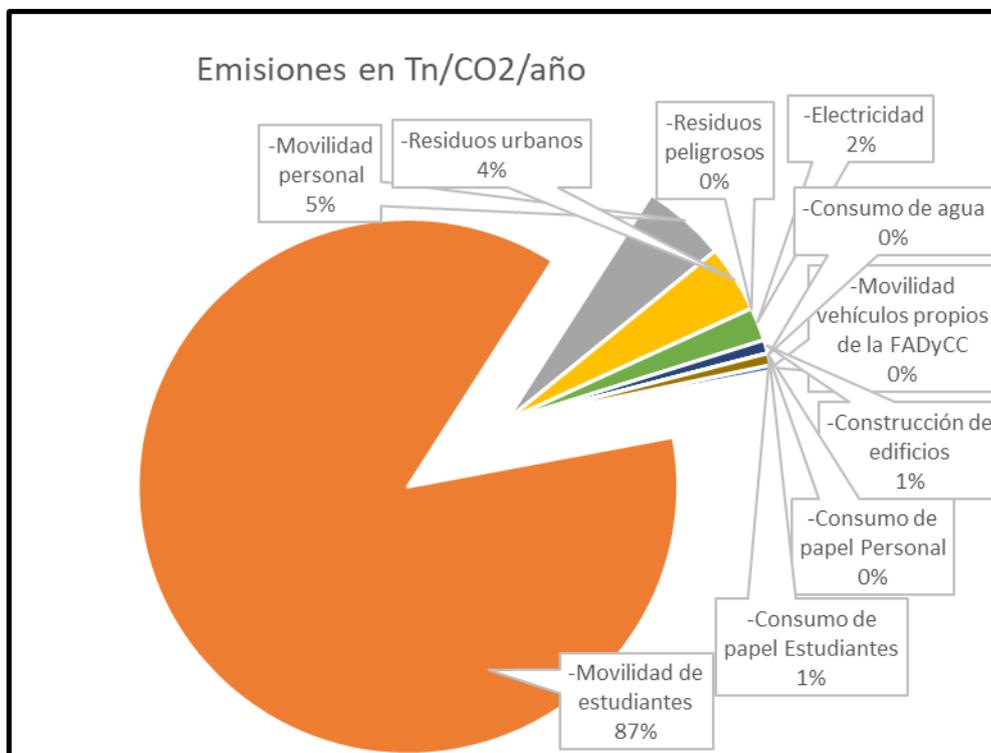
Como se observa en la Tabla 11, se obtiene como valor final, el total de toneladas de emisiones de CO2 de la FADyCC, de 2.245 ton/CO2 el año 2.017.

El total de estas emisiones están generadas por todas las actividades de docencia, investigación, administración y docencia que realiza la Facultad para su normal funcionamiento.

También se puede observar que la categoría que más aporta emisiones, es la movilidad propia que realizan los estudiantes para acudir a la Facultad con 86% del total, seguida muy de lejos por la movilidad del personal (5%), la generación de residuos urbanos (4%) y el consumo de electricidad (2%), luego con mucho menos de influencia sobre la generación de emisiones de CO2 siguen, la utilización de recursos para la construcción y el mantenimiento de los edificios

(0,8%), consumo de papel por parte de los estudiantes (0,7%), la utilización del vehículo propio de la facultad (0,35%), el consumo de agua (0,009%), consumo de papel por parte del personal de la facultad (0,00009%) y por último con el (0,000004%) la generación de residuos peligrosos.

Fig. 24. Emisiones en Tn-CO2-año.



Fuente: elaboración propia.

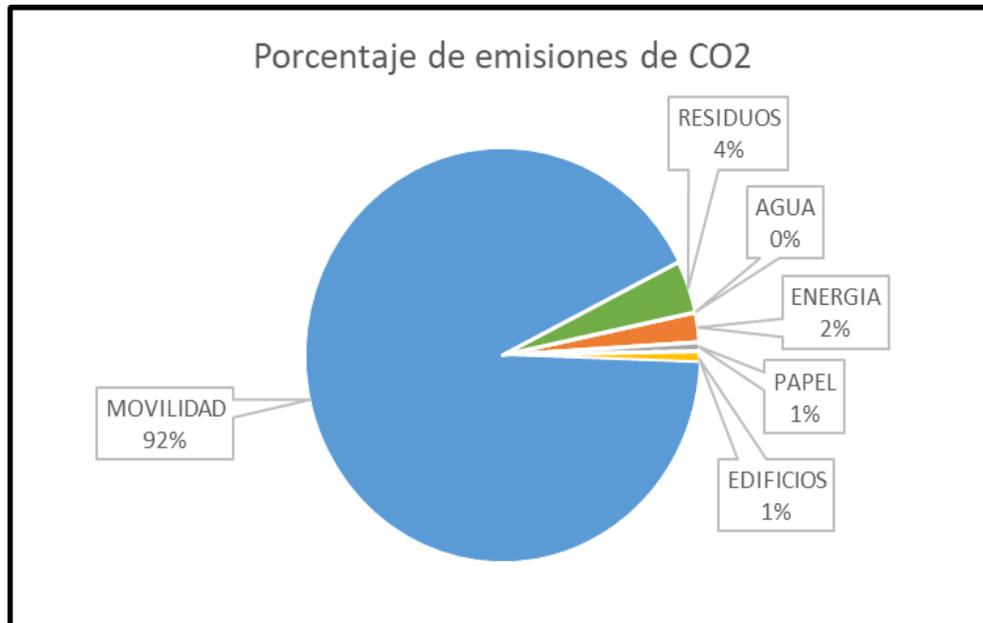
En síntesis, si se unifican los tipos de movilidad (vehículo de la Facultad o propio, transporte de alumnos y transporte del personal) en un solo ítem denominado "Movilidad"; de residuos generados (urbanos y peligrosos) en un solo ítem denominado "Residuos", y por último de consumo de papel (del personal y de los estudiantes) en un solo ítem denominado "Papel", se obtiene la siguiente tabla:

Tabla 12. Emisiones de la FADyCC en Toneladas y en % al año, según consumo de recursos.

CONSUMOS	EMISIONES FADyCC (Ton/CO2/año)	% EMISIONES FADyCC (Ton/CO2/año)
AGUA	0,2	0,009
ENERGIA	52	2,32
PAPEL	16	0,71
EDIFICIOS	19	0,85
MOVILIDAD	2.066	92
RESIDUOS	92	4,1
TOTAL	2.245	100

Fuente: elaboración propia.

Fig. 25. Porcentaje de emisiones de CO2 en función de los consumos de recursos y actividades



Fuente: elaboración propia.

Si ahora, al valor total de emisiones hallado para la Facultad de 2.245 Ton/CO2/año, se lo divide por la cantidad de personas que conforman la totalidad de la comunidad universitaria de la FADyCC, compuesta por los estudiantes (1.400), personal docente (180) y personal no docente (59), que da un total de 1.639 personas, se puede afirmar que las emisiones de CO2 en la FADyCC **son de 1,37 toneladas anuales de CO2 por persona.**

Tabla 13. Comparación de emisiones de CO2 de la FADyCC y otras Universidades.

CATEGORIAS	EMISIONES UNIV. VALLADOLID (España) (22.000 alumnos) (Ton/CO2/año)	EMISIONES UNIV. TEC. PEREIRA (Colombia) (18.500 alumnos) (Ton/CO2/año)	EMISIONES UNIV. SGO. DE COMPOSTELA (España) (32.200 alumnos) (Ton/CO2/año)	EMISIONES FADyCC - UNNE (Argentina) (1.400 alumnos) (Ton/CO2/año)
AGUA	12	3	170	0,2
ENERGIA	6.657	480	9.904	52
PAPEL	292	19	438	16
EDIFICIOS	5.498	590	5.029	19
MOVILIDAD	4.200	6.271	5.750	2.066
RESIDUOS	146	116	420	92
TOTAL	22.080	7.479	32.408	2.245

Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Tabla 13, se comparan, las emisiones totales de CO2 de tres Universidades, con la FADyCC, en rojo están marcados los valores más altos para cada una de las instituciones, a pesar de haber una diferencia de las tres universidades, dos de España y una de Colombia con nuestra Facultad en función de tamaño y cantidad de alumnos, se puede observar que prácticamente existe una concordancia en razón de cuáles son las categorías que más emiten CO2, teniendo a la movilidad, el consumo de energías y el mantenimiento de sus edificios como las variables que más suman a las emisiones totales.

Tabla 14. Emisiones per cápita de la FADyCC y otras Universidades.

INSTITUCIÓN	UNIV. VALLADOLID (22.000 alumnos)	UNIV. TEC. PEREIRA (18.500 alumnos)	UNIV. SGO. DE COMPOSTELA (32.200 alumnos)	FADyCC - UNNE (1.400 alumnos)
Emisiones Ton/CO2/año per cápita	1	0,40	1	1,37

Fuente: Elaboración propia.

Para hacer los datos del total de emisiones de CO2 hallados más comparativos aún, se dividen las emisiones generadas por cada una de ellas por la cantidad de alumnos que concurren y se obtienen las emisiones per cápita al año, la cantidad de emisiones de CO2 al año que genera

cada una de las personas que concurren a estudiar o trabajar, a cada una de las instituciones universitarias antes mencionadas.

Para tener una noción más general, según el Banco Mundial para el año 2015, la media anual mundial per cápita de toneladas de emisión de CO₂ es de 5,0, la media para la Unión Europea es de 6,4, y por países por ejemplo España 5,0, Alemania 8,9, y en países menos desarrollados como Mozambique es menos de 0,3 y en Argentina se emiten 4,7 toneladas de CO₂ per cápita al año, Chile 4,7, Brasil 2,6.

Los países que más emiten son: Qatar 45,4, Kuwait 25,2, Emiratos Árabes Unidos 23,3, Australia 15,4, USA 16,5 y China 7,5 como ejemplos.

3.5. Cálculo de la huella ecológica

Una vez que se calcularon las emisiones de CO₂ y se conoce la extensión de terreno ocupada por las instalaciones universitarias, la huella ecológica se calcula aplicando directamente la fórmula:

$$\text{Huella Ecológica (ha/año)} = \left(\frac{\text{Emisiones (ton CO}_2\text{)}}{\text{C.Fijado } \left(\frac{\text{ton CO}_2}{\text{ha}} \right)} \right) + \text{Superficie de edificios } \left(\frac{\text{ha}}{\text{año}} \right)$$

De las incógnitas de esta fórmula, ya se cuenta con las emisiones y la superficie de los edificios, la única variable que faltaría encontrar sería el carbono fijado que asimilará el CO₂ emitido.

La capacidad de fijación de CO₂, se refiere a qué ecosistema será el encargado de fijar o secuestrar las emisiones de CO₂ generadas por la institución en estudio (Castillo Marín y Petrillo).

Como referencias de otros estudios realizados para el cálculo de HE, han utilizado en función de la ubicación de la institución o Universidad los siguientes valores, la Universidad de Valladolid⁷ al estar ubicada en áreas de bosques tomo como valor de absorción 4,04 tonCO₂/ha/año, la Universidad de Santiago de Compostela ubicada sobre terreno forestal gallego 6,27 tonCO₂/ha/año, la Universidad Tecnológica de Pereira, localizada en zonas del bosque tropical maduro 5,51 tonCO₂/ha/año.

⁷ Hernández Gallego E., Cano Herrador, C. y otros (2014).

Otros ejemplos de capacidad de fijación de CO₂ son, de acuerdo a Carvajal y Cesar Mota:

- Plantación de Eucalipto: 7,9 tonCO₂/ha/año
- Plantación de Pino: 4,25 tonCO₂/ha/año
- Plantación de naranjos: 5,6 tonCO₂/ha/año
- Selvas: 8,5 tonCO₂/ha/año
- Bosques tropicales: 6 tonCO₂/ha/año

Para el caso particular de la FADyCC, está ubicada en un área de humedales, que se corresponden con los humedales denominados “Humedales Chaco” según la Convención de Humedales de Ramsar.

Se tomará como referencia el trabajo “Suelos de humedales como sumideros de carbono y fuentes de metano” de María Elizabeth Hernández (2010), que en su estudio estima que los humedales herbáceos de agua dulce secuestran o fijan de 3 a 7 tonCO₂/ha/año.

Por lo tanto, se tomará para el cálculo de la HE como capacidad de fijación el valor de 7 tonCO₂/ha/año.

Tabla 15. Emisiones totales y huella ecológica de la FADyCC.

VARIABLE	EMISIONES FADyCC (Ton/CO₂/año)	HUELLA ECOLÓGICA (ha/año)
AGUA	0,2	0,03
ENERGIA	52	7,43
PAPEL	16	2,29
EDIFICIOS	19	2,71
MOVILIDAD	2.065	295
RESIDUOS	92	13
TOTAL	2.245	320,46

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula el área de humedales requeridos para absorber las emisiones producidas por el consumo de recursos y la producción de residuos mencionados anteriormente. A partir de la cantidad de CO₂ emitida a la atmósfera, dividiendo por la capacidad de fijación del humedal (7 tonCO₂/ha/año), se obtiene la superficie requerida. A esta cantidad de humedal se sumará

directamente también el espacio ocupado por los edificios universitarios de la FADyCC que ocupan 1.865 m².

Para comparar los resultados de Huella Ecológica a partir de áreas con diferentes características, se deben expresar los cálculos siguiendo una única medida común, la hectárea global (hag), que se define como una hectárea con la capacidad mundial promedio de producir recursos y absorber residuos.

Para determinar este factor de equivalencia se utiliza la tabla elaborada por la Global Footprint Network que se muestra a continuación:

Para cada tipo de terreno productivo se tienen las siguientes definiciones:

Tabla 16. Definición de las distintas áreas productivas

SUPERFICIE	DEFINICIÓN
Cultivos	Superficies con actividad agrícola y que constituyen la tierra más productiva ecológicamente hablando, pues es donde hay una mayor producción neta de biomasa utilizable por las comunidades humanas.
Pastos	Espacios utilizados para el pastoreo de ganado, en general considerablemente menos productivos que los agrícolas.
Bosques	Superficies forestales ya sean naturales o repobladas, pero siempre que se encuentren en explotación.
Mar productivo	Superficies marinas en las que existe una producción biológica mínima para que pueda ser aprovechada por la sociedad humana.
Superficie artificializada	Considera las áreas urbanizadas y las ocupadas por infraestructuras
Área de absorción de CO ₂	Superficies de bosque necesarias para la absorción de las emisiones de CO ₂ debidas al consumo de combustibles fósiles para la producción de energía.

Fuente: Global Footprint Network

De allí se desprende la siguiente tabla que muestra los factores de equivalencia de cada superficie:

Tabla 17. Factores de equivalencia según terrenos productivo

Categoría de Terreno Productivo	Factor de Equivalencia
Cultivos	2,18
Pastos	0,49
Bosques	1,37
Mar productivo	1,37
Superficie artificializada	2,18
Área de absorción de CO2	0,36

Fuente: Global Footprint Network

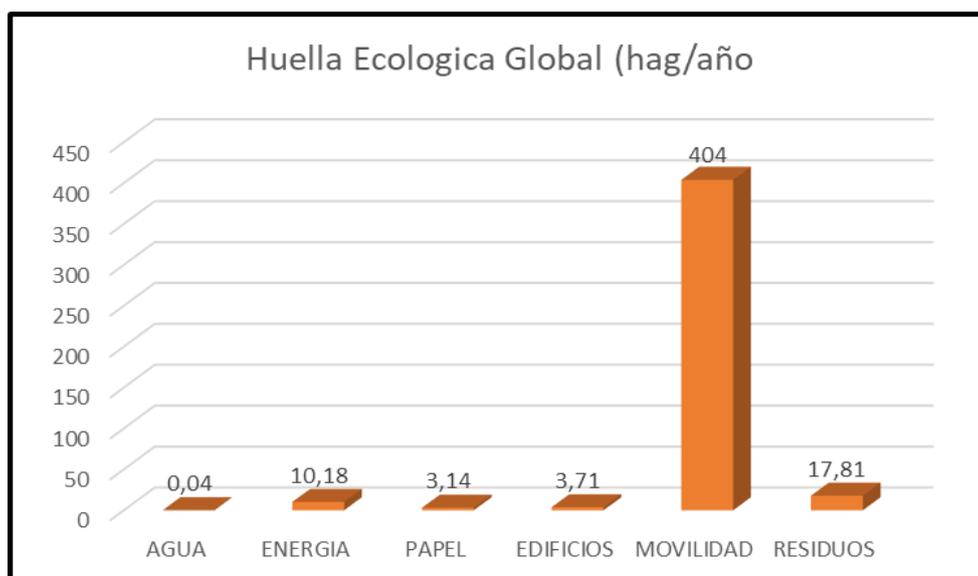
Para el cálculo de la HE Global dado que no presenta la GFN el factor de equivalencia para humedales se tomará el factor de equivalencia referido a los bosques con un valor de 1,37. (Tabla 18):

Tabla 18. Cálculo de la Huella Ecológica Global

VARIABLE	EMISIONES FADyCC (Ton/CO2/año)	HUELLA ECOLÓGICA (ha/año)	FACTOR DE EQUIVALENCIA	HUELLA ECOLÓGICA GLOBAL (hag/año)
AGUA	0,2	0,03	1.37	0,04
ENERGIA	52	7,43	1.37	10,18
PAPEL	16	2,29	1.37	3,14
EDIFICIOS	19	2,71	1.37	3,71
MOVILIDAD	2.065	295	1.37	404
RESIDUOS	92	13	1.37	17,81
TOTAL	2.245	320,46		438,88

Fuente: elaboración propia.

Fig. 26. HE Global.



Fuente: elaboración propia.

La Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), tiene una Huella Ecológica total de 320,46 ha/año y un Huella Ecológica Global de 438,88 hag/año.

Si se analizan los datos hallados y se observa el gráfico superior, se puede determinar que de los indicadores trabajados el que más aporta a la HE es la movilidad general 404 (hag/año), de estudiantes y personal docente, no docente e investigadores, con una diferencia muy marcada con el resto de los indicadores. Siguen muy de lejos la generación de residuos 17,81 (hag/año); el consumo de energía 10,18 (hag/año), que en este caso particular es la electricidad, ya que no se ocupa gas; los recursos utilizados para el mantenimiento de los edificios 3,71 (hag/año); el consumo de papel 3,14 (hag/año), tanto el utilizado por los estudiantes como por los docentes y no docentes; y por último el consumo de agua 0,04 (hag/año).

Considerando el tamaño de la población universitaria, que, entre personal docente y no docente, y estudiantes, asciende a 1.639 personas, la Huella Ecológica de la FADyCC, es de 0,20 ha/año o 0,27 hag/año per cápita.

Por lo tanto, la Huella Ecológica per cápita de la FADyCC para el año 2017 es de 0,27 hag/persona/año, y serían necesarias 439 hectáreas globales de tierra para suplir esas emisiones generadas por la comunidad universitaria.

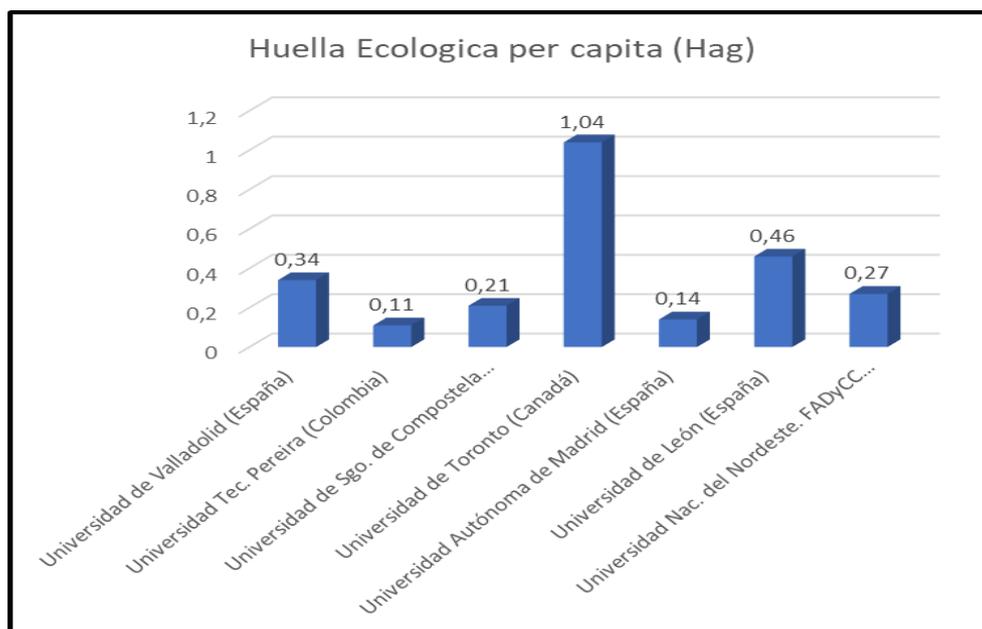
A modo comparativo se presentan otras Universidades con sus huellas ecológicas totales y per cápita (Tabla 19) para poder apreciar las diferencias o semejanzas existentes entre ellas.

Tabla 19. FADyCC y otras Universidades del mundo con sus huellas ecológicas totales y per cápita.

INSTITUCIONES	HE Global Total (Hag)	HE Global p/cápita (Hag)
Universidad de Valladolid (España)	7.488	0,34
Universidad Tecnológica Pereira (Colombia)	2.111	0,11
Universidad de Santiago de Compostela (España)	6.991	0,21
Universidad de Toronto (Canadá)	7.827	1,04
Universidad Autónoma de Madrid (España)	4.740	0,14
Universidad de León (España)	6.646	0,46
Universidad Nacional del Nordeste. FADyCC (Argentina)	439	0,27

Fuente: elaboración propia.

Fig. 27. HE Global Per cápita.



Fuente: elaboración propia.

La Huella Ecológica per cápita a nivel mundial es de 2,8 ha/habitante, la de la República Argentina es de 3,18 ha/habitante y la de la ciudad de Resistencia donde se encuentra localizada la facultad, de 1,08 ha/habitante.

3.6. Estándares Internacionales para la medición de la huella de carbono: Norma ISO 14064

Como primera medida es necesario plantear que no existen estándares internacionales para la medición de la huella ecológica. Sí existen para la medición de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), o huella de carbono (Levin, Finnegan y otros).

A su vez los estándares internacionales utilizados para la medición de la huella de carbono, dependerán si la certificación corresponde a una organización o a un producto:

Huella de carbono de una organización: para este caso se analizan las emisiones de GEI de una organización a lo largo de un año o un período determinado, generando un inventario de las mismas. Los estándares más utilizados son: GHG Protocol e ISO 14064.

Huella de carbono de productos o servicios: para este caso se analizan todas las emisiones de GEI realizadas durante el Ciclo de Vida del producto o servicio analizado. Los estándares más utilizados son: PAS 2050:2011, ISO/TS 14067:2013, con el apoyo de ISO 14040 e ISO 14044 para la elaboración del Análisis de Ciclo de Vida.

Las normas ISO 14064 que se aplican a una organización, se dividen en tres tipos, dependiendo de las emisiones:

- Emisiones de Alcance 1: son las relacionadas a las Emisiones Directas generadas por la organización.
- Emisiones de Alcance 2: son las relacionadas a las Emisiones Indirectas por Energía, dependen tanto del productor de la energía que necesita la organización, como el de la red que las provee.
- Emisiones de Alcance 3: son las denominadas Otras Emisiones Indirectas, y se las relaciona con las emisiones para producir los productos y servicios que adquiere la organización.

Como conclusión, si se quisiera aplicar algún estándar internacional para el cálculo de emisiones de GEI para la FADyCC, se necesitaría certificar a través de la norma ISO 14064-1.

3.7. Beneficios del cálculo de la huella ecológica para la institución

En una primera reunión con el Decano de la FADyCC, Mgter. Prof. Federico Veiravé, explicando las razones de la realización del estudio de la Huella Ecológica de la Facultad, toma la decisión de autorizar y apoyar la realización de este trabajo, asumiendo una posición crítica consigo mismo como autoridad principal. Esto incluye la responsabilidad de las actividades, y un compromiso ante la comunidad donde se desarrolla sus actividades la facultad, en función de identificar las actividades que más impactos ambientales se generan en dicha institución.

Se planteó este trabajo al Decano, bajo la visión y con la función de analizar la eficiencia en el uso de recursos como el agua, la energía, el papel como los más importantes, y tomar acciones pertinentes, alternativas con el consiguiente seguimiento, que le permitan luego un mejor desempeño ambiental.

La medición de la HE es un indicador que nos permite, la comparación de los resultados, con otras universidades y facultades, a nivel local, regional y global. La FADyCC se convierte así, en pionera el país en este sentido y pretende seguir el modelo de desarrollo sostenible.

Los resultados obtenidos servirán como una herramienta en la toma de decisiones, medidas, elaboración de programas ambientales, investigaciones y una mayor concientización de la comunidad universitaria hacia un tema que representa uno de los mayores desafíos ambientales como es la mitigación del cambio climático.

La concienciación sobre un mundo más sostenible es, afortunadamente, cada vez más mayor, y es necesario indicar la importancia del establecimiento de una serie de indicadores de sostenibilidad en las universidades que determinen la necesidad de establecer un sistema común de indicadores de diagnóstico de la sostenibilidad universitaria. La HE debería ser uno de los referentes de este sistema (Leiva Mas y Rodríguez Rico, *op. cit*).

El hecho de que programas que abarcan un ámbito mundial, como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), esté implementando a través del trabajo de unos 170 países, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son 17 Objetivos, y se basan en el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades.

Estas acciones requieren de la colaboración de los gobiernos, el sector privado, la sociedad civil y los ciudadanos por igual, para asegurar un mejor planeta a las generaciones futuras.

Otros beneficios de la HE son que esta ayuda a mejorar la imagen de quien lo calcule o implemente, al tomar decisiones ecoeficientes con su entorno, haciendo incluso que mejore la imagen de la institución entre sus propios trabajadores y alumnos.

Servirá también para identificar las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero y elaborar planes para reducirlos. Esto se relaciona directamente con la eficiencia, y se traduce en un ahorro no solamente de recursos sino también de los gastos propios de la facultad, como ser consumos de agua, electricidad, papel, combustible, etc.

Incluso permite seleccionar de una manera más inteligente y sostenible, como ser que productos comprar, establecer criterios de compra y contrataciones que reduzcan el impacto ambiental, haciendo mejorar la gestión universitaria.

Por último y no menos importante, es que las acciones de concientización y educación que se llevaran a cabo, se trasladan a la sociedad, dado que los integrantes de la comunidad universitaria, se conforman en replicadores a sus acciones cotidianas.

3.8. Propuesta de acciones para mitigar la huella ecológica en la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC)

Esta propuesta que se presenta está basada en propuestas similares que hicieron tanto la Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia), como la Universidad de Valladolid (España).

Está adaptada a la realidad actual y local de Argentina, la Provincia del Chaco, la ciudad de Resistencia, la comunidad universitaria y a los requerimientos y necesidades de la FADyCC, y por supuesto será trabajada en conjunto con las autoridades de la Facultad, con el fin de poder aplicar la misma y mitigar los impactos ambientales de los consumos de recursos y la generación de residuos que se dan en la misma.

Es muy importante mencionar aquí, que la FADyCC tiene en desarrollo la construcción en estos momentos de un nuevo Campus y edificios, que se estima se termine la construcción de los mismos para dentro de dos años, con lo cual la facultad se trasladara por completo al nuevo Campus. Esto tiene la gran ventaja de poder implementar todo lo que en este trabajo se sugiera importante, en pos de una disminución del impacto ambiental generado por la facultad, tendiendo a contar con un Campus lo más Sostenible posible.

➤ PROPUESTA PARA MITIGAR LA HUELLA ECOLÓGICA ASOCIADA AL TRANSPORTE

La movilidad hacia y desde la facultad representa el mayor impacto que se ejerce sobre el medio ambiente y la mayor cantidad de emisiones de CO₂ de las variables analizadas.

El campus congrega diariamente miles de vehículos tanto particulares como públicos, respondiendo a la problemática regional y nacional asociada a la movilidad que cada día es más evidente en nuestro país. Por lo anterior las fallas en las políticas de movilidad repercuten directamente en los procesos internos.

Esta problemática está conectada a la priorización del transporte individual y el estado y funcionamiento del transporte público, que genera que cada vez más personas utilicen

vehículos particulares, y en los últimos años, motos, contribuyendo así a acrecentar un problema que está lejos de encontrar una solución.

Algunas acciones a las que se deben tender son:

Plan de Movilidad Sostenible

Es necesario crear un plan de movilidad sostenible en la FADyCC. Para esto se deben hacer estudios específicos sobre la dinámica de transporte de la comunidad universitaria, donde se analicen rutas, patrones de uso, frecuencia, entre otras variables; si bien en esta investigación se hacen hallazgos importantes no es suficiente para la formulación de un plan que mitigue y de soluciones de fondo a esta problemática.

Este plan debe también analizar la movilidad dentro del campus universitario y velar porque sea la adecuada para todo tipo de personas y adecuado a las necesidades individuales que garanticen que el proceso de formación dentro del campus sea incluyente. Para esto se necesita:

- Garantizar la movilidad interna a las personas con discapacidad en todos los edificios y espacios del campus.
- Reducir las necesidades de transportarse en vehículos particulares
- Fomentar el uso de la bicicleta como medio de transporte sostenible

Para consolidar el uso de la bicicleta como medio de transporte no solo para los estudiantes sino para todos los actores sociales dentro de la comunidad educativa se debe:

- Formar un grupo de propuestas por parte de los usuarios de bicicletas. No se puede llegar a ninguna solución si no se conocen bien las necesidades, inquietudes y propuestas de las personas que habitualmente usan la bicicleta como medio de transporte, ya que desde la experiencia de ellos se puede corregir y potencializar las soluciones que promuevan e incrementen el porcentaje de personas que se movilizan utilizando este medio.

- Instalar estacionamientos para bicicletas. En el campus universitario no se cuenta con una infraestructura adecuada para estacionar las mismas y por este motivo se hace necesario que se adecuen espacios donde los usuarios tengan seguridad respecto al estado de sus vehículos (se eviten robos) y cumplan con las condiciones adecuadas y necesarias para el estacionamiento.

- Garantizar la movilidad adecuada dentro del campus. Se deben adecuar senderos para el flujo de bicicletas dentro del campus, de igual forma señalar las vías de acceso al campus con igual preferencia que los vehículos motorizados.

- Integrar una asociación de usuarios de bicicletas. Para que haya una comunicación constante con la administración de la universidad de forma que se vele el cumplimiento de los acuerdos y cada vez sea un proceso más íntegro y aceptado.

- Campañas de sensibilización de transportes alternos y movilidad sostenible.

Donde se refleje los alcances logrados en materia de movilidad sostenible para que la

comunicación adecuada sirva de incentivo al fomento de la bicicleta entre todos los actores de la comunidad, teniendo en cuenta el bajo número de docentes, administrativos y otros empleados que usan este medio de transporte alternativo.

- Creación de rutas para bicicletas. En conjunto con la Municipalidad de la ciudad de Resistencia, se debe garantizar la movilidad para los ciclistas en toda el área urbana del Gran Resistencia, de esta forma se facilitará el uso de este medio de transporte como una opción alternativa en la ciudad. Se deben crear rutas solo para bicicletas, así como adecuar algunas ya existentes de modo que sea factible el flujo de vehículos y bicicletas por igual.

- Uso compartido de automóvil. Promover el uso compartido de vehículo, mediante campañas donde se evidencie que las emisiones de CO₂ se reducen mientras más alto es el nivel de ocupación. Se puede por oficinas y grupos de trabajo planear días en que un solo vehículo transporte al mayor número de personas que vivan en el mismo sector e incentivar esta práctica. Igualmente se puede hacer entre los docentes y estudiantes.

- Vehículos oficiales con combustible alternativo. Apostar por el uso de combustibles alternativos cuando se adquieran vehículos para la universidad como también en la contratación de transporte para salidas académicas.

- Proyectos de investigación. Impulsar proyectos de investigación desde las distintas disciplinas sobre tecnologías limpias en los motores y carburadores de los vehículos, también propuestas holísticas sobre transporte sostenible de forma que se contribuya con la gestión y control del sistema de transporte local.

- Indicadores de contaminación. Realizar muestras del estado del aire en el campus universitario y alrededores, para hacer un seguimiento a las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), así como de contaminación auditiva para llevar un control sobre el sistema de transporte y aportar soluciones concretas a la problemática.

➤ **PROPUESTA PARA DISMINUIR EL CONSUMO DE PAPEL EN LA FADyCC**

Uno de los retos más complejos es la disminución en el uso de papel, ya que culturalmente muchas de las actividades que se realizan en instituciones educativas y áreas administrativas requieren comúnmente su uso.

Sin embargo, como sociedad somos cada vez más conscientes de la necesidad de alcanzar un desarrollo sostenible, y si bien el consumo de papel ha estado ligado históricamente al desarrollo económico y social también son claras las consecuencias y la presión ambiental que ejerce en los recursos naturales.

A pesar de estar en una transición tecnológica histórica e importante, el desarrollo de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) de la mano con la digitalización no ha sido una solución a la reducción de consumo de papel, seguimos siendo una sociedad dependiente. El consumo de papel para impresión y escritura creció mucho en los últimos años. Algunos impactos ambientales asociados a la producción de papel son:

- Consumo energético: Obtener una hoja de papel a partir de 100% de madera consume 17 Wh y a partir de papel reciclado, 12 Wh.
- Consumo de agua: para obtener 1 tonelada de papel se necesitan 2 toneladas de agua si se trata de papel reciclado o 15 toneladas si se trata de papel de pasta química.
- Vertimientos que tienen una elevada carga contaminante.
- Deforestación de bosques
- Por imprimir en hoja de papel se genera: tóner, embalajes, impresoras, que son residuos especiales y representan contaminación ambiental.

Por lo anterior es necesario reducir el consumo de papel lo máximo que se pueda, y para esto se necesita un compromiso real por parte de la administración de la FADyCC que permita el uso mínimo de papel en las actividades administrativas y docentes, dentro del Campus.

Algunas acciones a seguir son:

Fortalecer campañas de reciclaje dentro del Campus. La concientización es la principal acción a seguir si se quiere lograr cambios culturales en cuanto al uso de papel.

Para esto se necesita:

- Establecer porcentajes de papel reciclado en base a la cantidad destinada a las diferentes oficinas del Campus.
- Reducir el volumen de desperdicios de papel desechado en oficinas evitando el desperdicio.
- Educación ambiental sobre uso de papel en la comunidad estudiantil. Con el proceso de reciclar se disminuye la presión sobre los bosques, pues el papel reciclado requiere menos árboles para su fabricación y supone menos emisiones de contaminantes.
- Formular un programa de reciclaje y disminución del consumo de papel. Este debe contar con acciones claras que permitan reducir el consumo de papel dentro del Campus, también definir las responsabilidades de los diferentes grupos dentro de la comunidad universitaria (estudiantes, docentes, administrativos, otros) y estrategias para el manejo racional del papel.

Este programa debe contener:

- Diseños de programas de gestión documental que incorporen una gestión electrónica de documentos: El papel y el cartón constituyen el 90% de los residuos generados en una oficina, por esto es fundamental formular nuevas estrategias de comunicación, donde no todo documento, carta o solicitud deba ser física y optar por una comunicación por medio electrónico, dejando solo el uso de papel para casos específicos y necesarios. Con esto se evitará el desperdicio de papel que es común en las áreas administrativas.
- Formulación de Indicadores: Esto facilita realizar diagnósticos y formular medidas para mejorar el ahorro de papel.

- Comunicación: Mediante la tecnológica y diferentes medios de comunicación difundir los avances para promover un cambio en la cultura organizacional en cuanto al uso de papel y los procedimientos administrativos.
- Cambios en los procesos actuales por parte de Docentes y estudiantes. Para generar cambio todos debemos ser partícipes de nuevas prácticas en el proceso educativo, se recomienda:
 - Trabajos entregados por medio electrónico. Utilización del Aula Virtual, una de las mejores maneras de disminuir el uso de papel es permitiendo que la mayoría de trabajos e investigaciones que se asignen a los estudiantes puedan ser enviados por medio electrónico, de esta forma se evitará impresiones que en muchos casos son innecesarias. Para esto se debe contar con el compromiso por parte de los docentes que permita generar cambios culturales en el sistema educativo actual.
 - Trabajos permitidos con impresión a doble cara. Una forma eficaz de reducir el consumo de papel es que los docentes permitan que los trabajos que requieran ser entregados de forma física durante el semestre puedan ser impresos a doble cara, de esta forma se evita el mal uso que comúnmente se le da al papel ya que en la mayoría de las veces se imprimé por una sola parte de la hoja desperdiciándose el 50% de su uso potencial.
 - Reducir el tamaño de la hoja y la fuente. Muchas fotocopiadoras cuentan con la opción de reducir el tamaño de la hoja de forma que en una sola cara quepan dos páginas, así se estará maximizando el uso de papel. También se puede permitir fuentes de escritura más pequeñas a las comúnmente recomendadas por las diferentes normas (APA, ICONTEC) aprovechándose mejor el área de papel.
 - Evitar impresiones y fotocopias que no sean indispensables. Muchas de las copias que se sacan por parte de los estudiantes se pueden evitar si se utilizan medios alternos como correo electrónico, carpetas compartidas en la web, uso adecuado de la red interna y portales de comunicación dentro de la Universidad. De esta forma el alumno accede a la información de forma fácil sin necesidad de imprimir hojas que luego no tendrán ningún uso.
 - El 45% del consumo de papel por parte de los alumnos está destinado a fotocopias, y las mismas son de apuntes de las distintas cátedras a las que asisten año a año. La propuesta generada por los mismos alumnos de la FADyCC es la creación de un Banco de Apuntes, donde cada alumno a medida que va terminando de cursar las asignaturas vaya entregando los apuntes que ya no ocupará más, y a su vez si cada uno hace lo mismo, podrá tomar de ese Banco los apuntes que necesite para la próxima cátedra a cursar.
 - Reutilizar el papel impreso por una sola cara. Si la impresión es necesaria y el trabajo está en proceso de desarrollo, es decir, es un borrador, se debería permitir ser impreso en hojas que se han reciclado de impresiones anteriores y que aún tienen un uso potencial.

➤ **PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA**

Actualmente la UNNE está llevando a cabo un Programa denominado: “Plan de uso Responsable de la Energía” (PURE). A partir de la realización de una Auditoría Energética en el Campus Resistencia, saldrían acciones o medidas que se desarrollarán en nuestro campus, a través de los objetivos planteados en dicho Plan:

- Realizar una gestión de uso responsable de la energía.
- Implementar normativa de consumo responsable en áreas administrativas.
- Incrementar la eficiencia e incentivar el ahorro energético para reducir el consumo de alumbrado e instalaciones de climatización mediante medidas de mejoramiento y optimización de infraestructuras, equipos e instalaciones térmicas.
- Integrar energías renovables en los edificios.
- Educar, sensibilizar y concientizar en el uso responsable de la energía a la comunidad universitaria.

Propuesta de recomendaciones técnicas

- Reemplazo de tecnologías en el sistema de iluminación.
- Reemplazo de tecnologías en el sistema de climatización.
- Incorporación de sensores de movimiento en áreas comunes.
- Incorporación de sensores de temperatura en aulas, talleres, oficinas y laboratorios.
- Incorporación de medidores seccionales de energía.
- Incorporación de energías renovables para calentamiento de agua.
- Incorporación de sistemas de renovación del aire interior.
- Rehabilitación energética de la envolvente arquitectónica.

Propuesta de recomendaciones procedimentales

- Adquisición de equipos bajo criterios de eficiencia energética.
- Ampliación de la información patrimonial con datos de antigüedad y consumo energético de equipos.
- Conformación de un grupo de trabajo para mantenimiento. Capacitación periódica.
- Realizar charlas/talleres relativas a la problemática del uso responsable de la energía.
- Implementar campañas de concientización y sensibilización a través de redes sociales.
- Conformación de una comisión permanente a cargo de la Gestión de la Energía.

- Seguimiento de la evolución del consumo energético mediante mediciones periódicas in situ.
- Seguimiento de la evolución del consumo energético mediante el seguimiento de las facturas.

Propuesta de recomendaciones normativas

- Cumplimiento de la normativa argentina vigente en materia de aislación térmica y eficiencia energética.
- Creación de reglamentaciones a nivel universitario y a nivel de las facultades orientadas a la disminución del consumo de energía.

➤ PROPUESTAS PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA

Se estima que en el mundo existen unos 1400 millones de km³ de agua de los cuales solo el 2,5% son de agua dulce (FAO).

A continuación, se identifican acciones para la medición, uso y aprovechamiento del recurso hídrico de manera sostenible que permitan abordar la problemática existente y lleven a generar indicadores de gestión con perspectivas a una mejora continua.

Educación Ambiental y Concientización respecto al Consumo de agua

Mediante la educación ambiental, reducir la demanda sobre el recurso hídrico, adecuando el consumo de agua del Campus a la realidad hidrológica de la zona, de manera que los cambios y la percepción en el consumo estén de la mano con el respaldo científico para hacer un campus eficiente en cuanto a la oferta y demanda de los recursos naturales. Para esto se deben desarrollar medidas en la gestión de la demanda del recurso hídrico donde se formule un objetivo claro en la reducción del consumo de agua. Para un periodo de 5 años puede ser alrededor del 20% menos de consumo dentro del campus universitario.

- Instalación de medidores por edificio y dependencia. En la actualidad el campus universitario cuenta con un medidor de consumo de agua general, lo que dificulta el análisis del comportamiento en el consumo del recurso hídrico y las posibles acciones para disminuirlo. Por esto es importante sectorizar el campus de manera que se tengan diferentes consumos que den cuenta de la dinámica interna de forma más precisa.
- Medir consumo individual y colectivo del campus. Conocer los índices de consumo por estudiante que permita a partir de los datos, emprender acciones en pro del debido aprovechamiento del recurso hídrico, proyectar costos reales de cada una de las Secretarías y

el personal asignado, identificación de fugas localizadas y acciones correctivas directas en la locación afectada son algunos de los benéficos que se obtienen de la micro medición dentro de la Facultad.

- Control de vertimientos específicos. Un debido manejo a los vertimientos realizados desde cada uno de los laboratorios permite realizar acciones en pro de la compensación, mitigación o corrección de impactos ambientales.
- Control de inventarios en uso de químicos. Para tener un control constante y correcto de las sustancias que se están vertiendo derivadas de las actividades de investigación dentro del campus, de esta forma se pueden generar acciones más precisas en pro de mejorar el agua en la planta de tratamiento.
- Tecnologías sanitarias eficientes. Minimizar consumo en los depósitos sanitarios instalando sistemas de reducción de descargas y minimizando la capacidad de los tanques, también sistemas de ahorro en las duchas de las instalaciones deportivas que disminuyan el desperdicio y mal uso del recurso hídrico. Es muy importante el uso de bioquímicos para la limpieza, para ello se debe diseñar e implementar tecnologías eficientes que permitan mejores índices en el aprovechamiento de los recursos tanto naturales como financieros. Se pueden instalar Bio-digestores o pantanos artificiales para aguas salientes para lograr el 100% de los vertimientos que se realizan dentro del campus.
- Aprovechamiento de aguas lluvias. Sobre todo, en un Campus localizado en un área con precipitaciones de alrededor de 1.500 mm anuales. Para aprovechar esta abundante cantidad de lluvias, el campus universitario debe contar con un sistema de canalización de agua de lluvias para el aprovechamiento del 100% de las precipitaciones.
- Realizar auditorías ambientales. Este es un instrumento fundamental para la evaluación de los hábitos en el consumo de agua de la universidad. De esta forma se pueden aplicar medidas que conduzcan a aumentar la eficiencia del consumo y mejorar la calidad ambiental dentro del campus.

➤ **PROPUESTA PARA UN CAMPUS UNIVERSITARIO VERDE**

Se puede mejorar respecto a:

- Edificaciones Ecológicas. Es difícil que se pueda adaptar tecnologías eficientes en los edificios ya construidos, pero una meta que debe trazarse la universidad es ir incluyendo en las futuras edificaciones y remodelaciones de edificios sistemas ecológicos que contribuyan a la sustentabilidad del campus. Para esto se puede planificar edificaciones futuras con recolección de aguas lluvias para el uso y funcionamiento interno diario (agua para uso en los servicios sanitario, aseo y mantenimiento del edificio y zonas verdes), teniendo en cuenta que la ciudad se caracteriza por precipitaciones abundantes, más de 1.500 mm de lluvias anuales, por lo que es una opción muy útil para el ahorro de agua potable.
- Criterios bioclimáticos en las edificaciones futuras. Se deben seleccionar criterios bioclimáticos en los edificios que se planean construir, de forma que se incorporen sistemas de

captación solar, sistemas con uso de vegetación (paredes y techos verdes) que regulen la temperatura y humedad, implementar diseños en los espacios que potencialicen el uso de la luz natural y sistemas de ventilación que permitan un ambiente adecuado sin el uso excesivo de aire acondicionado.

- Bebederos en el campus. El campus universitario ya cuenta con bebederos en algunas áreas, la propuesta es extender este sistema a las zonas o focos de concentración de personas donde el consumo de agua sea alto, con el fin de incentivar el consumo de agua potable y disminuir el uso del plástico de botellas de agua. De esta manera se reducen los desechos contaminantes dentro del campus.
- Fortalecer las zonas verdes y jardines. Plantar más especies de arbustos autóctonos, que se adapten a las condiciones naturales de la zona (pluviosidad, luminosidad, radiación UV, etc.) y contribuyan a la regulación climática dentro del campus.
- Jardinera Verde. Fomentar mecanismos para la reutilización de los residuos vegetales que se producen en las zonas verdes, así como limitar tratamientos químicos para control de plagas y utilizar abonos naturales.
- Potencializar el conocimiento del patrimonio arqueológico y biodiverso del campus. Mediante la conservación de los hallazgos arqueológicos y del patrimonio natural, fortaleciendo el papel de los espacios naturales dentro del campus universitario.

➤ **CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS**

Los edificios considerados en este estudio tienen entre 30 y 50 años de antigüedad, por lo que la Huella Ecológica de los más antiguos dista mucho de la Huella que obtendrán los nuevos. En este sentido la FADyCC tiene como compromiso que la construcción de los edificios que tenga planeados en el futuro, se realice teniendo en cuenta los principios de construcción sostenible y la reducción de la Huella Ecológica, en construcción y materiales, intentando aproximarse lo más posible a los edificios próximos a cero energías, cero emisiones.

➤ **GESTIÓN DE RESIDUOS**

Actualmente se dispone de contenedores de recogida selectiva de papel, plásticos, orgánicos y latas; también se recogen selectivamente residuos electrónicos, fluorescentes, lámparas de bajo consumo y pilas.

Se pretende continuar la expansión de estos puntos de recogida ampliando los tipos de residuos recogidos y la cantidad de puntos de recogida.

En cuanto a residuos informáticos, existe dentro de la UNNE un Proyecto que se denomina EcoCompus, que tiene como objetivo la reutilización, donación de equipos informáticos a escuelas rurales y de escasos recursos y posterior envío a plantas de reciclaje o disposición final adecuada de los restos que no se puedan reutilizar o reciclar.

A su vez también existe en la UNNE un proyecto aún no finalizado, en etapa de prueba para certificarlo, de recogida y disposición final de pilas y baterías, una vez acreditado este se enviarían las pilas y baterías que se generen en la FADyCC a ese destino final.

El Plan de Gestión de Residuos tiene como principios el fomento de la minimización de residuos, a través de la prevención de la producción de residuos, la reutilización, el reciclado, la valorización energética y, finalmente, la eliminación, cuando no sea posible ninguno de los anteriores.

También existe en la UNNE, un programa para manejo de residuos peligrosos en un todo de acuerdo a la Legislación Nacional existente, si bien cabe aclarar que la FADyCC no genera actualmente ningún tipo de residuo peligroso.

4. Conclusiones

En este trabajo Final de Master se propuso, utilizar la metodología para el cálculo de la HE aplicada por la Universidad de Santiago de Compostela (USC) de España, para calcular la HE de la Facultad de Artes, Diseño y Ciencias de la Cultura (FADyCC), y analizar el impacto ambiental generado por la misma, que permita adoptar un protocolo ambiental para desarrollar sus actividades propias (docencia, administración, extensión, e investigación), en un marco de sustentabilidad.

La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), tiene asiento en dos ciudades del Nordeste Argentino, Corrientes y Resistencia, la FADyCC que es una de las facultades de la UNNE, se encuentra localizada en la ciudad de Resistencia.

Los datos que se utilizaron para todos los cálculos son a partir de consumos y generación de residuos correspondientes al año 2.017.

Una vez obtenidas las emisiones de CO₂ generadas por los consumos de: agua, electricidad, movilidad, papel, edificios y la generación y disposición final de residuos, se aplicó el cálculo para hallar la HE generada por cada una de esos indicadores, posteriormente la HE general y por último la HE global, que dividiéndola por las personas pertenecientes a la comunidad total dio el resultado de la HE per cápita y por año.

Los resultados muestran que la FADyCC necesitaría una extensión de 320 has de humedales para asimilar las emisiones de CO₂ producidas cuando en realidad sus edificios ocupan 0,18 has.

La HE es de 0,20 ha/persona/año, está por debajo de la media mundial (2,37), de la generada por Argentina (3,7) e incluso que la generada por los habitantes de la ciudad donde se encuentra localizada, Resistencia (1,08).

Pero si se compara con otras universidades que también hallaron su HE global se tiene, que la FADyCC con sus 0,27 ha/persona/año, está por debajo de: Universidad de Valladolid (España) 0,34, Universidad de Toronto (Canadá) 1,04, Universidad de León (España) 0,46; y por arriba de: Universidad de Santiago de Compostela (España) 0,21, Universidad Autónoma de Madrid (España) 0,14, Universidad Tecnológica de Pereira (Colombia) 0,11, y para compararlo con una Facultad en vez de hacerlo con Universidades, se tiene como ejemplo a la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales perteneciente a la USC con (0,13 ha/persona/año).

Con respecto a las emisiones asociadas a los consumos, el principal impacto ambiental es producido y por mucha diferencia con el resto de los consumos, por la movilidad generada por toda la comunidad universitaria que asiste con un 92% del total de emisiones. Luego le siguen la generación de residuos y el consumo de energía.

Las facultades que la UNNE tiene en las dos ciudades Corrientes y Resistencia, se encuentran a unos 20 km de distancia una de otra. La FADyCC está ubicada en Resistencia, pero acuden tanto, alumnos como profesores desde Resistencia como de la vecina ciudad de Corrientes, y esto demuestra un alto grado de distancia recorrida en promedio por estudiantes y profesores, siendo de 12 km por día para los estudiantes y de 10 km para los profesores y administrativos. En el caso del personal docente y no docente, el 49% de las emisiones totales para esta variable lo genera el desplazamiento en colectivo, y el 45 % del personal por desplazarse en auto a nafta.

En el caso de los estudiantes, el 95 % de las emisiones generadas por la movilidad es por causa de la utilización de colectivos.

El impacto generado por los desplazamientos es un claro reflejo de la problemática actual existente en torno al transporte en general para cualquier país del mundo, y sobre todo para países como Argentina con tecnologías antiguas y utilización solamente de gasoil en vez de gas o electricidad como en otros casos.

El segundo impacto es el producido por la generación de residuos con el 4,10 % del total, este también es un tema con problemas a nivel de resolución local, regional y mundial. Pero se podría manejar con cierto grado de posibilidad de bajar esta generación, haciendo separación, reciclaje y reutilización de los residuos.

El tercer impacto es el del consumo de electricidad con el 2,32% del total.

La mayor parte de las actividades universitarias están acompañadas de un elevado consumo de electricidad: iluminación de los edificios y sus dependencias, empleo de equipos informáticos, alimentación de equipos de aire acondicionado y calefacción dependiendo la estación del año, etc.

Actualmente la UNNE, está realizando un Diagnóstico Energético con el objetivo de realizar un ahorro bajando los consumos de toda la Universidad y sus Facultades.

Las medidas dirigidas a la contención del gasto energético deben incidir en tres aspectos principales: mejora de la eficiencia energética en los sistemas de iluminación, mejora de la eficiencia energética en los sistemas de calefacción y refrigeración y adquisición de equipos eléctricos eficientes (etiquetado energético clase A o superior).

Estos criterios deberán ser considerados no sólo en la construcción de los nuevos edificios sino en las reformas de los actuales. Todas estas medidas conllevan un compromiso por parte del gobierno de la universidad para aprobar una política comprometida con el ahorro energético.

Es de esperar que este trabajo, presentado a las autoridades de la misma, sirva como punto de partida para un mejor desempeño ambiental de la Facultad.

5. Bibliografía

López, N. (2009). Metodología para el Cálculo de la huella ecológica en universidades. Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible.

Hernández Gallego, E.; Cano Herrador, C. y otros (2014). Universidad de Valladolid. Oficina de Calidad Ambiental y Sostenibilidad, y Vicerrectorado de Patrimonio e Infraestructuras. La Huella Ecológica de la Universidad de Valladolid. Ed Rector Tejerina. Valladolid, España.

Iturbe, A.; Guerrero, E. (2014). Una aproximación a la huella ecológica de Malargüe, Argentina. Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA). FCH. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. EN: Revista de Estudios Ambientales. Volumen 2 N° 2, año 2014. ISSN: 2347-0941.

Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). Nuestra huella ecológica: reducir el impacto humano en la tierra (Vol. 9). New Society Publishers.

INTERNET:

Cabot, D. (2015), La Argentina saca 5 en contaminación. Diario La Nación. Recuperado de: <https://www.lanacion.com.ar/1797323-la-argentina-saca-5-en-contaminacion>.

Carvajal, M.; Cesar Mota, C. y otros. Investigación sobre la Absorción de CO₂ por los Cultivos más Representativos. Departamento de Nutrición Vegetal. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Espinardo, Murcia, España.

Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/228395534_INVESTIGACION_SOBRE_LA_ABSORCION_DE_CO2_POR_LOS_CULTIVOS_MAS_REPRESENTATIVOS

Castillo Marín, N. y Petrillo, D. "Cálculo de la Huella de Carbono del Argentino Promedio". Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Ambiente. Argentina.

Recuperado de: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Huella-de-carbono-Presentacion.pdf>

Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES). Huella ecológica y déficit ecológico planetario.

Recuperado de: <http://ambiental.net/2015/08/huella-ecologica-y-deficit-ecologico-planetario/>

Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Emisiones en el Norte y en el Sur: ¿de quién es la responsabilidad? Materiales Complementarios. Valencia, España.

Recuperado de:

http://www.agroambient.gva.es/estatico/areas/educacion/educacion_ambiental/clarity/castellano/download/background-materials-poster09.pdf

Cuchí, A., López, I., Informe MIES. (1.999). Una aproximació a l'impacte ambiental de l'Escola d'Arquitectura del Vallès. Bases per a una política ambiental a l'ETSAV, Universidad Politécnica de Cataluña con el apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Cataluña.

Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=264064>

Footprintnetwork.org. (2018). Global Footprint Network. Ecological Footprint. Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>

Footprintnetwork.org. (2018). Global Footprint Network. Recuperado de: http://www.footprintnetwork.org/content/documents/ecological_footprint_nations/ecological_per_capita.html

Guerra, J. y Rincón, I. (2017) Cálculo de la Huella Ecológica. Campus de la Universidad Central de Venezuela. Revista Luna Azul. Universidad de Caldas, Venezuela.

Recuperado de: <http://vip.ucaldas.edu.co/lunazul/index.php/site-map/articles/91-coleccion-articulos-espanol/269-calculo-de-la-huella-ecologica-campus-de-la-universidad-central-de-venezuela>

Global Footprint Network. (2018). Glossary - Global Footprint Network. Glossary: Biocapacidad.

Recuperado de: <https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>

Global Footprint Network. (2018). Climate Change - Global Footprint Network. Recuperado de:

<https://www.footprintnetwork.org/our-work/climate-change/>

Global Footprint Network. (2018). Glossary - Global Footprint Network. Recuperado de:

<https://www.footprintnetwork.org/resources/glossary/>

Gobierno del Principado de Asturias, Red Ambiental (2011). "Análisis de la Huella Ecológica en el Principado de Asturias".

Recuperado de: https://www.asturias.es/medioambiente/articulos/ficheros/RI-12_Huella%20Ecol%C3%B3gica%20-2009-Estandar_%2020110707.pdf

Hernández, M. (2010) Suelos de Humedales como Sumideros de Carbono y Fuentes de Metano. Terra Latinoamericana, Vol. 28, Núm. Sociedad Mexicana De La Ciencia Del Suelo, A.C. Chapingo, México.

Recuperado de:

<https://www.globalnature.org/bausteine.net/f/7880/HumedalesyCarbono.pdf?fd=2>

Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Huella Ecológica: ¿Cuán grandes son nuestros pies?, (2010).

Recuperado de: <https://www.inti.gob.ar/sabercomo/sc95/inti9.php>

Leiva Mas. J.; Rodríguez Rico, I. Cálculo de la Huella Ecológica de la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba.

Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000100006

Levin, K.; Finnegan, J. y otros. Estándar de Objetivos de Mitigación. World Resources.

Recuperado de:

http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/standards_supporting/Executive%20Summary%20%28Espa%C3%B1ol%29_0.pdf

López Alvarez, N. (2.008). Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades. Universidad de Santiago de Compostela. Oficina de Desarrollo Sostenible.

Recuperado de:

http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/987984792_NL%F3pez.pdf

Mayor Farguell, X.; Quintana Gozalo y otros. Aproximación a la huella ecológica de Catalunya. Generalitat de Catalunya Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible.

Recuperado de: http://sostenibilidadurbana.files.wordpress.com/2008/10/aproximacion-a-la-huella_ecologica-de-cataluna.pdf

Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España. (2008). Análisis de la Huella Ecológica de España.

Recuperado de:

<http://www.footprintnetwork.org/content/images/uploads/Huella%20ecologica%20de%20Espana.pdf>

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Global Footprint Network.

Recuperado de: <http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/recursos/pag-web/global-footprint-network.aspx>

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Sección de huella de carbono y de compromisos de reducción.

Recuperado de: http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm7-379901.pdf

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, República de Colombia. Módulo de Sensibilización y Contaminación Ambiental, Capacitaciones KVD.

Recuperado de: <http://capacitacioneskvd.blogspot.com.ar/>

Molina Restrepo, J. y Ocampo Rodríguez, M. (2016). Cálculo de la Huella Ecológica en el Campus de la Universidad Tecnológica de Pereira. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Administración Ambiental Pereira, Risaralda, Colombia.

Recuperado de:

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6819/333714M722.pdf?sequence=1>

Municipio de Resistencia. Estimación de la huella ecológica de Resistencia

Recuperado de: <http://resistencia.gob.ar/mia/wp-content/uploads/sites/4/estimacion-de-la-huella-ecologica-de-resistencia.pdf>

Natura Medio Ambiental. La importancia de la Huella de Carbono.

Recuperado de: <https://www.natura-medioambiental.com/la-importancia-de-la-huella-de-carbono-2/>

Norverto, C. La Fijación de CO₂ en Plantaciones Forestales y en Productos de Madera en Argentina. Proyecto Forestal de Desarrollo. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos.

Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0043-B2.HTM#fn1>

Países por emisiones de dióxido de carbono.

https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Pa%C3%ADses_por_emisiones_de_di%C3%B3xido_de_carbono

Secretaría de Energía y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Cálculo del Factor de Emisión de CO₂, de la Red Argentina de Energía Eléctrica.

Recuperado de: <https://www.minem.gob.ar/www/830/25597/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica>

Universidad de Sevilla. Huella Ecológica: conceptos básicos y metodología. Titulación de Geografía. Centro de Educación Ambiental del Paisaje de Aranjuez.

Recuperado de: http://titulaciongeografia-sevilla.es/contenidos/profesores/materiales/archivos/huella_ecologica.pdf

Wikipedia. Huella Ecológica.

Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_ecologica

World Wild Foundation (WWF), Huella Ecológica.

Recuperado de: https://www.wwf.es/nuestro_trabajo_/informe_planeta_vivo/huella_ecologica/