

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA  
FACULTAD DE CIENCIAS**



**“HUELLA DE CARBONO DEL TRASLADO DE ESTUDIANTES,  
PROFESORES Y TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD  
RICARDO PALMA (URP)”**

Presentada por:

**MAYRA GUISELLA HINOSTROZA ABURTO**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Lima – Perú

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**“HUELLA DE CARBONO DEL TRASLADO DE ESTUDIANTES,  
PROFESORES Y TRABAJADORES DE LA UNIVERSIDAD  
RICARDO PALMA (URP)”**

Presentada por:

**Mayra Guissella Hinostroza Aburto**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Dr. Ever Menacho Casimiro

**PRESIDENTE**

---

Mg. Sc. Wilfredo Baldeón Quispe

**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Victor Miyashiro Kiyari

**MIEMBRO**

---

Mg. Sc. Armando Aramayo Bazzetti

**ASESOR**

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todos aquellos que tienen sueños y metas en la vida, y que no descansan hasta alcanzarlos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por ponerme en el camino a las personas indicadas en la vida.

A mis padres y hermanos por su presencia y amor incondicional, por apoyarme en el tránsito y cierre de una etapa muy importante de mi vida.

Al profesor Armando Aramayo Bazzetti y a todos los jurados por su apoyo y consejo durante el desarrollo de esta investigación.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. CAMBIO CLIMATICO .....	3
2.2. SITUACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE EN LIMA.....	7
2.3. COMUNIDAD UNIVERSITARIA.....	9
2.4. Metodologías para determinar la huella de carbono.....	9
2.4.1. Estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR).....	10
2.4.2. Norma ISO 14064 - cuantificación de gases de efecto invernadero.....	18
2.4.3. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio Climático IPCC).....	19
2.5. COMPARACIÓN DE EMISIONES GEI TOTALES Y PER CÁPITA EN DIFERENTES UNIVERSIDADES EN EL MUNDO.....	21
2.6. COMPENSACIÓN DE EMISIONES GEI.....	22
2.6.1. Compra de bonos de carbono de proyectos de reforestación.....	24
2.6.2 Forestación con la especie Paulownia Tomentosa.....	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1. LUGAR.....	26
3.2. MATERIALES.....	26
3.3. MÉTODOS.....	26
3.3.1. Límites organizacionales y operacionales.....	27
3.3.2. Duracion del estudio.....	28
3.4. METODOLOGÍA PARA LA CUANTIFICACIÓN E IDENTIFICACION DE DE EMISIONES GEI.....	28
3.4.1. Población y Muestra.....	29
3.4.2. Identificacion de fuentes móviles .....	33
3.5. PROPUESTAS DE REDUCCIÓN Y COMPENSACIÓN.....	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1. Estimación de las emisiones indirectas de GEI.....	44

4.2.	Distribución porcentual de emisiones GEI por estamento.....	53
4.2.1.	Docentes.....	53
4.2.2	Estudiantes de Pregrado.....	54
4.2.3	Estudiantes de Posgrado.....	55
4.2.4	Trabajadores.....	56
4.3.	DETERMINACIÓN DE EMISIONES GEI PER CÁPITA.....	57
4.4.	PROPUESTAS COMPENSACIÓN Y REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO.....	59
4.4.1	Propuestas de reducción.....	60
4.4.2	Propuesta de compensación.....	62
V.	CONCLUSIONES.....	65
VI.	RECOMENDACIONES.....	67
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68
VIII.	ANEXOS.....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Registro y comparación de emisiones GEI totales y per cápita en diferentes universidades en el mundo.....	21
Tabla 2: Tamaño de muestra por estamento.....	30
Tabla 3: Tamaño de muestra según la población de estudiantes de pregrado.....	31
Tabla 4: Tamaño de muestra según la población de estudiantes de posgrado.....	32
Tabla 5: Tamaño de muestra según la población de docentes.....	33
Tabla 6: Identificación de fuentes móviles de la Universidad Ricardo Palma.....	36
Tabla 7: Valores de poder calorífico y factores de emisión para combustibles fósiles.....	37
Tabla 8: Potencial de calentamiento de GEI.....	39
Tabla 9: Distancia acumulada (Km) por tipo de transporte y estamento en estudio.....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Anomalía observada en el promedio mundial de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas combinadas, 1850-2012.....	4
Figura 2: Procesos de emisión de contaminantes en vehículos automotores.....	5
Figura 3: Concentraciones de dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) periodo 1950-2010.....	6
Figura 4: Tiempo promedio de viaje por modo de transporte (minutos).....	7
Figura 5: Presencia de contaminantes del aire por tipo en el Perú, 1985-2014.....	8
Figura 6: Inventario nacional de gases de efecto invernadero, 2009.....	9
Figura 7: Ubicación y vista de institución educativa estudiada .....	26
Figura 8: Número de personas por distrito de residencia de la comunidad universitaria encuestada.....	45
Figura 9: Medios de transporte utilizado por la comunidad universitaria.....	46
Figura 10: Número de personas por tipo de transporte utilizado por estamento.....	46
Figura 11: Tipo promedio de viaje campus casa por estamento .....	48
Figura 12: Distribución porcentual de Emisiones GEI por estamento.....	50
Figura 13: Emisiones de tCO <sub>2</sub> e por el desplazamiento de la comunidad universitaria. ....	51
Figura 14: Distribución porcentual de Emisiones GEI por tipo de transporte.....	52
Figura 15: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por docentes.....	54
Figura 16: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por estudiantes de pregrado.....	55
Figura 17: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por estudiantes de posgrado.....	56
Figura 18: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por trabajadores.....	57
Figura 19: Distribución de emisiones GEI (tCO <sub>2</sub> e) per cápita por estamento.....	58
Figura 20: Comparación de Emisiones GEI (tCO <sub>2</sub> e) Per cápita en algunas universidades.....	58
Figura 21: Imagen aérea del complejo deportivo de la Universidad Ricardo Palma.....	60
Figura 22: Ubicación de los proyectos de carbono forestales.....	63

## ÍNDICE DE FOGRAFÍAS

Fotografía 1: aplicación de la encuesta en el campus URP.....	85
Fotografía 2: Estacionamiento de la Universidad Ricardo Palma.....	85

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Formato de lista de identificación de fuentes de emisión de GEI.....	74
ANEXO 2: Encuesta al jefe encargado de los buses de la Universidad Ricardo Palma (URP).....	75
ANEXO 3: Encuesta a la comunidad universitaria (estudiantes de pregrado y Posgrado, profesores y trabajadores administrativos).....	76
ANEXO 4: Número de pasajeros por tipo de vehículos.....	80
ANEXO 5: Factores de emision.....	81
ANEXO 6: Límites organizacionales y operacionales.....	82
ANEXO 7: Flujograma del proceso de la metodología.....	83
ANEXO 8: Tiempo máximo y mínimo en el desplazamiento (hacia y desde el campus) por distrito de origen.....	84

## RESUMEN

La huella de carbono es un indicador de sustentabilidad que determina el total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mide directa o indirectamente el impacto en el medio ambiente debido a las emisiones producto de las actividades cotidianas del hombre a diferentes niveles de una organización o producto, se expresa en toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>e). Generalmente es utilizada por las organizaciones para proyectar una imagen responsable con el medio ambiente. Además es una herramienta muy versátil en cuanto a las variables permite diseñar propuestas de reducción y/o compensación adecuadas a los resultados.

En la presente investigación, tuvo como objetivo principal la determinación de la huella de carbono del desplazamiento hacia y desde el campus universitario de estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma (URP), ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima. El estudio se realizó bajo los lineamientos, herramientas y guías del estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR) establecidas por el Protocolo de GEI (GHG protocol), los factores de emisión del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) y del Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Para estimar las emisiones GEI, se consideró una muestra aleatoria con el 95 por ciento de confianza a las que se le aplicó a 1167 miembros de la comunidad universitaria con el objetivo de determinar los hábitos de transporte en el desplazamiento hacia y desde el campus URP de la comunidad universitaria. Finalmente se obtuvo como resultado 332.42 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, de los cuales el 38 por ciento corresponde a medios de transporte particulares. Se plantearon propuestas de reducción y se propone cultivar 0.53 hectáreas de la especie *Paulownia Tomentosa* para compensar la totalidad de emisiones.

Palabras claves: Huella de carbono, Factores de emisión, Gases de efecto invernadero, URP.

## ABSTRACT

The carbon footprint is an indicator of sustainability that determines the total emissions of greenhouse gases (GHG), measures directly or indirectly the impact on the environment due to emissions resulting from the daily activities of man at different levels of An organization or product is expressed in tons of carbon dioxide equivalent (tCO<sub>2</sub>e). It is usually used by organizations to project a responsible image with the environment. It is also a very versatile tool in terms of variables allows designing proposals for reduction and / or compensation appropriate to the results.

In This research, the main objective was the determination of the carbon footprint of the displacement to and from the university campus of students, teachers and workers of the Universidad Ricardo Palma (URP), located in the district of Santiago de Surco, Lima. The investigation was conducted under the guidelines, tools and guidelines of the corporate accounting and reporting standard (ECCR) established by the GHG Protocol (GHG protocol), the emission factors of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) and the Department for Environment , Food and Rural Affairs (DEFRA). To estimate GHG emissions, a random sample with 95 percent confidence was considered, which was applied to 1167 members of the university community with the objective of determining transport habits in the displacement to and from the URP campus of the university community. Finally, 332.42 tons of CO<sub>2</sub> equivalent were obtained, of which 38 percent corresponds to private means of transport. Reduction proposals were raised and it is proposed to cultivate 0.53 hectares of the *Paulownia Tomentosa* species to compensate the total emissions.

Key words: Carbon footprint, emission factors, greenhouse gases, URP.

## I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un fenómeno natural, acelerado por el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de diversas actividades antropogénicas, como la quema de combustibles fósiles y la deforestación de bosques. Estas emisiones impactan de manera negativa a todas las formas de vida en la tierra. Las emisiones de gases de efecto invernadero han aumentado constantemente desde la era industrial. El principal GEI emitido por el hombre es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), producto en su mayoría de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas) utilizados mayormente en la producción de energía y en el transporte (WWF, 2007).

Los inventarios de emisiones, indican que los vehículos automotores son responsables de la mayor parte de contaminación atmosférica en áreas urbanas, en la región y con tendencia a convertirse en la mayor fuente de contaminantes atmosféricos. La OMS (2010) afirma que los factores que influyen en las emisiones vehiculares son la edad de las unidades, mantenimiento inadecuado, falta de tecnología para el control de las emisiones y la calidad de los combustibles. La ciudad de Lima tiene buses y camiones con una antigüedad promedio de 17 años a comparación de otras ciudades como Santiago con un promedio de 6.5 años de antigüedad (Fuentes, 2011).

En los últimos años, las consecuencias de la contaminación en el planeta, se ha evidenciado. Por ello se han sumado esfuerzos a nivel global para mitigar el impacto y se han firmado acuerdos importantes como el protocolo de Kioto, en el cual se establecen límites para la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Se habla mucho de las buenas prácticas que se están implementando en muchos países, sobre el concientizar a sus habitantes, acerca del impacto de actividades diarias en el medio ambiente y se fomenta la identificación y cálculo de la huella de carbono, teniendo en cuenta su estilo de vida; con ello se busca fomentar mejores hábitos para reducir la huella de carbono personal y de esta manera contribuir al medio ambiente.

La huella de carbono es una herramienta que permite cuantificar las emisiones GEI directas e indirectas en CO<sub>2</sub> equivalente. Este indicador es reconocido internacionalmente y utilizado en diferentes escalas en organizaciones públicas y privadas; este indicador permite conocer y gestionar el impacto sobre el medio ambiente, asimismo tienen gran utilidad al promover una imagen ambientalmente responsable y como herramienta para concientizar a la población (WWF, 2007). Son numerosas las organizaciones que han decidido cuantificar sus emisiones a través de la huella de carbono, entre ellas varias universidades en el mundo han comenzado a cuantificar y gestionar su impacto a través de planes de mejora (Mondéjar *et al.*, 2011).

Esta investigación, tiene como objetivo principal determinar la huella de carbono producida por el desplazamiento hacia y desde el campus universitario de estudiantes, docentes y trabajadores de la Universidad Ricardo Palma (URP), identificar y cuantificar las principales fuentes móviles de emisión de GEI utilizadas en el traslado hacia el campus universitario de alumnos, profesores y trabajadores hacia el campus URP, calcular la huella de carbono per cápita producida en el semestre 2017-II por la comunidad universitaria y proponer estrategias de mitigación de la huella de carbono del traslado a la URP de estudiantes, profesores y trabajadores.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Cambio climático**

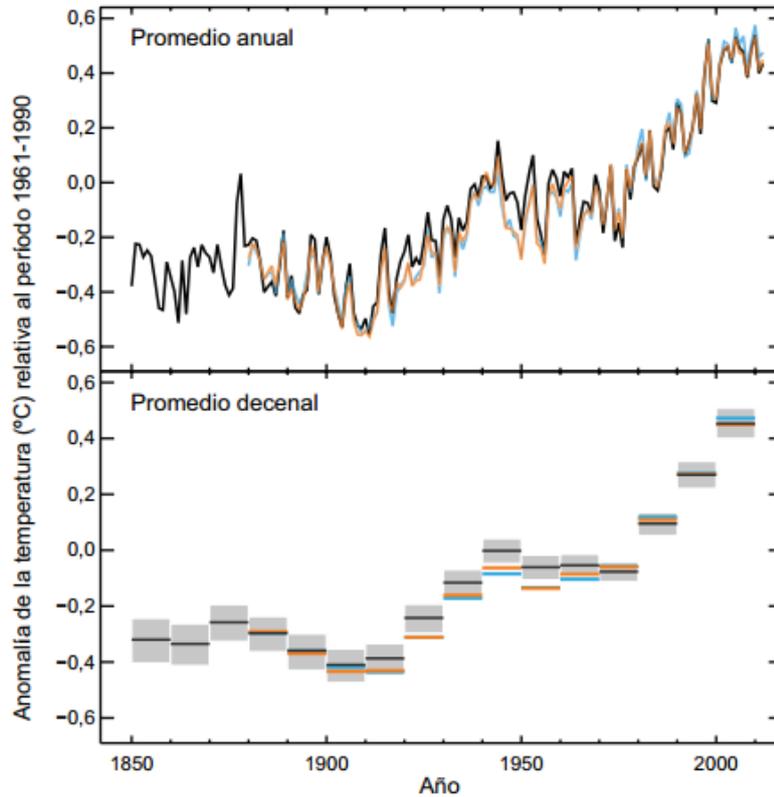
El estudio del clima, es un campo de investigación complejo y muy variable debido a la cantidad de factores que involucra. El planeta, ha estado en constante cambio desde su origen, esto se evidencia en los periodos geológicos y en la evolución de las especies, hasta las que conocemos en la actualidad. El cambio climático, es un fenómeno natural que se ha visto acelerado sin precedentes, debido a las actividades del hombre, el IPCC (Becerra *et al.*, 2015).

Desde mediados del siglo XIX, se realizan observaciones de la temperatura y otras variables a escala mundial, desde la década de 1950 se han observado cambios sin precedentes, los océanos se han calentado, los glaciares han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y la atmosfera presenta concentraciones de gases de efecto invernadero que van en constante aumento (IPCC, 2013).

El cambio climático, se define como “la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos, tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo” (IPCC, 2013).

Según el ISO 14067 (2013), el cambio climático originado de las actividades antropogenicas, representa uno de los mayores retos que enfrentan los gobiernos, empresas e individuos, con consecuencias para el medio ambiente y ser humano; en base a esto se han desarrollado e implementado diversas iniciativas globales, nacionales

y locales para reducir las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera.



**Figura 1: Anomalía observada en el promedio mundial de temperaturas en superficie, terrestres y oceánicas combinadas, 1850-2012**

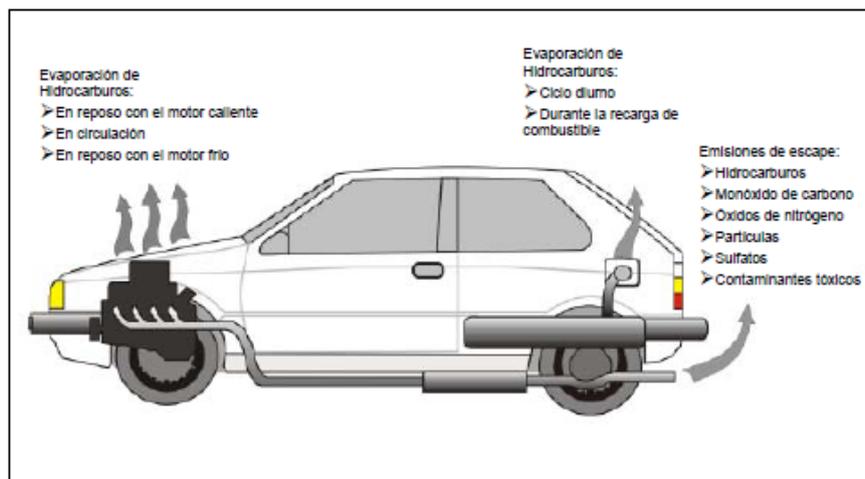
**FUENTE:** Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013).

### **2.1.1. Procesos de emisión de los vehículos automotores**

Los vehículos con motores a combustión interna, producen dos tipos de emisiones de gases contaminantes (figura 2):

#### **a) Emisiones evaporativas**

Son las emisiones, generadas por la evaporación del combustible cuando el vehículo está estacionado o en circulación, la magnitud dependerá de las características del vehículo, características del combustible, factores meteorológicos y factores geográficos (SEMARNAT, 2009).



**Figura 2: procesos de emisión de contaminantes en vehículos automotores**

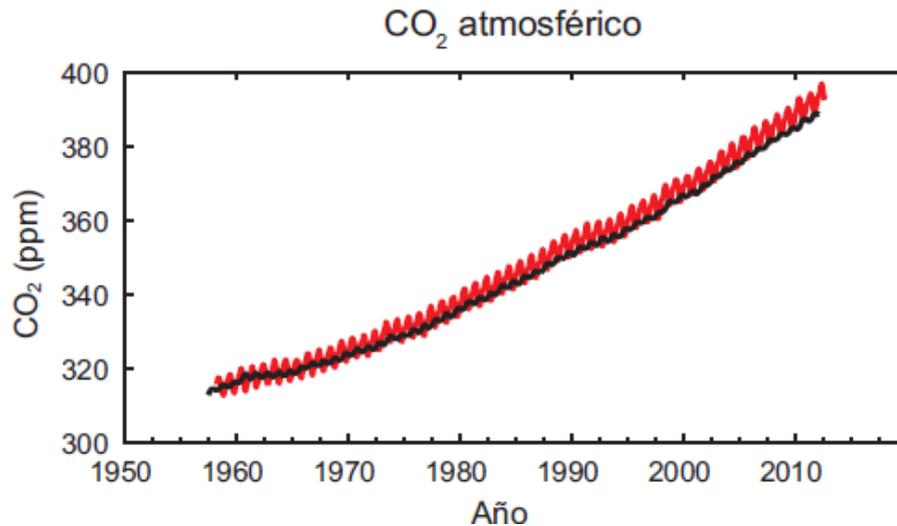
**FUENTE:** Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades Mexicanas, 2009.

### **b) Emisiones por el tubo de escape**

Este tipo de emisiones, son producto de la quema del combustible y comprenden contaminantes como: el monóxido de carbono, óxido de nitrógeno, azufre y material particulado. La cantidad emitida, depende de las características y mantenimiento del vehículo, la tecnología que posee, frecuencia e intensidad de uso y el sistema de control de emisiones, sin embargo, estadísticamente los vehículos más pesados tienden a generar mayores emisiones por kilómetro recorrido (SEMARNAT, 2009).

#### **2.1.2. Huella de carbono**

En los últimos 800 000 años, las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nítrico, se incrementaron a niveles sin precedentes en la historia del planeta, desde la era pre industrial, las concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se han incrementado en 40 por ciento debido principalmente a emisiones derivadas de combustibles fósiles y las emisiones derivadas del cambio de uso del suelo (IPCC, 2013).



**Figura 3: Concentraciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) periodo 1950-2010**

**FUENTE:** Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2013).

La huella de carbono, es un indicador ambiental que permite cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en datos fáciles de entender, comparables en escala y tiempo y es aplicable a cualquier dimensión (individual, organización, bien y servicio).

La huella de carbono, mide los GEI emitidos de manera directa o indirecta, se expresa en unidades de CO<sub>2</sub> equivalentes, que son las emisiones de GEI calculadas como CO<sub>2</sub>, en base a su potencial de calentamiento global (PCG). Se puede definir el potencial de calentamiento global, según la Norma ISO 14067 como el índice, que con base en las propiedades radiativas de GEI bien mezclados, mide la fuerza radiativa de una unidad de masa de un GEI bien mezclado en la atmósfera actual sobre un tiempo dado de horizonte, relativo al del CO<sub>2</sub> (ISO 14067, 2013).

Existen diferentes metodologías, para el cálculo de la huella de carbono, entre las que podemos encontrar Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol), norma ISO 14064 (para el cálculo de las emisiones de una organización), la norma ISO 14067 (para el cálculo de las emisiones de un producto) y la norma PAS 2050 (para las de un producto o servicio).

Esta herramienta, permite la reducción de las emisiones GEI, identificación de

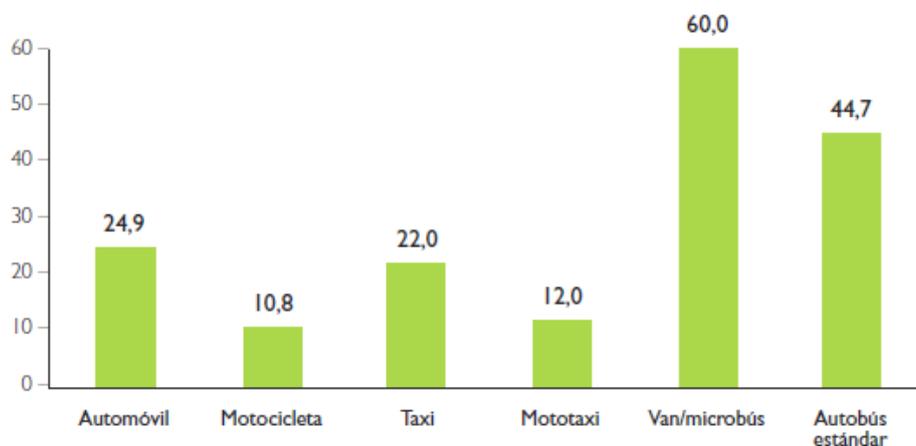
oportunidades de ahorro energético y económico, para las organizaciones en base a la determinación de su huella y la mejora de rentabilidad, por incrementos de eficiencia y reducción de costos operacionales; el principal inconveniente de este indicador es que solo contempla la emisión de algunos GEI (Bermejo Martínez, 2015).

## 2.2. Situación del sistema de transporte en Lima

La población de lima metropolitana, ocupa una superficie de 2.819 km<sup>2</sup> y crece de manera acelerada, paso de 662 000 habitantes en 1940 a 8.482.619 para 2007, en gran parte debido a la migración del interior del país, la densidad poblacional en promedio es de 3.009 personas por km<sup>2</sup> (CAF, 2011).

La ciudad de lima, es la única capital en américa latina que no ha logrado implementar un sistema articulado de transporte urbano, como consecuencia de ello tiene un sistema obsoleto y caótico. Según el informe de la defensoría del pueblo N° 137, es una actividad que se realiza bajo condiciones riesgosas y precarias para los ciudadanos y constituye una fuente significativa de contaminación para el medio ambiente (CAF, 2011).

“De acuerdo con el Plan Maestro de Transporte Urbano (MTC-JICA 2004-2005), para el área metropolitana de Lima y Callao, la velocidad promedio es de 16,8 km/h y el tiempo de viaje promedio es de 44,9 minutos” (CAF, 2011).

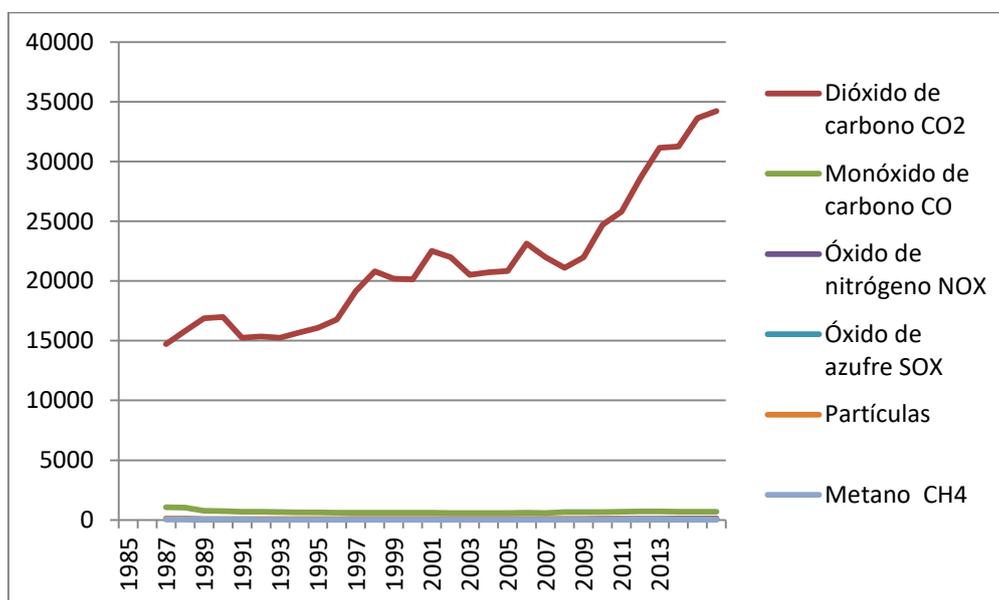


**Figura 4: Tiempo promedio de viaje por modo de transporte (minutos).**

**FUENTE:** Corporación Andina de Fomento (CAF), 2011.

### 2.2.1. Contaminación

Lima, registra una gran cantidad de vehículos de transporte tanto particular como público que crece de manera exponencial, según proyecciones al término del 2016 se espera tener un parque automotor de 2.6 millones de vehículos, de estos casi el 75 por ciento son automóviles. Otro gran problema es la edad del parque automotor, el 32 por ciento de buses y 40 por ciento de microbuses tienen más de 20 años de antigüedad, esto aumenta el peligro y la magnitud de emisiones contaminantes a la atmósfera (INEI, 2015).

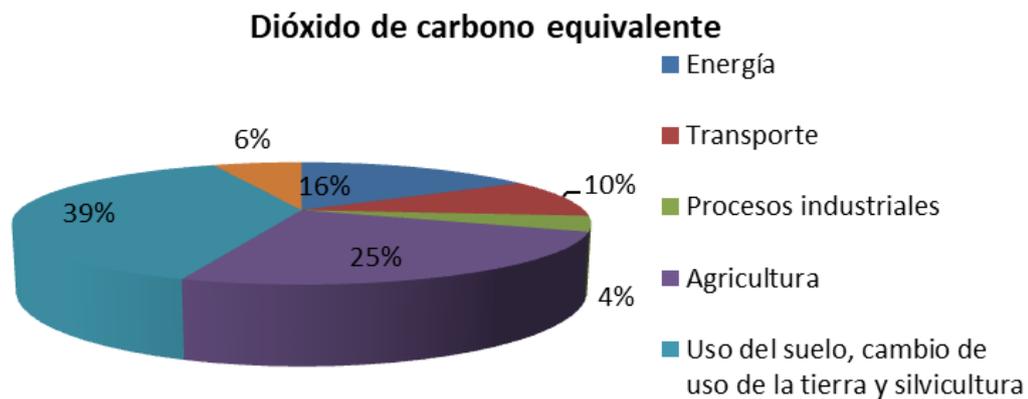


**Unidades:** CO<sub>2</sub> y CO en 10<sup>6</sup> kg; NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, partículas y CH<sub>4</sub> en 10<sup>3</sup> toneladas.

**Figura 5: presencia de contaminantes del aire por tipo en el Perú, 1985-2014**

**FUENTE:** Instituto nacional de informática y estadística (INEI, 2015).

Según el inventario nacional de gases de efecto invernadero 2009, la mayor fuente de emisión de GEI es la conversión de bosques y pasturas con fines agrícolas, seguido por la energía y el transporte (figura 6), debido a estas fuentes las concentraciones de GEI ha aumentado, siendo el de más rápido y constante crecimiento el dióxido de carbono como lo muestra la figura 5 (INEI, 2015).



**Figura 6: inventario nacional de gases de efecto invernadero, 2009**

**FUENTE:** Instituto nacional de estadística e informática (INEI, 2015).

### 2.3. Comunidad universitaria

La comunidad universitaria está integrada por estudiantes matriculados en cualquiera de los programas brindados por las universidades del sistema universitario nacional e internacional, además también forman parte de esta los docentes y trabajadores de esa casa de estudios.

La población en estudio en esta investigación está conformada por la totalidad de individuos que conforman la comunidad universitaria de la Universidad Ricardo Palma. Según el instituto nacional de estadística e informática, en el Perú existe una población universitaria total de 782 970 alumnos en pregrado y posgrado, 59 085 docentes a nivel nacional y 39 017 trabajadores entre administrativos y servicios en las diferentes universidades públicas y privadas (INEI, 2010). Cabe resaltar que este es el único censo universitario que se ha realizado.

### 2.4. Metodologías para determinar la huella de carbono

Debido a la creciente problemática ambiental asociada al calentamiento global, se han creado metodologías por parte de diversas instituciones para la medición de GEI, el cálculo de la huella de carbono y la identificación de estrategias de mitigación.

Según informes publicados por la Comisión Europea en el 2010, se contabiliza un total de 62 metodologías para el cálculo de huella de carbono con enfoque al producto y 80 orientadas a organizaciones, si bien esto demuestra la popularidad de la herramienta también conlleva un problema de comparabilidad de los resultados obtenidos (Blanquer, 2012).

Las metodologías desde el enfoque de organizaciones más utilizadas a nivel mundial y que empiezan a considerarse como estándares son: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (ECCR) establecidas por el Protocolo de GEI (GHG protocol) elaborado por el WRI (World Resources Institute) en colaboración con el WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) y NORMA ISO 14064 - cuantificación de gases de efecto invernadero (Bermejo Martínez, 2015).

#### **2.4.1. Estándar corporativo de contabilidad y reporte (ECCR)**

El Protocolo de Gases Efecto Invernadero fue publicada por primera vez en el 2001, fue creada por una alianza multipartidaria de empresas, organizaciones no gubernamentales (ONGs), gobiernos y otras entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI), y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD) (Gutiérrez y Chávez, 2014).

“El ECCR ofrece estándares y lineamientos para empresas y otras organizaciones interesadas en preparar un inventario de emisiones de GEI. Cubre la contabilidad y el reporte de los seis GEI previstos en el Protocolo de Kioto -bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)” (Gutiérrez y Chávez, 2014).

Aunque los lineamientos dados para el ECCR han sido diseñados principalmente desde la perspectiva de las empresas involucradas en el desarrollo de un inventario de GEI, el propio estándar tiene en cuenta otro tipo de organizaciones, poniendo como ejemplo las universidades (Arranz *et al.*, 2012).

La contabilidad y el reporte de GEI debe basarse en los principios de: relevancia,

integridad, consistencia, transparencia y precisión. Su aplicación garantiza que el inventario de GEI constituya una representación imparcial y fidedigna de las emisiones de una empresa (Blanquer, 2012).

La metodología descrita por la ECCR es la siguiente:

## **A. Determinación de los Límites Organizacionales**

Para reportes corporativos es posible utilizar dos enfoques distintos orientados a consolidar las emisiones de GEI: el de participación accionaria y los enfoques de control.

### **1. Enfoque de participación**

Bajo el enfoque de participación accionaria una empresa contabiliza las emisiones de GEI

de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria. La participación accionaria refleja directamente un interés económico, el cual representa el alcance de los derechos que una empresa tiene sobre los riesgos y beneficios que se derivan de una operación (WBCSD-WRI, 2004).

### **2. Enfoque de control**

Bajo el enfoque de control una empresa contabiliza el cien por ciento de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. No se debe contabilizar emisiones de GEI provenientes de operaciones de las cuales la empresa es propietaria de alguna participación pero no tiene el control de las mismas. El control puede definirse tanto en términos financieros como operacionales. Al utilizar el enfoque de control para contabilizar sus emisiones de GEI las empresas deben decidir cuál criterio utilizar: control financiero o control operacional (WBCSD-WRI, 2004).

- **Control financiero:** Una organización tiene control financiero sobre una operación, si tiene la facultad de dirigir sus políticas financieras y operativas con la finalidad de obtener beneficios económicos de sus actividades.

- **Control operacional:** Una organización ejerce control operacional sobre alguna operación si dicha empresa o alguna de sus subsidiarias tiene autoridad plena para introducir e implementar sus políticas operativas en la operación.

## **B. Determinación de los límites operacionales**

Esta etapa involucra identificar las emisiones de la organización asociadas a sus operaciones, clasificándolas como emisiones directas o indirectas, y seleccionar el alcance de contabilidad y reporte para las emisiones indirectas (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones se clasifican en dos grupos (WBCSD-WRI, 2004):

### **1. Emisiones directas**

Emisiones de GEI provenientes de fuentes que son propiedad o están bajo control de la empresa que reporta. Como las emisiones producidas por el uso de combustibles fósiles en las instalaciones de la organización.

### **2. Emisiones indirectas**

Emisiones de GEI que son consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren a partir de fuentes que no son de su propiedad ni están controladas por ella. Como las emisiones producto de la compra de electricidad.

El protocolo de GEI para ayudar a definir las emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia y proveer utilidad a distintos tipos de organización establece tres tipos de alcance (alcance 1, alcance 2 y alcance 3) para propósitos de reporte y contabilidad de GEI. Los alcances 1 y 2 se definen cuidadosamente en este estándar para asegurar que dos o más empresas no contabilicen emisiones en el mismo alcance (WBCSD-WRI, 2004).

#### **a) Alcance 1: emisiones directas de GEI**

Las emisiones directas, ocurren en fuentes que son propiedad o están controladas por la

empresa, como por ejemplo, emisiones provenientes de la quema de combustibles fósiles en calderas, hornos, vehículos (WBCSD-WRI, 2004).

**b) Alcance 2: emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad**

Este alcance incluye las emisiones generadas de electricidad adquirida y consumida por la empresa (WBCSD-WRI, 2004).

**c) Alcance 3: otras emisiones indirectas**

El alcance 3, es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Estas son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad o no están controladas por la empresa. Algunos ejemplos de actividades del alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos (WBCSD-WRI, 2004).

**C. Seguimiento a las emisiones a través del tiempo**

Las organizaciones son entidades dinámicas que pueden experimentar cambios estructurales significativos como adquisiciones, desinversión o fusiones, estos cambios alteran el perfil histórico de emisiones, lo que a largo plazo dificulta las comparaciones a lo largo del tiempo, como consecuencia los datos históricos de emisiones deberán ser ajustados (WBCSD-WRI, 2004).

**1. Elección del intervalo de tiempo del estudio**

Las empresas deben elegir y reportar un lapso de tiempo para el cual exista información confiable de emisiones; también deben especificar las razones que condujeron a la elección de ese periodo de tiempo que puede variar según la conveniencia y viabilidad del estudio en particular.

## **2. Ajustando las emisiones**

Las empresas deben definir una política de ajuste de las emisiones para el intervalo de tiempo elegido y establecer de manera clara los fundamentos y el contexto para cualquier recalcu.

La política en cuestión debe definir cualquier "umbral de significancia" aplicado para decidir sobre la pertinencia de emprender un recalcu (WBCSD-WRI, 2004).

El "umbral de significancia" es un criterio cualitativo o cuantitativo para definir cualquier cambio relevante en los datos, los límites de inventario, los métodos de cálculo o cualquier otro factor significativo. La empresa es responsable de definir el umbral de significancia que detona el procedimiento de recalcu de las emisiones del lapso de tiempo elegido; también debe revelarlo en los reportes (WBCSD-WRI, 2004).

### **D. Identificación y cálculo de emisiones de GEI**

Una vez que son definidos los límites organizacionales y operacionales; el protocolo establece los pasos a seguir para calcular las emisiones de GEI y obtener resultados fiables (WBCSD-WRI, 2004).

#### **1. Identificar fuentes de emisiones de GEI**

En esta etapa se categoriza respecto a la fuente de las emisiones de GEI dentro de los límites de la organización. Generalmente las emisiones provienen de las siguientes fuentes (WBCSD-WRI, 2004):

- a) **Combustión fija:** de combustibles en equipos estacionarios o fijos, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores motores, flameadores, etc.
- b) **Combustión móvil:** de combustibles en medios de transporte, como automóviles, camiones, autobuses, trenes, aviones, buques, barcos, barcasas, embarcaciones, etc.

- c) **Emisiones de proceso:** emisiones de procesos físicos o químicos, como el CO<sub>2</sub> de la etapa de calcinación en la manufactura de cemento, el CO<sub>2</sub> del "cracking" catalítico en procesos petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, etc.
  
- d) **Emisiones fugitivas:** liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc.

## **2. Seleccionar un método de cálculo de emisiones de GEI**

Para calcular las emisiones GEI se pueden elegir diferentes métodos como el monitoreo de concentraciones y flujo, aunque estos no son muy comunes. A menudo se calculan en base a un balance de masa o estequiometría para un proceso en específico. El método más utilizado para la estimación de GEI es la aplicación de factores de emisión documentados por organismos como el IPCC (IPCC, 2006). Las organizaciones deben evaluar y elegir el método más exacto y apropiado (WBCSD-WRI, 2004).

## **3. Recolectar datos sobre sus actividades y elegir factores de emisión**

Para la mayoría de las empresas pequeñas y medianas, y para muchas grandes empresas, las emisiones de alcance 1 serán calculadas con base en las cantidades adquiridas de combustibles comerciales (gas natural, diesel, combustóleo, gasolina, etc.) utilizando los factores de emisión publicados (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones de alcance 2 se calcularán primordialmente a partir del consumo medido de electricidad y de factores de emisión publicados por los proveedores de electricidad o por la red eléctrica local (WBCSD-WRI, 2004).

Las emisiones de alcance 3 se calcularán primordialmente a partir de los datos de las actividades de la empresa, como el uso de combustible o los kilómetros recorridos por pasajeros, y factores de emisión publicados o de terceras partes. En la mayoría de los

casos, si los factores específicos de emisión de la fuente o instalación están disponibles, son preferibles a factores de emisión más genéricos o generales (WBCSD-WRI, 2004).

#### **4. Aplicar herramientas de cálculo**

En esta sección del protocolo GEI se describen las herramientas de cálculo recomendables ya que son probadas y revisadas por expertos periódicamente y se cree que son las mejores disponibles. Sin embargo la empresa puede usar sus propios métodos de cálculo GEI siempre y cuando sean más exactos o menos consistentes con los métodos del ECCR. La mayoría de las empresas deberán utilizar más de una herramienta de cálculo para cubrir la totalidad de sus emisiones de GEI (WBCSD-WRI, 2004).

Existen dos categorías principales de herramientas de cálculo (WBCSD-WRI, 2004):

- a) **Herramientas intersectoriales** que pueden ser aplicadas a distintos sectores. Estas incluyen: combustión fija, combustión móvil, uso de HFC en refrigeración y aire acondicionado, e incertidumbre en la medición y estimación.
- b) **Herramientas sectoriales** que están diseñadas para calcular emisiones en sectores específicos, como aluminio, hierro y acero, cemento, petróleo y gas, pulpa y papel, oficinas, etc.

#### **5. Enviar los datos de emisiones de GEI al nivel corporativo**

Para reportar las emisiones GEI totales, las organizaciones deben recopilar y condensar los datos de muchas plantas, posiblemente de distintos países y divisiones. Este proceso debe ser cuidadoso para reducir el riesgo de errores y asegurar que las plantas estén recabando datos correctamente (WBCSD-WRI, 2004).

Las herramientas y procesos seleccionados para reportar datos necesitarán de la infraestructura de información y comunicación existente. Las herramientas para recolección y administración de datos pueden incluir (WBCSD-WRI, 2004):

- Bases de datos seguras disponibles a través de la red interna de la compañía o el internet, para el ingreso directo de datos en las instalaciones.
- Formatos de hojas de cálculo para ser llenados y enviados por correo electrónico a una oficina corporativa o de la división, donde los datos son procesados posteriormente.
- Formas de reporte en papel para ser enviadas por fax a una oficina corporativa o de la división, donde la información será vaciada en una base de datos corporativa.
- Hay un control suficiente para asegurar la precisión en la transferencia de los datos.

Para reportes internos, se recomienda utilizar formatos estandarizados para asegurar que los datos recibidos sean comparables y minimizar el riesgo de errores.

## **6. Gestión de la calidad e incertidumbre en el inventario**

El ECCR reconoce que las empresas tienen múltiples motivaciones para gestionar la calidad de su inventario en base a mejoras de desempeño o legislación, tales razones están en función de los objetivos y expectativas de la organización. Ante los constantes cambios y la incertidumbre del futuro, la información de alta calidad será fundamental para fines de seguimiento y comparación (WBCSD-WRI, 2004).

Existen dos tipos de incertidumbre asociados a los inventarios de GEI (WBCSD-WRI, 2004):

- a) Incertidumbre científica:** esta surge cuando la ciencia de los procesos existentes de emisión y/o remoción de GEI no ha sido comprendida por completo.
- b) Incertidumbre de la estimación:** esta surge cada vez que se cuantifican emisiones de GEI. Por lo tanto, todas las estimaciones sobre emisiones o remoción están

asociadas a la incertidumbre de la estimación. Esta a su vez, puede dividirse en dos categorías: la incertidumbre del modelo y la incertidumbre de los parámetros (WBCSD-WRI, 2004).

“Solo la incertidumbre de los parámetros está dentro del alcance factible de la gran mayoría de entidades” (WBCSD-WRI, 2004).

## **E. Contabilidad de Reducciones de Emisiones de GEI**

Resulta cada vez más esencial para las empresas comprender las implicaciones de contabilizar sus emisiones en el tiempo y contabilizar las compensaciones o créditos que resulten de proyectos de reducción de emisiones GEI (WBCSD-WRI, 2004).

## **F. Reporte de emisiones GEI**

Un reporte de GEI debe presentar información relevante, consistente, precisa y transparente; si bien desarrollar esto lleva tiempo con el tiempo el conocimiento y las habilidades para hacerlo mejoraran. Por ello, se recomienda que un reporte público de emisiones GEI esté basado en la mejor información disponible y que se incluyan las emisiones brutas de una empresa para su límite de inventario elegido independientemente a las transacciones GEI que se hayan realizado (WBCSD-WRI, 2004).

### **2.4.2. Norma ISO 14064 - cuantificación de gases de efecto invernadero**

La norma ISO 14064 se divide en tres partes, en el 2006 la organización internacional de estandarización (ISO) adopto el estándar del protocolo de GEI como base para la primera parte (ISO 12064-I).

**A. Parte 1 (ISO 14064-1:2006):** en esta sección se dan las especificaciones y orientaciones a nivel de organización, para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero (Naciph *et al.*, 2013).

La norma establece que deben definirse los límites de la organización, definiendo a su vez qué actividades están incluidas en el cálculo e identificando los focos de emisiones directas e indirectas. La norma establece que al término del cálculo debe emitirse un informe del mismo dando pautas para su realización especificando qué debe incluirse, dejando a voluntad de la organización si esta información debe hacerse pública o no. También incluye los requisitos y directrices sobre gestión de la calidad del inventario de GEI, presentación de informes, auditorías internas y responsabilidad de la organización en la verificación (Blanquer, 2012).

**B. Parte 2 (ISO 14064-2:2006):** en esta parte se da especificaciones y orientaciones a nivel de proyecto, para la cuantificación, la monitorización y la declaración de las reducciones y de las mejoras en la eliminación de gases de efecto invernadero. Se centra en proyectos de GEI o en proyectos específicamente diseñados para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar las absorciones de GEI. Incluye los principios para la planificación de un proyecto de GEI, la identificación y selección de fuentes, sumideros y reservorios de GEI pertinentes para el proyecto y el escenario de la línea base, el seguimiento, la cuantificación, la documentación y el informe del desempeño del proyecto de GEI y la calidad de los datos de gestión (Arranz *et al.*, 2012) .

**C. Parte 3 (ISO 14064-3:2006):** en esta se especifican lineamientos para la validación y la verificación de las declaraciones de GEI. Puede aplicarse a la cuantificación de los mismos para organizaciones o proyectos, incluyendo la cuantificación, el seguimiento y el informe de GEI (Blanquer, 2012).

#### **2.4.3. Grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC)**

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) fue creado en 1988 conjuntamente por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con la finalidad de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica pertinente para la comprensión del riesgo de cambio climático inducido por los seres humanos (IPCC, 2013).

Esta guía se creó con el fin de servir de orientación para cuantificar las emisiones de GEI de los inventarios nacionales, pero puede ser de gran utilidad a la hora de calcular la huella de carbono de las organizaciones. Si no se dispone de factores de emisión específicos, el IPCC 2006 GHG Workbook proporciona factores de emisión genéricos que pueden servir para calcular la HC de una organización (Bermejo Martínez, 2015).

## **A. Factores de emisión**

Los factores de emisión se basan a menudo en una muestra de datos sobre mediciones, calculados como promedio para determinar una tasa representativa de las emisiones correspondientes a un determinado nivel de actividad en un conjunto dado de condiciones de funcionamiento (IPCC, 2006).

El IPCC mantiene una base de datos de factores de emisión con el objetivo de proporcionar a una variedad de usuarios de factores de emisión actualizados y documentados (IPCC, 2013).

Para la aplicación de los factores de emisión es necesario conocer, además de los datos generales de la organización, los datos de operación de las instalaciones y los factores que afectan las emisiones, entre los que se encuentran (WWF, 2007):

- El giro o sector al que pertenece el establecimiento
- Los detalles sobre su actividad (horas y días de funcionamiento)
- El tipo de combustible que utiliza (gas, diésel, combustóleo, etc.)
- El volumen o masa de combustible (diario, mensual y anual) que se utiliza
- Las características del combustible (contenido de azufre, agua, etc.)
- Las características del equipo (diseño, configuración de quemadores, capacidad volumétrica y térmica, antigüedad, eficiencia, mantenimiento, etc.)
- Datos sobre procesos y emisiones adicionales

Una vez recopilada toda la información es posible aplicar el factor de emisión de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones} = \text{FE} \times \text{DA}$$

**Dónde:**

- **FE:** factor de emisión
- **DA:** dato de actividad

**2.5. Comparación de emisiones GEI totales y per cápita en diferentes universidades en el mundo**

El objetivo de este estudio es la estimación de la huella de carbono producto del desplazamiento (casa / trabajo – campus universitario URP - casa) de la comunidad universitaria que es el objeto de estudio en base a sus hábitos de transporte.

En la tabla 1 se realizó una recopilación de datos sobre la huella de carbono en diferentes universidades del mundo para luego servir como base de comparación con los resultados obtenidos (figura 20).

**Tabla 1: Registro y comparación de emisiones GEI totales y per cápita en diferentes universidades en el mundo.**

<b>Universidad</b>	<b>University of Manchester *</b>	<b>University of Cape Town</b>	<b>Pontificia Universidad católica del Perú</b>
<b>País</b>	Inglaterra	Sudáfrica	Perú
<b>Año</b>	2015	2010	2016
<b>Población en estudio</b>	35 400	23 000	33 000
<b>Tipos de medios de transporte estudiados</b>	Vehículos terrestres públicos, privado	Vehículos terrestres públicos, privado y aéreo	Emisiones producto del desplazamiento de la comunidad universitaria hacia y desde el campus universitario

**Tabla 1: (...continuación)**

<b>Universidad</b>	<b>University of Manchester *</b>	<b>University of Cape Town</b>	<b>Pontificia Universidad católica del Perú</b>
<b>Distribución porcentual de emisiones</b>	Las emisiones producto del Transporte equivale al 3.3% de las emisiones totales	Vehículos: - Privado (11%) - Público (40%) - Bicicleta (16%) - Bus universitario (33%)	Las emisiones producto del Transporte equivale al 71.6% de las emisiones totales. Transporte privado (38.6%) y público (32.97%)
<b>Huella total (tCO<sub>2</sub>e )</b>	72 193	84 925	33 902.33
<b>Emisiones per cápita (tCO<sub>2</sub>e )</b>	0.331	0.45	0.942
<b>Autor</b>	(University of Manchester, 2015)	(Letete <i>et al.</i> , 2010)	(PUCP, 2016)

\*La Universidad de Manchester es la única que tiene un programa institucional de reducción, entre el año 2014 y 2015 redujo su huella de carbono en 2.5 por ciento.

**FUENTE:** Elaboracion propia.

En la tabla 1, se muestra valores de emisiones totales y per cápita para algunas universidades en el mundo, cabe resaltar que la única que tiene un programa establecido de reducción de emisiones es la Universidad de Manchester ubicada en Inglaterra, este programa lleva varios años y ha tenido gran efecto.

## **2.6. Compensación de emisiones GEI**

El concepto de compensación ambiental tiene como origen bajo los conceptos de la mitigación, la cual establece que las compensaciones ambientales únicamente se deben realizar cuando todas las acciones de prevención y mitigación han sido agotadas. (Cristancho y Moreno, 2015).

Las compensaciones ambientales de emisiones GEI, son un instrumento fundamental en la gestión ambiental. Su propósito principal es asegurar que los impactos

ambientales producidos directa o indirectamente con proyectos o actividades de desarrollo económico sean compensados mediante acciones de restauración, reducción, mejora, o preservación de un ecosistema equivalente en lugares diferentes a donde se desarrolla el proyecto.

El objetivo de las organizaciones es compensar sus emisiones GEI a través de proyectos de reducción, en áreas dentro o fuera de las organizaciones, para lograr que el balance entre la cantidad de GEI liberada frente a la cantidad de emisiones compensada sea igual a cero, esto se llama carbono neutro y es el objetivo final. La Universidad San Martín de Porres, es la única universidad en el Perú que ha realizado la inversión necesaria para lograr neutralizar el total de sus emisiones producidas por sus actividades. En el caso del presente estudio se plantea la compensación de las emisiones a través del uso de un área propiedad de la institución educativa (Arango, 2010).

La reforestación, es una de las alternativas de compensación que ayuda a contrarrestar las emisiones generadas, los árboles ayudan a eliminar, atrapar y sostener partículas de contaminantes (polvo, cenizas, polen y humo) que pueden causar daños a los pulmones humanos. Absorben CO<sub>2</sub> y otros gases peligrosos, y a cambio, restauran la atmósfera con oxígeno, ayudando así a compensar las emisiones producidas por el proyecto o desarrollo de actividades económicas.

Según Collaguazo y Rosario (2012), el cultivar o reforestar es una excelente herramienta frente al efecto invernadero, los árboles actúan como filtros removiendo el carbono del CO<sub>2</sub>, y almacenándolo como celulosa en el tronco mientras devuelven oxígeno a la atmósfera.

Otras alternativas para compensar los GEI producidos mediante la compra de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente compensado, que pueden provenir de diversos proyectos, como proyectos de eficiencia energética, tecnologías en renovables, proyectos de forestación, proyectos de cambio de uso de la tierra y captura de metano, etc. (Cristancho y Moreno, 2015).

### **2.6.1. Compra de bonos de carbono de proyectos de reforestación**

Una organización puede compensar sus emisiones GEI producto de sus actividades, y volverse socialmente responsable con el medio ambiente, mediante la compra de créditos o bonos de carbono, una unidad de estos equivale a 1 Tn de CO<sub>2</sub>e compensado en proyectos de forestación, producción de tecnologías renovables y/o proyectos de eficiencia energética en zonas alejadas a la fuente de emisión.

En la actualidad, en el mundo múltiples empresas están interesadas en cuantificar y compensar su emisiones; en el Perú, desde el 2013 numerosas compañías están calculando sus emisiones, y compensándolas en base a la inversión en proyectos de forestación en departamentos como Cajamarca, Ucayali y Madre de Dios (Freundt *et al.*, 2015).

En estos departamentos existen proyectos de forestación, como es el caso de Sociedad Agrícola de Interés Social (SAIS) “José Carlos Mariátegui” en la región Cajamarca; donde las empresas buscan generar impactos positivos en el medio ambiente en base a la reforestación en el bosque de la SAIS. Según un estudio sobre el mercado de carbono en el Perú realizado en colaboración con World Wildlife Fund (WWF), actualmente hay un creciente interés de parte de las empresas, en realizar acciones de gestión ambiental, cuantificando y gestionando sus impactos, y la razón principal es por un tema de responsabilidad social y/o ambiental (Freundt *et al.*, 2015).

### **2.6.2. Forestación del terreno propiedad de la Universidad Ricardo Palma**

La Universidad Ricardo Palma cuenta con un terreno ubicado en la carretera panamericana sur, en dirección norte - sur a la altura del kilómetro 10.5 (figura 21), distrito de San Juan de Miraflores.

Actualmente, este local es utilizado por la institución educativa como área deportiva, cuenta con canchas de fútbol y basquetbol, además también se solía utilizar para prácticas de alumnos de medicina veterinaria contando ahí con algunas especies de

animales como 2 vacas y 1 ovejas, próximamente se planea derivar esta área de práctica a otro local en el distrito de Pachacamac. El terreno es bastante amplio tiene áreas no utilizadas como se ve en la figura 21, las cuales pueden ser utilizadas para cultivar especies forestales, las cuales son capaces de compensar la huella de carbono de la comunidad universitaria, además de dar una imagen paisajística dentro del complejo.

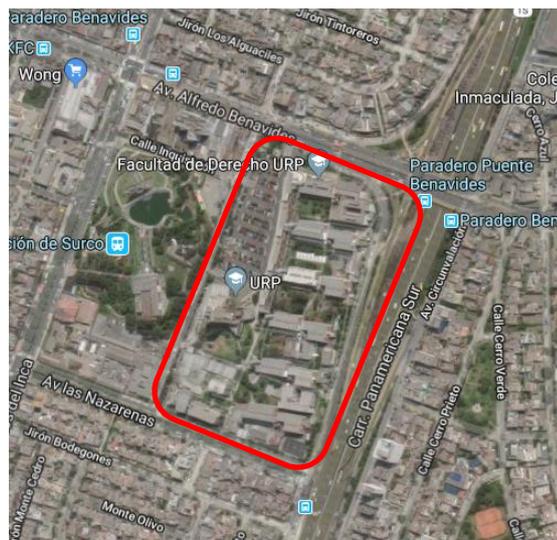
### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar

La presente investigación, se llevó acabo en la Universidad Ricardo Palma, ubicada en la avenida Benavides 5440, a la altura del km 8.9 de la carretera panamericana sur en el distrito de Santiago de Surco en la provincia de Lima, departamento de Lima.

LS: -12.132160

LO: -76980112



**Figura 7: Ubicación y vista de institución educativa estudiada**

**FUENTE:** Google maps 2016

#### 3.2. Materiales

- Formatos anexados al documento
- Laptop
- Herramientas de Excel
- Material de escritorio

- Calculadora
- Impresora

### **3.2.1. Referencias**

- Directrices y factores de conversión de emisión del IPCC para los inventarios GEI (IPCC, 2006)
- Protocolo de Gases de Efecto invernadero (WBCSD-WRI, 2004)
- Factores de emisión de Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA, 2016)

### **3.3. Métodos**

En la presente investigación, la recopilación de información se realizó mediante el diseño y aplicación de una herramienta de cuantificación (anexo 3) aplicada a la comunidad universitaria en estudio y entrevistas al personal encargado del área de transporte de la universidad. El flujograma del proceso de la metodología general del presente trabajo se muestra en el anexo 7.

Para la estimación de la huella de carbono se tomaron como referencia la metodología del inventario GEI del estándar corporativo de contabilidad y reporte del protocolo de gases de efecto invernadero (WBCSD-WRI, 2004).

Los factores de emisión utilizados para la cuantificación de la huella de carbono se utilizaron los factores de emisión del IPCC (IPCC, 2006) y los del de Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA, 2016).

#### **3.3.1. Límites organizacionales y operacionales**

Los límites organizacionales están dados por la comunidad universitaria de la Universidad Ricardo Palma, ubicado en el distrito de Santiago de Surco, Lima.

Población en estudio:

- Alumnos de pregrado matriculados en el ciclo 2017 – II
- Alumnos de posgrado matriculados en el ciclo 2017 – II
- Docentes de pregrado y posgrado que dicten clases durante el ciclo 2017 – II
- Trabajadores de la URP

En el presente estudio no se tomó en cuenta a los trabajadores y/o proveedores de comercios dentro de la universidad debido a que la frecuencia de visita es esporádica.

Los límites operacionales está definido por:

- Alcance 3: está definido por las emisiones indirectas de GEI generadas por fuentes móviles fuera del control de la universidad Ricardo Palma como producto del traslado (casa/trabajo – campus – casa) de la comunidad universitaria al campus URP ubicado en el distrito de Santiago de Surco.

Los límites organizacionales y operacionales están ilustrados en el anexo 6.

### **3.3.2. Duración del estudio**

No existe un registro de la huella de carbono de fuentes móviles para el desplazamiento hacia el campus universitario Ricardo Palma, se eligió realizar el estudio durante el ciclo 2017-II

### **3.4. Metodología para la Cuantificación e identificación de emisiones GEI**

Se tomaron como referencia los factores de emisión documentados por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2006) y la metodología del protocolo de gases de efecto invernadero (WBCSD-WRI, 2004).

### 3.4.1. Población y Muestra

La población considerada para esta investigación involucro a los alumnos de pregrado y posgrado, docentes y trabajadores, cuya característica común es que desarrollen actividades dentro del campus universitario URP.

Para determinar la muestra del estudio, se clasifíco en cuatro estamentos, estudiantes de pregrado, posgrado, docentes y trabajadores (tabla 2), además se recolecto información de la dirección general de administración y la oficina de personal de la Universidad Ricardo Palma sobre el tamaño de la población para el semestre 2017-II.

En la Universidad Ricardo Palma se cuenta con una población de 13 190 alumnos matriculados en el periodo en estudio, para determinar una muestra representativa se realizó un muestreo estratificado aplicando la fórmula 1.

Se clasifíco el universo poblacional en cuatro estamentos (estudiantes de pregrado, estudiantes de posgrado, docentes y trabajadores) debido a que cada uno de ellos forma parte de un sub grupo que comparten características en común como la facultad a la que pertenecen (estudiantes y docentes).

#### **Fórmula 1: Fórmula para el calcular la muestra en el estudio**

$$n = \frac{N Z^2 pq}{(N - 1)E^2 + Z^2 pq}$$

**FUENTE:** Rabolini, 2009.

Dónde:

- N = tamaño total del estamento
- P = probabilidad de ocurrencia de un evento
- Q = probabilidad de que el evento no ocurra

- $Z$  = nivele de confianza
- $E$  = error (aceptable entre 1 y 9 por ciento).

Los valores a aplicar son:

- $Z = 1.96$  (distribución normal para un nivel de confianza de 95 por ciento).
- $P = 0.5$
- $Q = 0.5$
- $N$  = Tamaño de población por estamento
- $E = 5$  por ciento (  $0.05$ )

Reemplazando los datos en la fórmula 1, se obtuvieron las muestras estratificadas

**Tabla 2: Tamaño de muestra por estamento**

<b>Grupos de estudio</b>	<b>Población</b>	<b>Muestra</b>
Estudiantes de Pregrado	12 127	372
Estudiantes de Posgrado	1 063	282
Profesores	1 183	290
Trabajadores	531	223
	<b>14 904</b>	<b>1 167</b>

**FUENTE:** Elaboración propia.

Una vez obtenido el número de muestra necesario por cada estamento, se realizó una estimación de la muestra correspondiente al número de alumnos o número docentes (tabla 3 y 4 respectivamente) pertenecientes a cada especialidad en base al total de muestra hallado (tabla 2).

**Tabla 3: Tamaño de muestra según la población de estudiantes de pregrado**

Facultad	Especialidad	Número de Alumnos	Muestra (%)	Numero de encuestas
<b>Arquitectura y Urbanismo</b>	Arquitectura	2 027	17	62
<b>Ciencias Biológicas</b>	Biología	261	2	8
	Medicina Veterinaria	323	3	10
<b>Medicina Humana</b>	Medicina Humana	1 699	14	52
<b>Ciencias Económicas y Empresariales</b>	Economía	128	1	4
	Administración y Gerencia	702	6	22
	Contabilidad y Finanzas	373	3	11
	Administración de Negocios Globales inter	705	6	22
	Turismo, Hotelería y Gastronomía	271	2	8
	Marketing Global y Admiración Comercial	204	2	6
	Psicología	Psicología	597	5
<b>Derecho y Ciencias Políticas</b>	Derecho	389	3	12
<b>Humanidades y Lenguas Modernas</b>	Traducción e Interpretación	720	6	22
<b>Ingeniería</b>	Ingeniería Civil	1 873	15	57
	Ingeniería Electrónica	186	2	6
	Ingeniería Industrial	1 073	9	33
	Ingeniería Informática	334	3	10
	Ingeniería Mecatrónica	262	2	8
		<b>12 127</b>		<b>372</b>

**FUENTE:** Elaboración propia.

**Tabla 4: Tamaño de muestra según la población de estudiantes de posgrado**

<b>Especialidad</b>	<b>Carreras</b>	<b>Número de Alumnos</b>	<b>Muestra (%)</b>	<b>Numero de encuestas</b>
<b>Maestría</b>	Ingeniería Informática	34	3	9
	Sistemas de gestión de la Calidad e Inocuidad en la Industria Alimentaria	25	2	7
	Arquitectura y Sostenibilidad	66	6	18
	Traducción	19	2	5
	Ing. Vial con Mención en Carreteras, Puentes y Túneles	166	16	44
	Enfermería Mención en Gestión Administrativa			
	Salud Publica Mención Administración Hospitalaria y Servicios de Salud	46	4	12
	Docencia Superior	42	4	11
	Psicología Mención Problemas de Aprendizaje	34	3	9
	Ecología y Gestión Ambiental	112	11	30
	Ing. Industrial Con Mención en Planificación Y Gestión Empresarial	114	11	30
	Educación por el Arte	23	2	6
	Museología y Gestión Cultural	15	1	4
	Administración de Negocios	141	13	37
	Arquitectura: Mención Gestión Empresarial	30	3	8
	Psicología Clínica y de la Salud	61	6	16
	<b>Doctorado</b>	Comportamiento Organizacional y Recursos Humanos	124	12
Ciencias políticas y relaciones internacionales				
Administración de negocios globales		11	1	3
		<b>1 063</b>		<b>282</b>

**FUENTE:** Elaboración propia.

**Tabla 5: Tamaño de muestra según la población de docentes**

Facultad /Especialidad	Docentes	Muestra (%)	encuestas
Arquitectura y Urbanismo	160	14	39
Ciencias Biológicas	69	6	17
Medicina Humana	231	20	57
Ciencias Económicas y Empresariales	254	21	62
Psicología	43	4	11
Derecho y Ciencias Políticas	35	3	9
Humanidades y Lenguas Modernas	65	5	16
Ingeniería	230	19	56
Programa de estudios básicos (PEB)	96	8	24
	<b>1 183</b>		<b>290</b>

**FUENTE:** Elaboración propia

### 3.4.2. Identificación de fuentes móviles

Dentro de los límites organizacionales y operacionales se identificaron y clasificaron las fuentes móviles de emisiones GEI, para el caso de las emisiones directas e indirectas se usó el formato lista de identificación de fuentes de emisión de GEI (Anexo 1), la encuesta para el jefe del área encargado de los buses de la Universidad Ricardo Palma (Anexo 2). Las emisiones contempladas en el alcance 3 (comunidad universitaria) se estimaron mediante la aplicación de encuestas a la comunidad universitaria (estudiantes de pregrado y posgrado, profesores y trabajadores administrativos) (anexo 3).

Luego de la entrevista con el jefe del área encargado de los buses de la Universidad Ricardo Palma el señor Richard Luis López, se identificó que la universidad cuenta con dos buses, una combi y una minivan las cuales solo se utilizan para salidas programadas y para transporte de personal para objetivos publicitarios a colegios u otras

instituciones dentro de la ciudad de Lima. Por lo que en la presente investigación no se tomaran en cuenta dichas mediciones por no ser constantes durante el tiempo de estudio. El alcance 3 se realizó través de la estimación de distancia recorrida por la comunidad universitaria, estos datos se obtendrán a través de la aplicación de encuestas del anexo 3.

La identificación de las fuentes móviles en el alcance estudiado se realizó mediante el diseño y la aplicación de encuestas a la comunidad universitaria definida dentro de los límites organizacionales y operacionales, los datos obtenidos muestran los tipos de transporte utilizados en el desplazamiento de la comunidad universitaria.

La definición de los transportes utilizados según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2012).

- Auto: Vehículo fabricado con carrocería cerrada, con o sin poste central, con techo fijo, rígido. La maletera constituye un volumen propio y definido, no pudiendo la luna posterior formar parte de la misma. Para cuatro o más asientos en por lo menos dos filas. Con dos o cuatro puertas laterales. Con cuatro ventanas laterales.
- Bicicleta: Vehículo de dos ruedas, normalmente de igual tamaño, cuyos pedales transmiten el movimiento a la rueda trasera por medio de un plato, un piñón y una cadena (RAE, 2015).
- Camioneta: Vehículo utilitario fabricado con carrocería cerrada o abierta, con techo fijo o desmontable y rígido o flexible. Para cuatro o más asientos en por lo menos dos filas. Por su configuración (altura libre del piso, ángulos de ataque, ventral y de salida) generalmente puede ser utilizado en carreteras en mal estado o fuera de ellas. Generalmente de tracción 4x4, pero puede ser de 4x2.
- Coaster: vehículo con capacidad hasta 30 personas incluyendo el asiento del conductor usado mayoritariamente en transporte público, cuyo peso bruto es de no más de 6000kg.

- **Combi:** es un vehículo de transporte público más pequeño que un autobús urbano, este vehículo permite entre diez y diez y seis asientos, incluyendo asiento de conductor.
- **Microbús:** Vehículo automóvil de cuatro ruedas destinado generalmente al transporte público en un trayecto fijo dentro de una población, con menor capacidad de pasajeros que el autobús.
- **Motocicleta:** Vehículo motorizado de dos ruedas grandes o pequeñas, adecuado para uso urbano y en carretera.
- **Mototaxi:** vehículo de tres ruedas y variadas configuraciones, cuya parte delantera puede ser similar a la de una motocicleta y la parte posterior conformada por una extensión del chasis con dos ruedas posteriores; pueden ser abiertas o cerrados, siendo destinados al transporte de pasajeros.
- **Taxi:** vehículo de alquiler con un conductor (taxista), que se utiliza en el servicio de transporte de uno o un grupo pequeño de pasajeros dirigidos a diferentes destinos por contrato o dinero.
- **Tren:** es un tipo de transporte público interurbano, usado para el transporte de pasajeros masivos, cubriendo una ruta entre dos puntos bastante alejados, siendo, generalmente, de responsabilidad nacional.

#### **A. Cuantificación de las emisiones directas de GEI por consumo de combustibles**

Inicialmente se aplicara el formato lista de identificación de fuentes de emisión de GEI, para determinar el tipo de fuente que pertenece o son controladas por la institución educativa definida dentro de los límites organizacionales definidos.

## 1. Determinación del consumo de combustible

La Universidad Ricardo palma cuenta con cuatro vehículos descritos a continuación:

**Tabla 6: Identificación de fuentes móviles de la universidad Ricardo Palma**

Numero	Tipo	Marca	Año	Capacidad	Combustible
1	Minivan	Hyundai	1997	12	Gasolina
1	Combi	Nissan	1997	15	Gasolina
2	Coaster	Mercedes Benz	2000	30	Diesel

**FUENTE:** Elaboración propia.

El consumo de combustible de los vehículos descritos en la tabla 6, no se puede determinar con exactitud debido a que las actividades desarrolladas con dichas unidades es intermitente en el tiempo y básicamente se utiliza para las siguientes funciones:

- Publicidad en colegios.
- Campañas sociales.
- Traslado a competencias deportivas.
- Prácticas de estudios.

## 2. Estimación de las emisiones de GEI por consumo de combustibles

Para estimar las emisiones de GEI, los datos de consumo de combustible se expresan en unidades de masa para ello se usan los valores de densidad (tabla 7).

**Tabla 7: Valores de poder calorífico y factores de emisión para combustibles fósiles.**

<b>Tipo de combustible</b>	<b>Valor Calórico Neto (kJ/kg)</b>	<b>Densidad (kg/L)</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>/GJ Por defecto</b>	<b>kg CH<sub>4</sub>/GJ Por defecto</b>	<b>kg N<sub>2</sub>O /GJ Por defecto</b>
Gasolina	47 729	0.718	69.3	0.033	0.003
Diesel B5	45 500	0.87	74.1	0.004	0.004
GLP	47 300	0.542	63.1	0.062	0.0002
Gas natural	48 000	0,423	56.1	0.020	0.002

**FUENTE:** Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2006).

**B. Cuantificación de las emisiones indirectas de GEI por el desplazamiento casa/trabajo - campus - casa de estudiantes, profesores y trabajadores administrativos al campus universitario**

Para la estimación de las emisiones indirectas de GEI producto de los medios de transporte utilizados en el desplazamiento de ida y vuelta hacia el campus universitario URP de estudiantes, profesores y trabajadores; para ello se aplicaron encuestas (Anexo 3) donde se obtuvo información sobre el recorrido, frecuencia, distrito de origen, tipo de transporte y tiempo promedio que emplea la comunidad universitaria en desplazarse de ida y regreso al campus universitario.

Luego de procesar la información obtenida de la encuestas, se calculó la distancia recorrida a través de la herramienta Google Maps, seguidamente se multiplico dicha distancia por los factores de emisión (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub>) establecidos por Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA, 2016) y IPCC (IPCC, 2006) correspondiente según el tipo de vehículo (anexo 5) contemplado en el estudio. El total de emisiones indirectas de GEI consideradas en el alcance 3 del protocolo GEI se calculó mediante la sumatoria de las emisiones como se ve en la fórmula número 2.

**Fórmula 2: Fórmula para el cálculo final de emisiones indirectas**

$$OE_t = \frac{DR_i}{n \times 10^6} \times \left( FE_{CO_2} + \frac{1}{10^3} (FE_{CH_4} \times PCG_{CH_4} + FE_{N_2O} \times PCG_{N_2O}) \right)$$

**FUENTE:** Blanquer, 2012.

Dónde:

- **OEit:** Otras Emisiones Indirectas de GEI por transporte Casa/trabajo – universidad- casa, en t CO<sub>2</sub>eq.
- **DRI:** Distancias recorrida por un miembro de la comunidad universitaria, en Km.
- **FECO<sub>2</sub>:** Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> del vehículo empleado por el miembro de la comunidad universitaria, en g CO<sub>2</sub>/km.
- **FECH<sub>4</sub>, FEN<sub>2</sub>O:** Factor de Emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del vehículo empleado por el miembro de la comunidad universitaria, en mgCH<sub>4</sub>/km y mgN<sub>2</sub>O/km o PCGCH<sub>4</sub>.
- **PCGN<sub>2</sub>O:** Potencial de Calentamiento Global del CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.
- **n:** Número de pasajeros que ocupa el vehículo empleado por el miembro de la comunidad universitaria para el transporte de su casa/ trabajo al campus universitario - casa.
- **i:** Miembro de la comunidad universitaria.

La fórmula 2 contempla el número de pasajeros (“n”) que ocupan un medio de transporte debido a que esta variable influye en las emisiones de GEI, ya que cada pasajero dependiendo de la capacidad y tipo de vehículo utilizado (anexo 5) es responsable de una fracción de las emisiones de GEI producidas durante el desplazamiento al campus universitario URP. Para fines del cálculo es equivalente a dividir la emisión total calculada para un determinado tramo entre el número de

pasajeros (Gutiérrez y Chávez, 2014). En la tabla 8 se muestra el potencial de calentamiento por tipo de gas de efecto invernadero.

**Tabla 8: potencial de calentamiento de GEI.**

Gas de efecto invernadero	Potencial de calentamiento global
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )	1
Metano (CH <sub>4</sub> )	25
Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O)	298

**FUENTE:** Valle, 2014.

Según un estudio realizado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2010), en la ciudad de Lima más del 50 por ciento de la flota de taxis registrados utilizan gas licuado de petróleo (GLP) como combustible seguido por gasolina y diesel por lo que para consideraciones de cálculo se utilizó este combustible para este tipo de vehículo.

Los vehículos de transporte público masivo en Lima metropolitana utilizan en su mayoría diesel debido a la antigüedad del parque automotor (Dawidowski *et al.*, 2014), por lo que para efectos de cálculo el diesel es el tipo de combustible considerado para autobuses, combis y coaster. Para el metropolitano y corredores complementarios el tipo de combustible considerado es gas natural vehicular (GNV); el tipo de combustible y capacidad (anexo 4), fueron tomados de datos de Protransporte.

Los datos considerados para el tren eléctrico de Lima según datos proporcionados por la Autoridad Autónoma del Sistema Eléctrico de Transporte Masivo de Lima y Callao (AATE), al no encontrar factores de emisión nacionales para este tipo de transporte se tomó del Department for Environment, Food and Rural Affairs (anexo 5).

### **C. Validación de herramienta**

Siguiendo la metodología de construcción y validación de encuesta (Sampieri *et al.*, 2010). Se realizó una prueba piloto de encuesta a un grupo de 50 personas elegidas

al azar de estudiantes, trabajadores y docentes de la URP, el objetivo de este paso es lograr verificar la total comprensión de las preguntas planteadas en la encuesta, además de constatar que los resultados obtenidos sean coherentes con los objetivos planteados en la investigación.

#### **D. Estimación de la huella de carbono de la Universidad Ricardo Palma (URP)**

La huella de carbono de la URP estará dada por la sumatoria de las emisiones calculadas en los pasos anteriores como se ve en la fórmula 3.

#### **Fórmula 3: Fórmula para estimación final de la huella de carbono**

$$ET = ED + OEI_t$$

**FUENTE:** Rabolini, 2009.

Dónde:

- **ET:** Emisiones Totales de GEI, en tCO<sub>2</sub>eq.
- **ED:** Emisiones Directas de GEI, en tCO<sub>2</sub>eq (Alcance 1).
- **OEI<sub>t</sub>:** Otras emisiones Indirectas de GEI, en tCO<sub>2</sub>eq (Alcance 3).

#### **E. Estimación de la huella de carbono per cápita**

Una vez determinada la totalidad de emisiones de GEI de la organización, se procederá a dividir el resultado entre la comunidad universitaria en estudio (fórmula 4).

#### **Fórmula 4: Fórmula para estimación de huella de carbono per cápita**

$$HC = \frac{ET}{N}$$

**FUENTE:** Collaguazo y Rosario, 2012.

Dónde:

- **HC:** Huella de carbono per cápita de la comunidad universitaria en estudio en tCO<sub>2</sub>eq.
- **ET:** Emisiones totales de GEI en tCO<sub>2</sub>eq.
- **N:** Número total de personas consideradas en el estudio.

### **3.5. Propuestas de reducción y compensación**

#### **3.5.1. Propuestas de reducción de la huella de carbono**

En base a los resultados obtenidos, se plantearon propuestas de reducción y mejora para las emisiones GEI, producidas por las actividades asociadas a la organización.

Para la elaboración de las propuestas de reducción de emisiones GEI, se tomó en cuenta la disposición de la organización desde los ámbitos económicos, técnicos y de mejora o seguimiento en el tiempo de las propuestas. Además, se tomara en cuenta la disposición de la comunidad universitaria, ya que depende de ellos la minimización de su huella a través del uso de determinados transportes para desplazarse hacia y desde el campus universitario.

Los encargados de ejecutar las propuestas planteadas en esta investigación son los jefes de los organismos de la Universidad Ricardo Palma y cada uno de los miembros de la comunidad universitaria, puesto que ellos son los que eligen el tipo de transporte que utilizan diariamente para trasladarse.

## **A. Compra de bonos de carbono de proyectos de reforestación**

En el Perú, actualmente existen varios proyectos de captura de carbono en proyectos de conservación y recuperación de terrenos deforestados en departamentos como Cajamarca, Madre de Dios, Ucayali y San Martín. Estos proyectos trabajan en acuerdo con las comunidades locales que habitan estas zonas, y en base a programas de concientización y un trabajo arduo, se ha logrado certificar la emisión de créditos o bonos de carbono, que son puestos en el mercado, estos se negocian y se determina el precio dependiendo de la oferta y la demanda en el momento de la negociación con las empresas locales o internacionales interesadas en compensar sus emisiones (Freundt *et al.*, 2015).

## **B. Compensación de huella de carbono a través de la forestación de la especie *Paulownia Tomentosa***

Las plantaciones forestales actúan como pulmones de reserva para el planeta, el potencial individual que tiene cada árbol se multiplica por el número de unidades dentro de la plantación, además cada árbol presenta una tasa de fijación de dióxido de carbono (ENCE, 2009).

La especie forestal *Paulownia tomentosa* es una especie de origen asiático, con una notable presencia en China y el Este de Asia, una de sus características más importantes es su rápido desarrollo, su crecimiento uniforme y regular, además es resistente a un rango de temperatura (-20°C – 55°C) que le permite adaptarse a diferentes tipos de clima, es apta para el cultivo en terrenos pobres en nutrientes. Otra gran característica de esta especie, es que es maderable, es decir, luego de concluir determinado ciclo de vida se puede talar y rentabilizar la madera obtenida. Se puede obtener madera a partir de un individuo de una edad relativamente joven en comparación con otras especies destinadas a la producción energética o de biomasa (Sáez, 2018).

Tiene un crecimiento bastante acelerado, puede crecer de 3 a 5 metros por año dependiendo de las condiciones climáticas, y puede alcanzar de 25 a 30 metros de altura, tiene unas hojas y flores de buen tamaño, lo que la hace una hermosa especie

ornamental para zonas urbanas, otra característica muy importante de esta especie es que es apta para suelos arenosos y arcillosos (Orozco, 2017).

La densidad forestal recomendada, varía de 80 a 100 plántones o árboles por hectárea, sembrados con una separación de 4 metros. Esta especie forestal tiene una función metabólica de captura de dióxido de carbono promedio de 633.64 Tn/ha de CO<sub>2</sub>/ año, es decir 21.7 kg CO<sub>2</sub>/ día (Di Marco, 2014).

La madera de esta especie es considerada de alta calidad, es de color muy claro, muy resistente y ultra-ligera (pesa muy poco, considerando que 1 m<sup>3</sup> pesa tan sólo unos 250 kg), no se tuerce, ni se deforma, ni se agrieta, es fácil de trabajar, de grano fino y admite una gran variedad de acabados, además posee gran capacidad aislante lo que la hace muy apreciada (Barja, 2009).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

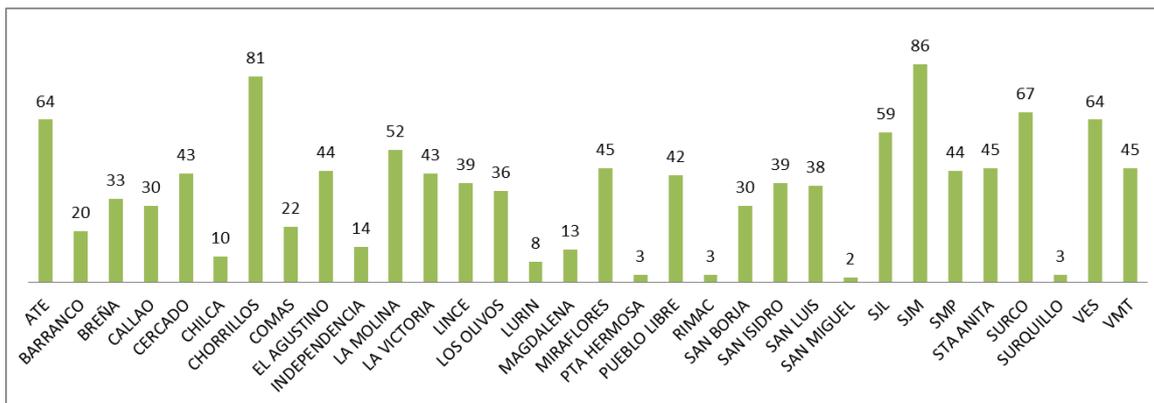
### **4.1. Estimación de las emisiones indirectas de GEI**

Para la estimación de emisiones GEI, se identificaron los hábitos de transporte en el traslado (casa/ trabajo al campus universitario – casa) de la población en estudio a través del diseño y aplicación de encuestas a alumnos, docentes y trabajadores de la universidad Ricardo Palma.

De la oficina de personal de la Universidad Ricardo Palma, se obtuvieron datos sobre el número de matriculados de pregrado y posgrado, docentes y trabajadores para el ciclo 2017 – II.

La aplicación de la encuesta previamente validada se llevó a cabo de manera personal a personas escogidas aleatoriamente, este proceso tuvo una duración de un mes y medio aproximadamente del 3 de octubre al 13 de diciembre del 2017, se encuestó a 372 alumnos de pregrado, 282 alumnos de posgrado, 290 docentes y 223 trabajadores, el tamaño de la muestra se determinó previamente a través de un muestreo aleatorio estratificado.

Se obtuvieron datos sobre los hábitos de transporte en el desplazamiento (casa/ trabajo al campus universitario – casa) de la comunidad universitaria, como el tipo de transporte utilizado, número de vehículos utilizado, el tiempo, frecuencia, distrito de residencia, distrito de procedencia, horario de asistencia, etc. Con ello se calculó la distancia promedio recorrida mediante el uso de Google Maps, en cuanto al número de vehículos utilizados se consideraron hasta tres vehículos en el traslado hacia el campus y viceversa por usuario.



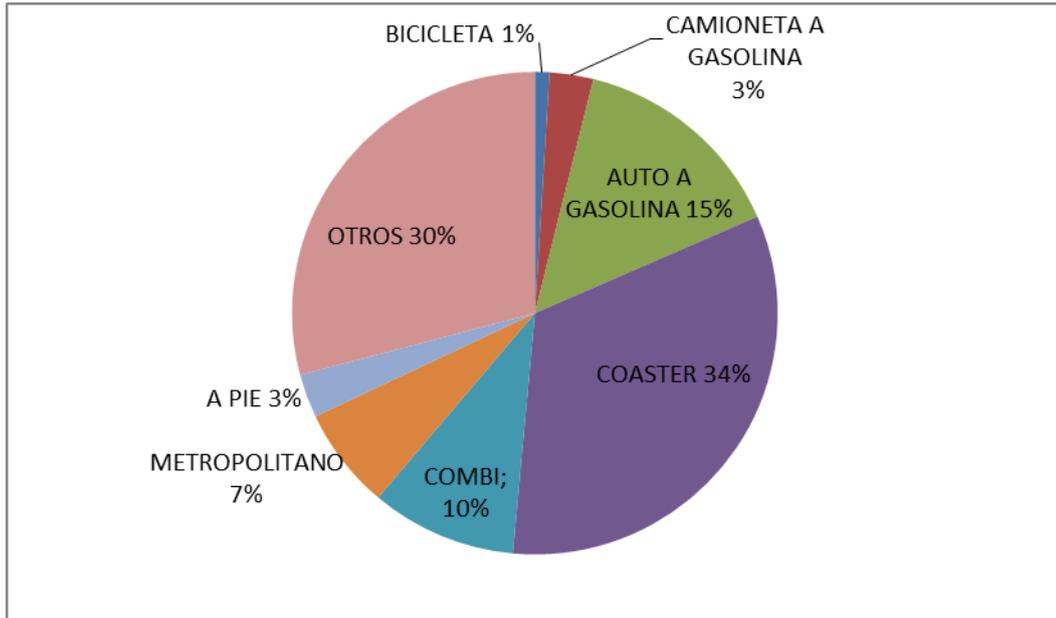
**Figura 8: Número de personas por distrito de residencia de la comunidad universitaria encuestada.**

**FUENTE:** Elaboracion propia.

Como se muestra en la figura 8, San Juan de Miraflores (SJM) es el principal distrito de residencia de la comunidad universitaria encuestada con 86 personas, seguida por Chorrillos y Santiago de Surco con 81 y 67 personas respectivamente, esto se puede explicar debido a la cercanía de estos distritos al campus universitario. Como se aprecia la comunidad universitaria en estudio proviene de varios distritos de Lima, en el caso de las zonas ms alejadas se puede explicar gracias a los medios masivos de transporte como el metropolitano o el tren eléctrico.

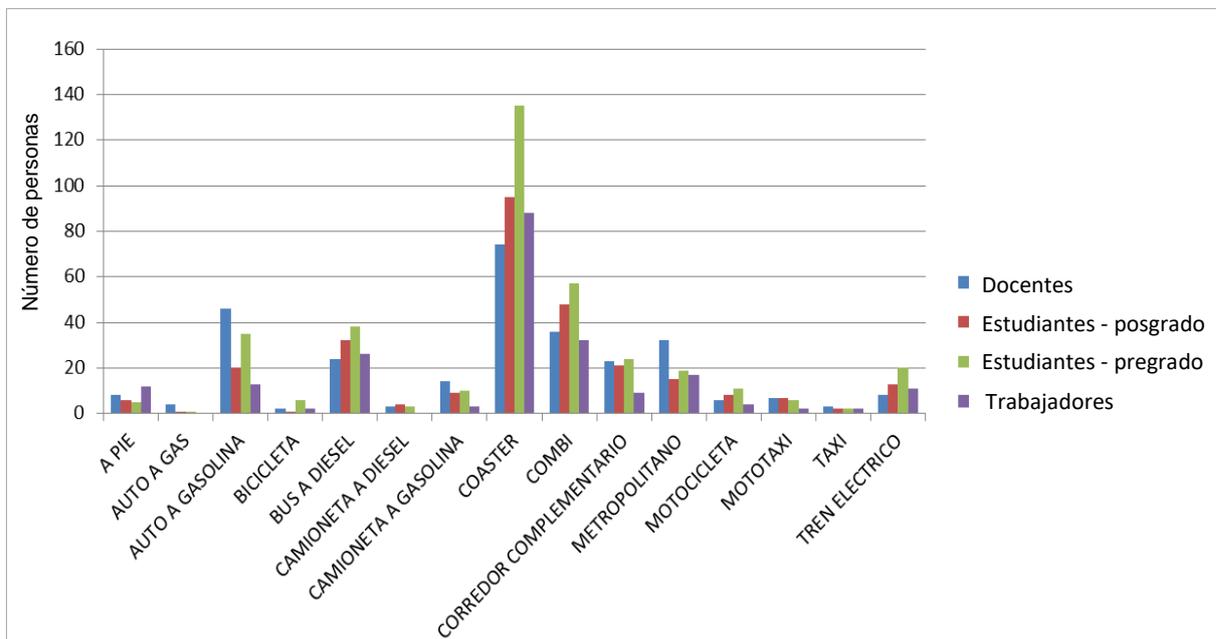
En cuanto al punto de partida hacia el campus universitario tenemos que el 83 por ciento tiene como punto de partida su casa y el 17 por ciento parte desde el trabajo, de este último más del 20 por ciento proviene del distrito de Miraflores seguido de Santiago de Surco (17 por ciento).

En general el 79 por ciento de personas encuestadas utilizan transporte público, el 16 por ciento utiliza transporte particular, el 3 por ciento se traslada a pie y solo el 1 por ciento utiliza bicicleta como medio de transporte al trasladarse al campus universitario. Según la figura 8, en cuanto a vehículos automotores el tipo de transporte más utilizado es coaster (34 por ciento) seguido por el auto a gasolina (15 por ciento) y combi (10 por ciento).



**Figura 9: Medios de transporte utilizado por la comunidad universitaria**

**FUENTE:** Elaboración propia.



**Figura 10: Número de personas por tipo de transporte utilizado por estamento**

**FUENTE:** Elaboración propia.

En la figura 9, se evidencio que “coaster” y “combi” son los tipos de transporte más utilizados, además en la figura 10, se puede notar que los alumnos de pregrado son los principales usuarios de estos tipos de transporte. En cuanto a los usuarios de transporte particular los docentes son los principales usuarios de autos y camionetas cuyo tipo de combustible es la gasolina.

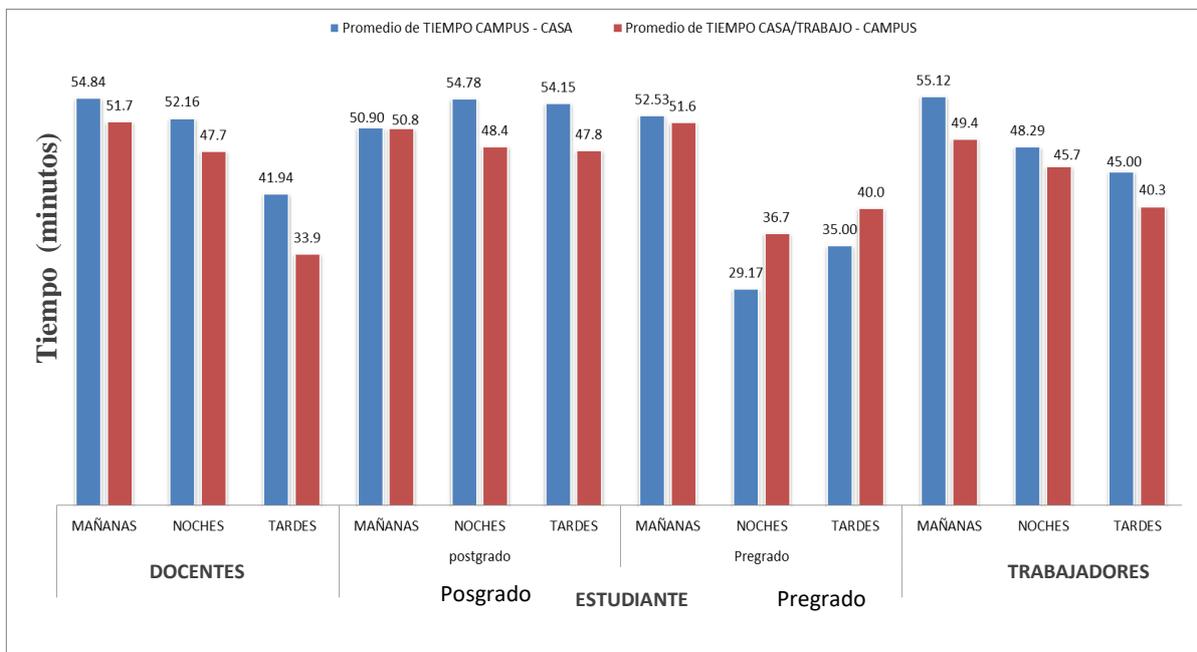
En cuanto a medios de transporte no motorizados, según la figura 10 tenemos que los principales en desplazarse a pie hacia el campus universitario son los trabajadores representados por el 5 por ciento, esto se debe a que el 20 por ciento de estos tiene como origen zonas y/o distritos colindantes al campus.

Se identificó que la frecuencia por semana del traslado a las instalaciones del campus URP, tenemos que el 77 por ciento de los estudiantes de pregrado asisten entre 5 o 6 días a la semana, el 55 por ciento de los estudiantes de posgrado asisten 2 o 3 días por semana, el 47 por ciento de los docentes se trasladan al campus entre 4 y 5 días por semana, además el 85 por ciento de los trabajadores se desplazan 5 o 6 días por semana a las instalaciones del campus universitario.

En el presente estudio se contemplaron hasta 3 tipos de transporte por desplazamiento de la comunidad universitaria hacia o desde el campus universitario (casa/trabajo – campus universitario – casa), en la fracción que utiliza medios de transporte motorizados sean particulares o públicos se identificó que el 51 por ciento de la muestra estudiada utiliza solo un tipo de transporte, el 31 por ciento utilizan dos medios de transporte, y el 14 por ciento utiliza tres tipos de transporte para trasladarse al campus. El número de vehículos utilizados están en función de la distancia, preferencia, comodidad y tiempo en el traslado para los usuarios.

Las personas pasan mucho tiempo en unidades de transporte hacia el trabajo, casa o institución de estudios. En la figura 11, se puede visualizar que el tiempo promedio en el desplazamiento casa y/o trabajo – campus para todos los estamentos es mayor al tiempo promedio en el desplazamiento campus – casa. Para el desplazamiento hacia el campus se definió que en las mañanas existen picos máximos de hasta 120

minutos en hora pico (entre las 7 y 9 am) para todos los estamentos en estudio, en el caso de la tarde (hora pico entre 5 y 6 pm) se establecieron máximos de hasta 100 minutos, en la noche (entre 7 y 9 pm) el promedio de tiempo es similar a los otros estamento pero con picos máximos de 130 minutos a los distritos más lejanos. Para el desplazamiento desde el campus a casa en las mañanas (entre 9 y 11 am) se encontraron picos máximos de 55 minutos, para los miembros que se retiran en la tarde (entre 2 y 5 pm) se establecieron máximos de hasta 50 minutos, en la noche (entre 9 y 11.30 pm) se identificaron picos máximos de 35 minutos estos últimos usuarios son en su mayoría docentes, estudiantes y trabajadores relacionados con la escuela de posgrado. Los tiempos máximos y mínimos se pueden visualizar en el anexo 8.



**Figura 11: Tipo promedio de viaje campus casa por estamento**

**FUENTE:** Elaboración propia.

Se estimó la sumatoria de la distancia recorridas hacia y desde el campus universitario por tipo de vehículo y estamento definido producto del traslado de los miembros de la comunidad hacia y desde el campus universitario ubicado en Santiago de Surco.

**Tabla 9: Distancia acumulada (Km) por tipo de transporte y estamento en estudio**

Tipo de transporte	Estamentos en estudio			
	Docentes	Posgrado	Pregrado	Trabajadores
A PIE	46.68	46.5	27.9	50.7
AUTOBÚS	953.44	1121.18	1349.1	1025.48
AUTO A GASOLINA	802.14	364.94	1057.18	362.72
AUTO A GAS	57.52	8.38	21.18	0
BICICLETA	15.66	12.18	69.7	24.36
CAMIONETA A GASOLINA	568.44	633.22	791.92	42.5
CAMIONETA DIESEL	112.4	197.72	127.04	0
COASTER	1744.8	1970	2476.58	1857.4
COMBI	836.932	646.908	1578.54	371.592
CORREDOR COMPLEMEN	408.02	326.68	521.34	195.18
METROPOLITANO	566.06	629.96	801.54	335.17
MOTOTAXI	63.44	232.74	132.64	136.9
MOTOCICLETA	65.4	74.64	154.96	78.84
TREN ELECTRICO	534.82	349.24	477.8	325.2
TAXI	15.4	30.18	94.24	60.54
<b>Total (Km) / semestre</b>	<b>6791.152</b>	<b>6644.468</b>	<b>9681.66</b>	<b>4866.582</b>

FUENTE: Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de carbono se realizó la sumatoria de la distancia recorridas por tipo de vehículo y estamento definido, producto del traslado de los miembros de la comunidad hacia y desde el campus universitario ubicado en Santiago de Surco.

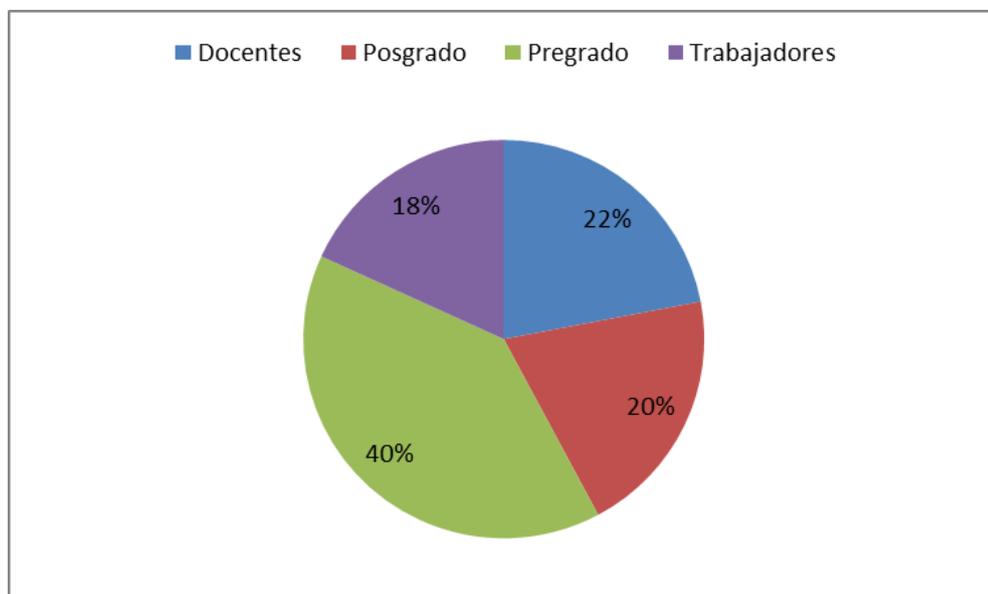
En la tabla 9, se observa que la mayor distancia total acumulada entre todos los tipos de transporte utilizados pertenece a los estudiantes de pregrado con 9681.66 km, seguidos por los docentes (6791.152 km) y por los estudiantes de posgrado (6644.468 km). En cuanto al tipo de transporte con la mayor distancia acumulada pertenece al tipo de transporte público coaster (8048.78 km), y el estamento de estudiantes de pregrado son los que mayor recorrido acumulado (2476.58 km) para este tipo de transporte.

En el estamento docente, tiene como mayor distancia recorrida al tipo de transporte coaster con 1744.8 km recorridos, el mayor recorrido acumulado para el estamento estudiantes de posgrado es para el tipo de transporte autobús con 1121.18 km,

finalmente se determinó que para el estamento de trabajadores la mayor distancia acumulada está representada por el tipo de transporte “autobús” (1025.48 km).

Para la estimación de la huella de carbono se ha promediado el número de días de asistencia para cada estamento con la finalidad de reducir el error al usar un número estandarizado de días para todos los estamentos y así obtener resultados más certeros para cada estamento, así tenemos que para los docentes es de 4 días, para los estudiantes de posgrado es de 3 días y para los estudiantes de pregrado y trabajadores es de 5 días.

Se realizó la estimación de la emisión de toneladas de CO<sub>2</sub>e en base a los datos obtenidos en la encuesta sobre hábitos de transporte de la comunidad universitaria y a los cálculos previos sobre distancias recorridas en base a dicha información. Luego se estimó la huella de carbono siguiendo la metodología descrita anteriormente para ambos desplazamientos (casa/trabajo – campus universitario – casa), finalmente se realizó una sumatoria entre ambos valores obteniendo las emisiones totales por cada estamento (figura 12) y por tipo de transporte (figura 13).



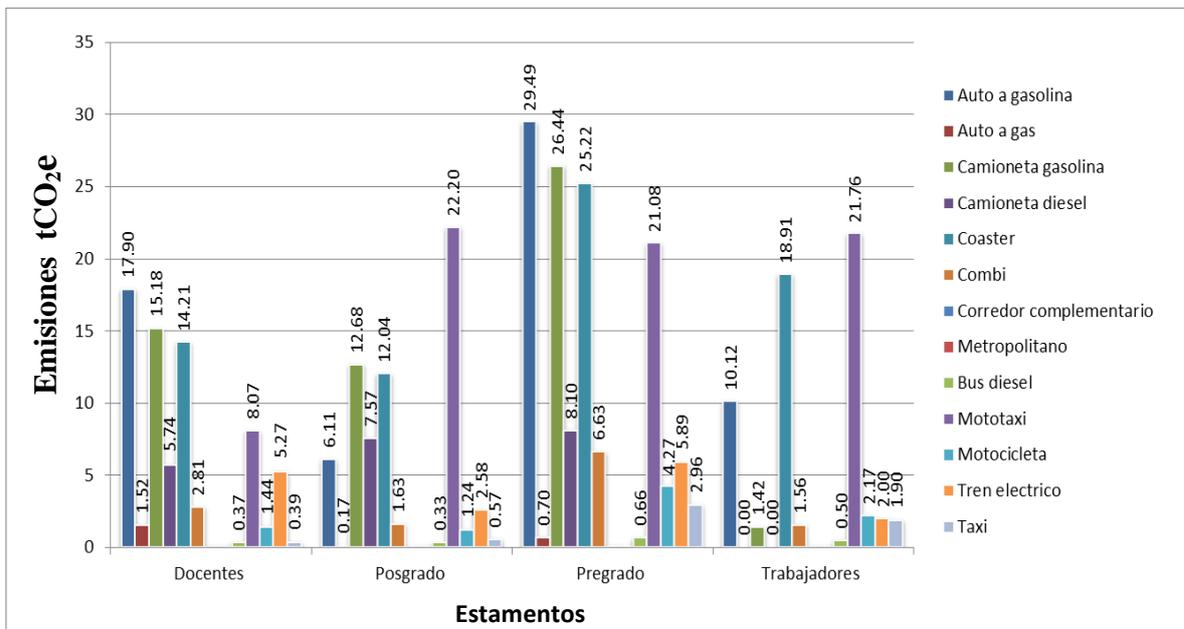
**Figura 12: Distribución porcentual de Emisiones GEI por estamento**

**FUENTE:** Elaboración propia.

Según la distribución de emisiones GEI en la figura 12, el 40 por ciento de las emisiones (131.69 tCO<sub>2</sub>e) están representadas por el estamento estudiantes de pregrado, esto se debe a que tienen la mayor distancia recorrida acumulada tanto para transporte público (coaster) así como para el transporte particular (auto a gasolina), otro factor que influye en las emisiones son los altos valores de los factores de emisión.

El estamento docentes representa el 22 por ciento de las emisiones (73.049 tCO<sub>2</sub>e), mientras que el estamento de estudiantes de posgrado el 20 por ciento (67.2046 tCO<sub>2</sub>e) y las emisiones GEI producidas por los trabajadores representan el 18 por ciento (60.451 tCO<sub>2</sub>e).

En la figura 13, se puede ver que las emisiones más significativas están representadas por el tipo de transporte “auto a gasolina” perteneciente al estamento estudiantes de pregrado con 29.49 toneladas de CO<sub>2</sub>e, esto se debe a que el 16 por ciento de la muestra total en estudio utiliza vehículos particulares y de estos el 9 por ciento corresponden a estudiantes de pregrado, además este valor se puede explicar debido a que el 90 por ciento de los usuarios de vehículos particulares realizan el viaje solos, el tiempo y distancia recorrida y al alto valor del factor de emisión para este tipo de vehículos.



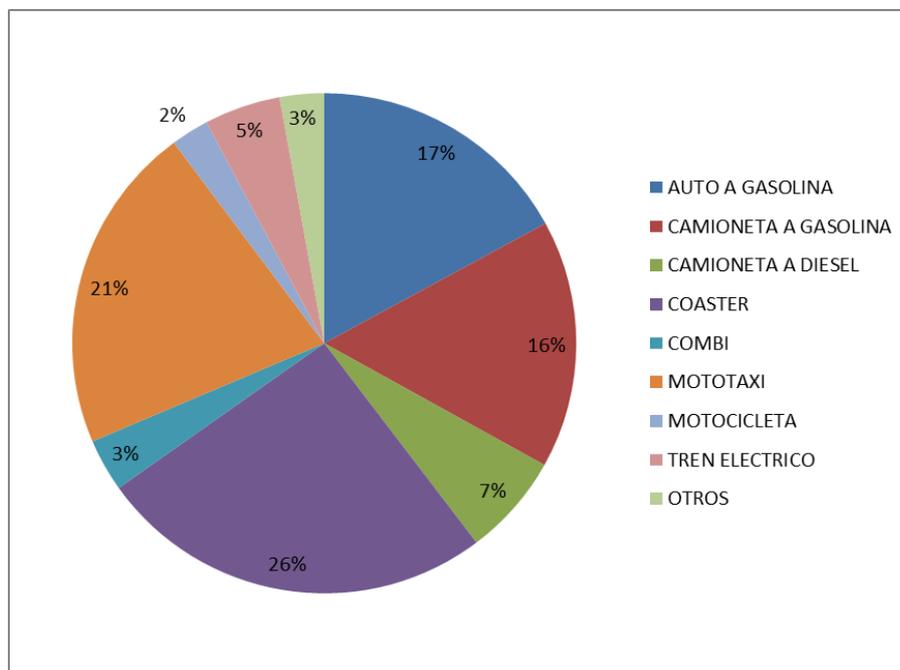
**Figura 13: Emisiones tCO<sub>2</sub>e por el desplazamiento de la comunidad universitaria**

FUENTE: Elaboración propia.

Se determinó que la huella de carbono total producida por el desplazamiento (casa / trabajo – campus universitario – casa) de la comunidad universitaria muestreada es de 332.42 tCO<sub>2</sub>e correspondiente al periodo en estudio (ciclo 2017 – II).

En cuanto a transporte público, se identificó que las mayores emisiones GEI son producidas por el tipo de transporte “coaster” este emite 25.22 tCO<sub>2</sub>e perteneciente también al estamento de estudiantes de pregrado, esto debido a que este grupo de estudio son los que registraron la mayor distancia acumulada para este tipo de transporte.

En la figura 13, también podemos ver que el tren eléctrico tiene participación en cuanto a los hábitos de transporte en todos los estamentos en estudio, esto se debe a que una gran parte de la comunidad universitaria tiene como punto de residencia zonas lejanas en el cono norte o sur por lo que este tipo de transporte masivo es preferido por los usuarios al ser más rápido y económico.



**Figura 14: Distribución porcentual de Emisiones GEI por tipo de transporte**

**FUENTE:** Elaboración propia.

En la figura 14, podemos ver que las emisiones GEI totales por tipo de transporte en el traslado hacia y desde la universidad (casa / trabajo – campus universitario – casa), la mayor emisión GEI está repartida en el tipo de transporte coaster (26 por ciento), mototaxi (21 por ciento) y auto a gasolina con 17 por ciento , en el caso de las mototaxis se puede explicar debido a que en los distritos colindantes a Santiago de Surco y en los conos norte, sur y Lima este (Santa Anita, Ate, etc.) se utiliza este medio de transporte prioritariamente para acercarse a paraderos o zonas donde transitan vehículos de transporte masivo.

El 42 por ciento de las emisiones GEI corresponden a medios de transporte particular, identificando como los de mayor emisión a autos (17 por ciento) y camionetas (16 por ciento) cuyo combustible es la gasolina. Como vemos estas emisiones representan más del 40 por ciento de las emisiones totales producto de los hábitos de transporte de la comunidad universitaria. Esto se debe a que el 16 por ciento de la muestra en se traslada en vehículos particulares y mayoritariamente se movilizan solos lo que aumenta las emisiones per capita.

En el caso de los medios de transporte masivos las emisiones per capita serán menores dependiendo de la capacidad de determinado tipo de vehículo como se puede ver en el anexo 4.

## **4.2. Distribución porcentual de emisiones GEI por estamento**

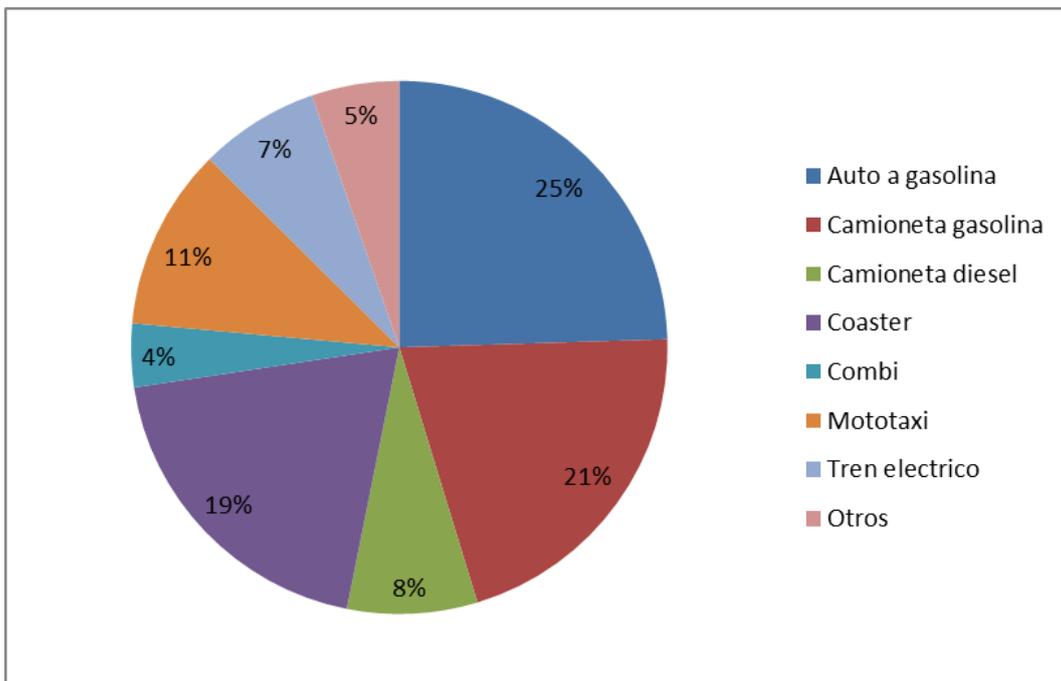
### **4.2.1. Docentes**

En este estamento se puede identificar que las emisiones totales de GEI equivalen a 73.049 tCO<sub>2</sub>e, el 59 por ciento de estas están producidas por transporte particular (42.17 tCO<sub>2</sub>e).

Se identificó en la figura 15, que la mayor emisión GEI producida por transportes masivos corresponden al tipo de vehículo coaster (14.23 tCO<sub>2</sub>e) y combi (2.81 tCO<sub>2</sub>e), además con relación a vehículos particulares se identificó que las mayores emisiones están

producidas por autos (17.9 tCO<sub>2</sub>e ) y camionetas (15.18 tCO<sub>2</sub>e) que utilizan gasolina como fuente de energía.

En cuanto a movilización no motorizada tenemos que del total de encuestados (290 personas) solo 9 personas se movilizan a pie desde zonas cercanas al campus universitario además se registró que solo 2 personas utilizan bicicleta como medio de transporte debido a que viven en la cercanía y así evitan el tráfico y se ejercitan.



**Figura 15: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por docentes**

**FUENTE:** Elaboración propia.

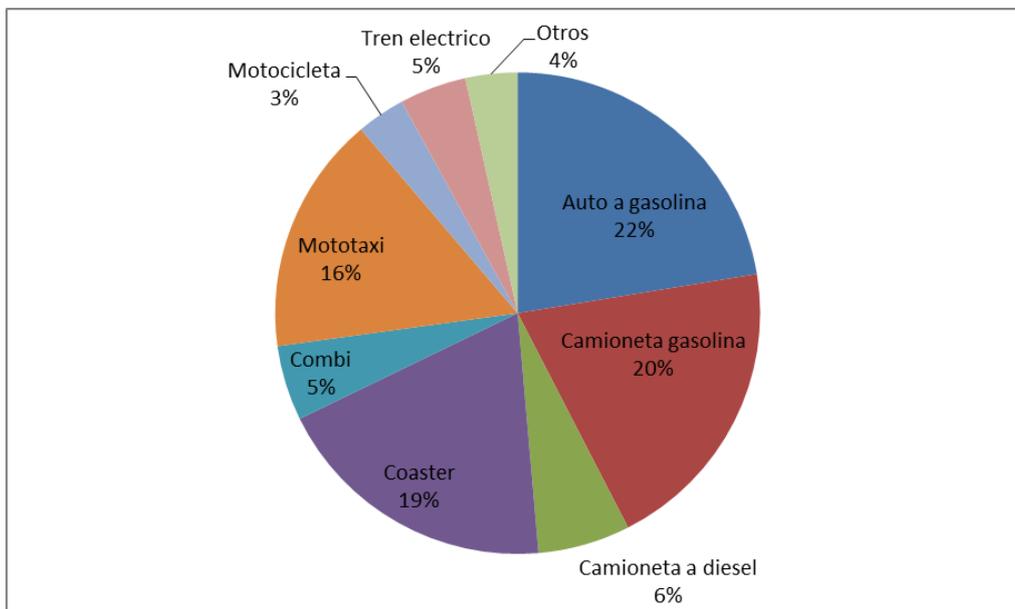
#### **4.2.2. Estudiantes de pregrado**

En este estamento se puede identificar (figura 16), que las emisiones totales de GEI equivalen a 131.692 tCO<sub>2</sub>e, el 52 por ciento de estas están producidas por transporte privado (69.007 tCO<sub>2</sub>e) y el restante de las emisiones GEI son producidas por transporte público (62.68 tCO<sub>2</sub>e).

Las emisiones producidas por vehículos motorizados de transporte público están representados principalmente por coaster (25.22 tCO<sub>2</sub>e) y mototaxi

(21.084 tCO<sub>2</sub>e), además cabe resaltar que los vehículos coaster y combi son los más utilizados entre los usuarios encuestados en este estudio. Los valores registrados para las emisiones producidas por vehículos privados para este estamento son bastante altos y representan un porcentaje importante de las emisiones totales, la principal fuente emisora son los autos a gasolina (29.49 tCO<sub>2</sub>e).

En cuanto a desplazamiento no motorizado, tenemos que del total de encuestados para el estamento estudiantes de pregrado (372 personas) solo 5 personas se movilizan a pie, además se registró que 7 personas utilizan bicicleta como medio de transporte debido a que viven en la cercanía al campus universitario.



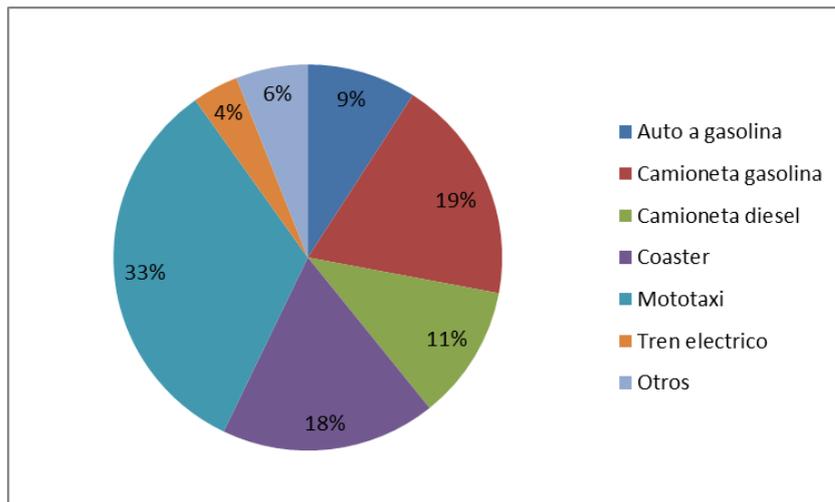
**Figura 16: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por estudiantes de pregrado**

**FUENTE:** Elaboración propia

#### **4.2.3. Estudiantes de posgrado**

En este estamento se puede identificar (figura 17), que las emisiones totales de GEI equivalen a 67.20 tCO<sub>2</sub>e, el 60 por ciento de estas están producidas por transporte público (39.45 tCO<sub>2</sub>e) y el restante de las emisiones GEI son producidas por transporte privado (27.76 tCO<sub>2</sub>e).

Las emisiones producidas por vehículos motorizados de transporte público están representados principalmente por mototaxi (22.19 tCO<sub>2</sub>e) seguido en segundo lugar por coaster (12.035 tCO<sub>2</sub>e). El alto uso de mototaxis se debe a que en los distritos circundantes a Santiago de Surco, así como los conos norte, sur y algunos distritos de Lima este, se utilizan para desplazarse hacia paraderos donde abordar vehículos más grandes.



**Figura 17: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por estudiantes de posgrado**

**FUENTE:** Elaboración propia

Las emisiones GEI producidas por vehículos privados están representadas principalmente por camionetas a gasolina (12.68 tCO<sub>2</sub>e) seguidos en segundo lugar por autos a gasolina (6.108 tCO<sub>2</sub>e).

En cuanto al uso de medios no motorizados tenemos que del total de encuestados para el estamento trabajadores (282 personas) solo 7 personas se movilizan a pie, además se registró que solo 1 persona utiliza bicicleta como medio de transporte debido a que viven en el distrito de Miraflores y prefiere evitar el tráfico para movilizarse a sus clases.

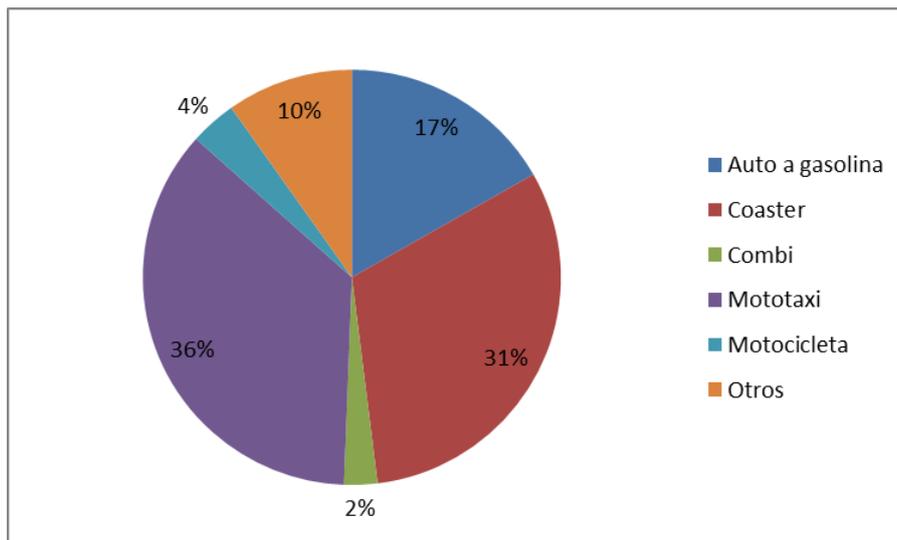
#### 4.2.4. Trabajadores

En la figura 18, se identifica que las emisiones totales de GEI equivalen a 60.452 tCO<sub>2</sub>e, el 70 por ciento de estas están producidas por transporte público (46.74 tCO<sub>2</sub>e)

y el restante de las emisiones GEI son producidas por transporte privado (13.71 tCO<sub>2</sub>e).

Las emisiones producidas por vehículos motorizados de transporte publico están representados principalmente por mototaxi (21.08 tCO<sub>2</sub>e) seguido por coaster (18.91 tCO<sub>2</sub>e). Las emisiones GEI producidas por vehículos privados están representadas principalmente por autos a gasolina (10.12 tCO<sub>2</sub>e) seguidos en segundo lugar por motocicletas (2.18 tCO<sub>2</sub>e).

En cuanto a desplazamiento no motorizada tenemos que del total de encuestados para el estamento estudiantes de pregrado (223 personas), se registró que 12 personas se movilizan a pie, además se registró que 2 persona utiliza bicicleta como medio de transporte debido a que viven en el distrito de Miraflores y prefiere evitar el tráfico para movilizarse al campus.



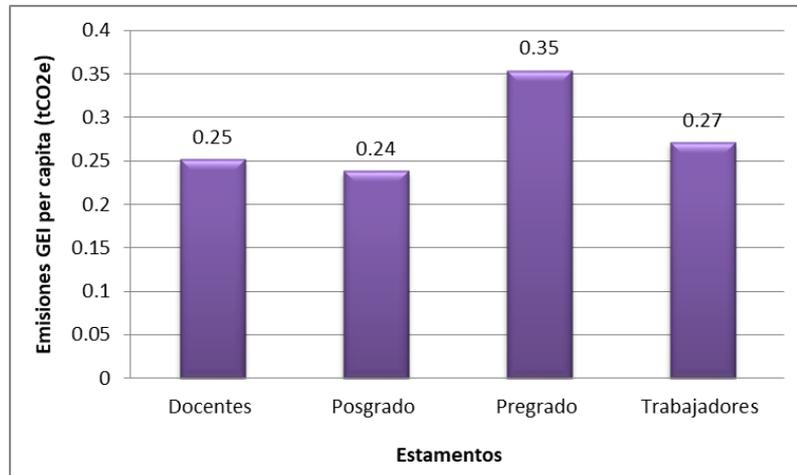
**Figura 18: Distribución porcentual de emisiones GEI producidas por trabajadores**

**FUENTE:** Elaboración propia

### 4.3. Determinación de Emisiones GEI per cápita

Luego de realizar el cálculo de emisiones GEI por tipo de transporte y estamento estudiado, se procedió a determinar las emisiones per cápita, para ello se toma el total de emisiones GEI por estamento y se dividió entre el total de la muestra tomada

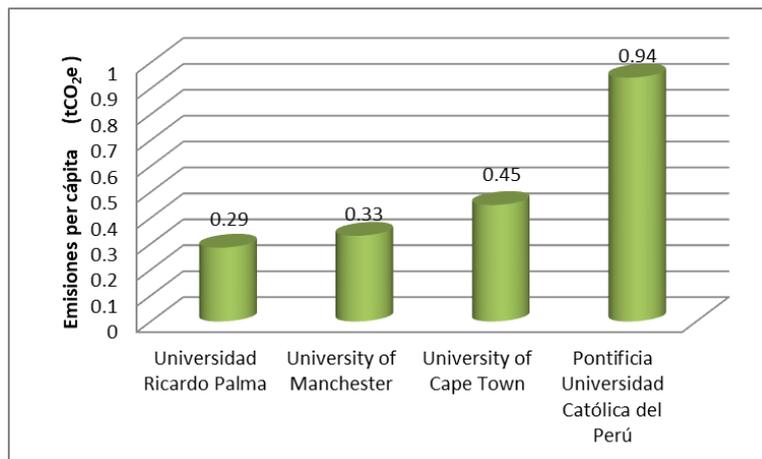
por estamento, así se determinó las emisiones GEI per cápita para cada estamento en el ciclo 2017 - II (figura 19). Además la emisión per cápita asciende a 0.29 tCO<sub>2</sub>e como se aprecia en la figura 20.



**Figura 19: Distribución de emisiones GEI (tCO<sub>2</sub>e) per cápita por estamento**

FUENTE: Elaboración propia

El aporte más significativo de emisiones GEI per cápita corresponde al estamento de estudiantes de pregrado con 0.35 tCO<sub>2</sub>e seguidos por trabajadores 0.27 tCO<sub>2</sub>e, docentes 0.25 tCO<sub>2</sub>e y el estamento de estudiantes de posgrado con 0.24 tCO<sub>2</sub>e.



**Figura 20: Comparación de Emisiones GEI (tCO<sub>2</sub>e) Per cápita en universidades del mundo**

FUENTE: Elaboración propia.

En la figura 20, se muestra una comparación entre las emisiones de gases de efecto invernadero per cápita de universidades alrededor del mundo, las instituciones que fueron incluidas en éste son la Universidad de Manchester (University of Manchester, 2015), University of Cape Town (Letete *et al.*, 2010) y la Pontificia universidad Católica del Perú (PUCP, 2016).

Todas las instituciones mostradas en la figura 20 denotan una similitud en cuanto al número de población y a los ítems evaluados en cada una, además de resultado en las emisiones totales per cápita pese a las diferencias que pueda haber en el uso de la metodología y variables; la pontificia universidad Católica del Perú es la que presenta la mayor emisión per cápita (0.942 tCO<sub>2</sub>e).

En la tabla 1, se realizó una comparación más detallada sobre el número de población, año, tipos de transporte, entre otros. Donde se muestra que dos universidades tienen un número poblacional de la comunidad universitaria similar, sin embargo para el caso de la universidad de Manchester el transporte equivale al 3.3 por ciento de su huella total, mientras que para la PUCP el apartado correspondiente a transporte representa el 71.6 por ciento del total de su huella de carbono.

En la Universidad de Cape Town, el transporte privado representa el 11 por ciento de la huella de carbono, mientras que en la universidad Ricardo Palma la huella de carbono producto de vehículos particulares representan el 42 por ciento de las emisiones GEI.

#### **4.4. Propuestas de compensación y reducción de la huella de carbono**

La Universidad Ricardo Palma cuenta con un terreno bastante amplio, ubicado en la carretera panamericana sur, en dirección sur - norte a la altura del kilómetro 10.5 de la carretera. Debido a que la institución ya cuenta con este amplio terreno fuera del campus universitario ubicado en Santiago de Surco, la propuesta de reducción o compensación de emisiones GEI es más viable debido a que se elimina el costo del terreno, ya que en el caso de no contar con este espacio, este punto podría representar un impedimento económico para llevar a cabo el desarrollo del proyecto de compensación planteado más adelante.



**Figura 21: Imagen aérea del complejo deportivo de la universidad Ricardo Palma**

**FUENTE:** Google Maps 2016.

#### **4.4.1. Propuestas de reducción**

Al identificar las principales fuentes móviles de emisiones GEI basados en los hábitos de transporte de la comunidad universitaria en estudio, se han determinado las siguientes propuestas de reducción de emisiones.

##### **a. Campaña informativa sobre medios de transporte alternativo**

Realizar campañas informativas sobre las emisiones GEI generadas por los hábitos de transporte de la comunidad universitaria, mostrando los resultados de esta investigación en cuadros didácticos y dinámicos para lograr promover el uso de la bicicleta o caminar en las personas que vivan o tengan como punto de partida distritos o zonas cercanas. Además de mostrar los beneficios físicos y económicos que se obtendrían en las personas que se trasladen al campus de esta manera. Algunos de los beneficios son:

- Físicos (permite reducir el colesterol en la sangre, reducir peso y tonificar músculos, mejora la digestión).

- Mentales (es un medio que libera el stress y tensión )
- Medioambientales (no genera emisiones GEI)

## **b. Car Pooling**

El car pooling consiste en una iniciativa que fomenta el uso del auto compartido. Esta iniciativa es adecuada debido a que el 16 por ciento de la comunidad universitaria utiliza vehículos particulares para trasladarse al campus con un aporte de 42 por ciento a la huella total, siendo los autos y camionetas a gasolina los principales vehículos particulares utilizados contribuyendo con el 30 por ciento de las emisiones GEI.

Además según los datos obtenidos sobre los hábitos de transporte alrededor del 40 por ciento de las personas que se trasladan en vehículos particulares están dispuestos a compartir el vehículo.

El proyecto de Viaje Compartido o Car pooling busca que los diversos grupos de la comunidad URP optimicen globalmente el desempeño de sus viajes en vehículos particulares, tanto en sus dimensiones:

- Medioambiental (reduciendo la huella de carbono asociada).
- Social (mejorando la experiencia del viajero).
- Económica (compartiendo gastos).

Para ello se propone la creación de una aplicación que permita poner en contacto a miembros de la comunidad para organizar sus viajes obteniendo así los beneficios económicos como medioambientales.

- **Estimación de reducción de emisiones**

Basados en las propuestas de reducción de la huella de carbono planteadas, se realizó la estimación de reducción tomando como base la de máxima eficiencia del vehículo, es decir la máxima capacidad de pasajeros y también se realizó una estimación cuando el vehículo va a la mitad de su capacidad.

Para ello se estiman dos escenarios:

- Escenario 1: Si el vehículo automotor viaja con 4 personas (máxima eficiencia), la emisión per cápita sería de 25 por ciento de la emisión total, por lo que se estima que la reducción de emisiones es del 75 por ciento debido a que estas 3 personas adicionales ya no usan un vehículo individual para trasladarse.
- Escenario 2: Si el vehículo automotor viaja con 2 personas la reducción de la huella de carbono es del 50 por ciento de las emisiones generadas.

El cuarenta por ciento de las personas que se trasladan en vehículos particulares, está dispuesto a compartir el viaje. Por lo que si nos ponemos en el escenario 1 de máxima reducción, se podría reducir 114.67 tCO<sub>2</sub>e. Para el caso del escenario 2 se estima que la reducción sería 76.45 tCO<sub>2</sub>e.

#### **4.4.2. Propuesta de compensación**

- **Compra de bonos de carbono de proyectos de reforestación**

Como se menciona en el capítulo anterior, actualmente en el Perú existen varios proyectos de conservación y rescate de zonas boscosas deforestadas, que se autofinancian en base a la venta de bonos de carbono.

Estos proyectos, consisten en que asociaciones entablan conversaciones y trabajan conjuntamente con la comunidad, formada por representantes de los centros poblados, municipios, y gobiernos regionales, donde la comunidad se compromete a realizar labores de conservación, rescate y reforestación de suelos y bosques para reforestarlas a cambio de compensaciones, que generen una mejora en las condiciones de vida de las mismas. Así es el caso de la comunidad formada por pobladores locales dentro del Bosque de Protección Alto Mayo en la región San Martín, donde se está cambiando el cultivo de café por la conservación y recuperación de estas áreas para la emisión de bonos de carbono.

Entre sus mayores inversores están empresas como Disney, Bandas como Pearl Jam y

en el rubro educación, la Universidad San Martín de Porres (USMP) realizó una inversión en este proyecto, logrando la neutralidad de la huella de carbono de su campus universitario ubicado en Ate (MINAM, 2011).



**Figura 22: Ubicación de los proyectos de carbono forestales.**

**FUENTE:** (Freundt *et al.*, 2015).

Los proyectos de conservación como el del bosque de Protección Alto Mayo en la región San Martín, han certificado la cantidad de toneladas de CO<sub>2</sub> capturado por la superficie boscosa dentro del mismo. Cada tonelada de dióxido de carbono capturado de la atmósfera equivale a un bono de carbono, estos se ofertan en el mercado. Actualmente, el precio de un bono de carbono varía entre 2 y 15 dólares (Praeli, 2017).

Tomando como base el precio promedio del mercado, tenemos que cada bono de carbono cuesta 7.5 dólares. El monto promedio de inversión ascendería a 37 040.18 dólares, para compensar las 4 938.69 TCO<sub>2</sub>e generadas por la comunidad universitaria a través de la compra bonos de carbono en proyectos de reforestación existentes.

Entonces, si transferimos estos costos como parte de la matrícula o mensualidad de los estudiantes de la comunidad universitaria, tenemos que le correspondería 2.80 dólares a cada uno.

- **Forestación con la especie *Paulownia Tomentosa***

Basados en los resultados de la huella de carbono de la comunidad universitaria en estudio, se generó una propuesta de compensación de emisiones GEI. Para ello se planea la forestación del terreno propiedad de la institución universitaria (figura 21), la especie elegida para forestar esta área es “*Paulownia Tomentosa*”, debido a que posee múltiples características que la hacen superior a otras especies forestales, las cuales están expuestas en el capítulo anterior.

Según Di Marco (2014), la capacidad promedio de captación de CO<sub>2</sub> de cada árbol de la especie seleccionada es de 21.7 kg/día. Entonces, se determinó que se requieren 0.53 hectáreas para compensar la huella de carbono total producida por el desplazamiento (casa / trabajo – campus universitario – casa) de la comunidad universitaria muestreada para el ciclo 2017 – II.

Además, se estimó que las emisiones GEI para la totalidad de miembros de la comunidad universitaria ascendió a 4 938.69 TCO<sub>2</sub>e, para compensar estas emisiones se requieren 7.79 Ha de la especie seleccionada.

- **Estimación de costos iniciales**

Actualmente, debido a las características de esta especie tiene gran demanda tanto económica como medio ambiental. El ciclo de vida es de 5 a 10 años, puede alcanzar de 40 a 60cm de diámetro, debido a su rápido desarrollo. La madera obtenida de la tala programada en el quinto y décimo año, en el décimo año se obtiene madera de alta calidad, de poco peso que tiene un valor económico y alta demanda en el mercado.

Según Baldeón (2015), forestar una hectárea de la especie *Paulownia*, teniendo en cuenta costos de preparación de terreno, mano de obra, sistema de riego y compra de plántones tiene un costo promedio de 2 100 dólares, es decir, el costo inicial estimado para forestar las 7.79 Ha necesarias para compensar la huella de carbono de la comunidad universitaria es de 16 359 dólares.

## V. CONCLUSIONES

- Se decidió utilizar la metodología GHG Protocol para el cálculo de la huella de carbono de la universidad Ricardo Palma, debido a que es flexible y permite la adaptación de su desarrollo a la organización evaluada, dejando abierta la posibilidad de agregar variables o adecuarla a las condiciones locales donde se realice el estudio.
- Una de las etapas más laboriosas del cálculo de la huella de carbono en este estudio, fue la toma de datos. Se trata de una compleja labor que se prolonga en el tiempo debido a que las encuestas son personales a cada individuo de la muestra, ya que debe asegurarse que la información obtenida sea lo más representativa y fiable posible.
- Se determinó que la huella de carbono total producida por el desplazamiento (casa / trabajo – campus universitario – casa) de la comunidad universitaria muestreada para el ciclo 2017 – II es de 332.42 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.
- El 40 por ciento de las emisiones GEI corresponden a los estudiantes de pregrado, en este estamento se encuentran las mayores distancias recorridas acumulada tanto para transporte público como privado.
- El 42 por ciento de las emisiones corresponden a los medios de transporte particulares, identificando como los de mayor emisión a autos a gasolina (17 por ciento) y camionetas a gasolina (16 por ciento).
- El 90 por ciento de los usuarios de vehículos particulares se trasladan al campus universitario individualmente, por lo que la propuesta de car pooling es adecuada por los beneficios sociales, económicos y ambientales descritos.

- Se estima que con la aplicación de las propuestas de reducción de emisiones, tomando como base la máxima eficiencia en un vehículo particular (4 pasajeros) se reduciría en 114.67 tCO<sub>2</sub>e la huella de carbono.
- El aporte más significativo de emisiones GEI per cápita corresponde al estamento de estudiantes de pregrado con 0.35 tCO<sub>2</sub>e seguidos por trabajadores 0.27 tCO<sub>2</sub>e, docentes 0.25 tCO<sub>2</sub>e y el estamento de estudiantes de posgrado con 0.24 tCO<sub>2</sub>e.
- Se eligió la especie forestal *Paulownia Tomentosa* para elaborar la propuesta de compensación de emisiones GEI debido a los beneficios que tiene sobre otras especies forestales, se estimó que se necesitaran 0.53 hectáreas de plantaciones de la especie para compensar la totalidad de emisiones producidas por la comunidad universitaria muestreada en el periodo de estudio.

## VI. RECOMENDACIONES

- Tomar el presente estudio como línea base para posteriores evaluaciones en la Universidad Ricardo Palma, a fin de determinar la eficacia de la implementación de las medidas de reducción y/o compensación, y realizar seguimiento en el tiempo realizando ajustes si fuera necesario.
- La presente investigación solo abarca la huella de carbono concerniente al transporte de la comunidad universitaria URP, por lo que se recomienda usar los resultados de este estudio como base o complemento a futuras investigaciones.
- Crear un sistema de gestión de datos que reduzca el tiempo que toma este proceso, como ya se menciona es la etapa más laboriosa desde varios aspectos.
- Se recomienda la forestación una plantación de 0.53 hectáreas de la especie *Paulownia Tomentosa*, con una capacidad promedio de fijación de CO<sub>2</sub> de 633.64 Tn/Ha/año para compensar la totalidad de emisiones producidas por la comunidad universitaria muestreada.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AATE (Autoridad Autónoma del Sistema Transporte Masivo de Lima y Callao ). 2015. Consultado el 22 de enero del 2017. Disponible en <http://www.aate.gob.pe/articulos/metro-de-lima/>
- Arango, P. C. 2010. *Alternativas para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a través de plantaciones forestales* . Costa Rica: Tesis de tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- Arranz, G. M., Elosegui, G. M., Estrada, S. D., Terradillos, M. M. 2012. *Cálculo de la Huella de Carbono de los másteres full time de Medio Ambiente y Sostenibilidad EOI*. Madrid: Escuela de Organización Industrial (EOI).
- Barja, A. D. 2009. *Forestación de zonas semiráridas de Castilla-La Mancha con Paulownia spp.* Castilla-La Mancha: Escuela técnica superior de Ingenieros Agrónomos de Albacete.
- Baldeón, D. I. 2015. Estudio de adaptabilidad de tres especies forestales, del género Paulownia (P. Fortunei, P. Elongata, e híbrido entre Fortunei x Elongata). A las condiciones de sitio “Estepa Espinosa” de Tunshi, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”. Riobamba, Ecuador: Para obtener el título de Ingeniero Agrónomo.
- Banco Mundial. 2013.. Consultado el 08 de Abril del 2016. Disponible en <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.CO2.TRAN.ZS>
- Becerra, M. R., Henry, M., Barrera, R. X., García, A. C. 2015. *Cambio climático lo que está en juego*. El Bando Creativo.

- Bermejo Martínez, B. 2015. Cálculo de la Huella de Carbono del Máster en Ingeniería Ambiental de la Universidad de Valladolid. Curso 2014 - 2015. Valladolid.
- Blanquer, M. R. 2012. Aproximación metodológica al cálculo de huella de carbono y huella ecológica en centros universitarios: el caso de la escuela técnica superior de ingenieros de montes de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Cabot, C. B., Lamadrid, A. G. 2013. Huella de Carbono de movilidad y energía en el Área Metropolitana de Cataluña: Universitat Autònoma de Barcelona.
- CAF (Corporación Andina de Fomento). 2011. Desarrollo urbano y movilidad en America Latina. Panamá: Norma Color Panamá.
- Collaguazo, F. J., Rosario, D. S. 2012. Determinación de la huella de carbono en la universidad politécnica salesiana, sede Quito, campus sur. Quito.
- Cristancho, V. A., Moreno, O. F. 2015. Formulación de estrategias de mitigación y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero de bridgestone de Colombia S.A.S. A partir del cálculo de la huella de carbono. Universidad de la Salle. Bogota.
- Dawidowski, L., Sanchez, O., Alarcon, N. 2014. Estimación de emisiones vehiculares en Lima Metropolitana. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI. Lima.
- Di Marco, E. 2014. Paulownia Ficha tecnica . *Produccion Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganaderia y Pesca de Argentina*, 32-35.
- ENCE (Grupo Empresarial Energia y Celulosa). 2009. La gestión forestal Sostenible y el Eucalipto. Consultado el 4 de Julio del 2018. Madrid. Disponible en [https://www.ence.es/pdf/El\\_Eucalipto.pdf](https://www.ence.es/pdf/El_Eucalipto.pdf)
- Escobar, E. 2014. Gazel: Experiencias en el uso de combustibles limpios para sistemas de transporte masivo de buses en Latinoamérica. Consultado el 15 de

Marzo de 2018. Disponible en <http://alasmus.org/multimedia/presentaciones/pagina/8/>

- Freundt, D. P., Perla, J., Suber, M., Robiglio, V. 2015. *Estudiando el Mercado de Carbono Forestal en el Perú*. Lima: Libélula Gestión en Cambio Climático y Comunicación y WWF.
- Fuentes, R. S. 23 de Diciembre de 2011. 'Boom' en ventas de vehículos nuevos mantuvo su dinamismo el 2011. El Comercio.
- Gutiérrez, E. E., Chávez, M. J. 2014. *Medida de la huella de carbono en una empresa de fabricación de briquetas*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2010. Censo Nacional Universitario: *Datos estadísticos universitarios*. Consultado el 12 de Abril del 2018 Lima.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2015. Consultado el 10 de Abril del 2017. Disponible en <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/medio-ambiente/>
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Recuperado el 20 de 09 de 2017, de [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_1\\_Ch1\\_Introduction.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_1_Ch1_Introduction.pdf)
- IPCC (Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2013. Cambio climático 2013 Bases físicas. Quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático.
- ICFPA (International Council of Forest and Paper Associations). 2005. Calculation Tools for Estimating Greenhouse Gas Emissions from Wood Product Facilities. Washington DC, Estados Unidos de América, pp. 1-127.
- ITS (Sistemas Inteligentes de Transporte). 2014. Inventario de Actores y Marco Normativo Existente en ITS: Desarrollo de la Arquitectura y Plan de Sistemas

Inteligentes de Transporte (ITS) de Perú. Disponible en:  
[https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/files/estudios/Informe\\_3 ITS.pdf](https://www.mtc.gob.pe/estadisticas/files/estudios/Informe_3 ITS.pdf)

- ISO (Organización Internacional de Normalización). 2013. ISO 14067: Huella de carbono de productos, Requisitos y directrices para cuantificación y comunicación. Consultado el 28 de Noviembre del 2016, de Organización Internacional de Normalización- disponible en <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:ts:14067:ed-1:v1:es:fn:1>
- Letete, T., Mungwe, N., Guma, M., Marquard, A. 2010. University of Cape Town Carbon Footprint. Ciudad del Cabo.
- Martí, M. C. 2007. Principios de Ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Tebar S.L. Madrid.
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú). 2010. Estrategia nacional para combustibles y vehículos más limpios y eficientes en el Perú. Lima: Ministerio del Ambiente del Perú.
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú). 2011. Iniciativa de Conservación del Bosque de Protección Alto Mayo (ICAM).
- Mondéjar-Navarro, M. V., Viñoles-Cebolla, R., Bastante-Ceca, M. J., Collado-Ruiz, D., Capuz-Rizo, S. 2011. La huella de carbono y su utilización en las Instituciones Universitarias. Consultado el 18 de Septiembre del 2017.  
Disponible en  
[http://www.aepro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11\\_1950\\_1959.3388.pdf](http://www.aepro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf)
- Monge, M. M., Hinostroza Santolalla, M., Vega Centeno Sara Lafosse, P., Silva Cepero, T. 2015. ONG Lima cómo vamos: VI Informe de percepción sobre la calidad de vida. Lima: Asociación Unacem.
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones). 2012. Tipos y clasificación de licencias de conducir en el Perú. Consultado el 7 de Marzo del 2018,. Disponible en

[https://www.mtc.gob.pe/transportes/terrestre/licencias/info\\_general\\_clasificacion\\_licencias.html](https://www.mtc.gob.pe/transportes/terrestre/licencias/info_general_clasificacion_licencias.html)

- MVCS (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento). 2010. Plan Integral de saneamiento Atmosférico para LIMA - CALLAO PISA 2011-2015 Comité de Gestión de la Iniciativa de Aire Limpio del gobierno del Perú. Lima.
- Naciph, K., Rivadeneira, L., Cazorla, M. 2013. Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la Universidad San Francisco de Quito pertenecientes al. Quito: Universidad San Francisco de Quito.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2010. Perspectivas del medio ambiente: America latina y el caribe. Panama: Programa de las naciones unidas para el medio ambiente (PNUMA).
- Orozco, L. 2017. *Agronegocios*. Recuperado el 16 de Diciembre de 2018, disponible: <https://www.agronegocios.co/agricultura/hay-150-hectareas-sembradas-de-paulownia-en-colombia-2622451>
- Praeli, Y. S. 2017. *Mongabay Latam, periodismo ambiental independiente*. Recuperado el 13 de Diciembre de 2018, disponible en: <https://es.mongabay.com/2017/06/peru-controversias-proceso-creacion-del-mecanismo-nacional-redd/>
- PUCP (Pontificia Universidad Católica del Perú). 2016. Clima de cambios PUCP. Consultado el 12 de Mayo del 2018. Disponible en <http://www.pucp.edu.pe/climadecambios/la-pucp-frente-al-cambio-climatico/medidas-dentro-del-campus/huella-de-carbono-pucp/>
- Rabolini, N. M. 2009. Técnicas de muestreo y determinación del tamaño de la muestra en investigación cuantitativa. *Revista Argentina de Humanidades y Ciencias Sociales*, 15.
- RAE (Real Academia Española). 2015. Consultado el 5 de Marzo del 2018. Disponible en <http://dle.rae.es/?w=diccionario> Sampieri, R. H., Collado, C. F.,

- Lucio, P. B. (2010). Metodología de la Investigación. Mexico D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A.
- Sáez, G. C. 2018. *Análisis del factor de forma en cultivos intensivos jóvenes de Paulownia spp.* Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Grado en Ingeniería forestal y del medio natural. Valencia.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2009. Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades Mexicanas. Mexico: ISBN.
- UMA (Universidad de Málaga). 2011. Huella ecológica de la Universidad de Málaga, departamento de infraestructura y sostenibilidad. Universidad de Málaga. Málaga.
- University of Manchester. 2015 . The University of Manchester Carbon Management Plan . Londres.
- Valle, M. G. 2014. Aplicación de factores de emisión para el cálculo de la huella de carbono al campus de la universidad de Cantabria. Cantabria, Santander, España.
- WBCSD-WRI (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute). 2004. Protocolo de Gases Efecto Invernadero: Estandar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Estados Unidos de América: WBCSD.
- Winograd, M. 1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el Caribe; hacia la sustentabilidad en el uso de tierras. Grupo de análisis de sistemas ecológicos (GASE). San José.
- WWF (World Wildlife Fund). 2007. Guía para ONG, Cuantificación y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> del transporte. Madrid: WWF/Adena.

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1

#### FORMATO DE LISTA DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE EMISIÓN DE GEI

<b>Responsable:</b>	
<b>Año de reporte:</b>	

<b>Actividad/operación</b>	<b>Fuente de emisión</b>	<b>Marca</b>	<b>Modelo</b>	<b>Alcance (1,2,3)</b>	<b>Flujo de emisión</b>

<b>Observaciones:</b>
-----------------------

## ANEXO 2

### ENCUESTA AL JEFE ENCARGADO DE LOS BUSES DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA (URP)

1. Nombre del encargado: \_\_\_\_\_
2. ¿Tiempo laborando en la URP? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos buses tiene la URP? \_\_\_\_\_
4. ¿Qué marca o modelo tienen los buses de la URP?  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué tipo de combustible usan? \_\_\_\_\_
6. ¿Qué tipo de servicio brindan los buses (traslado de estudiantes, profesores o  
trabajadores administrativos)?  
\_\_\_\_\_
7. ¿Cuántos buses son destinados para el transporte de estudiantes?  
\_\_\_\_\_
8. ¿Cuántas veces a la semana realiza el servicio a estudiantes?  
\_\_\_\_\_
9. ¿Cuántos buses son destinados para el transporte de profesores?  
\_\_\_\_\_
10. ¿Cuántas veces a la semana realiza el servicio a profesores?  
\_\_\_\_\_
11. ¿Cuántos buses son destinados para el transporte a trabajadores administrativos?  
\_\_\_\_\_
12. ¿Cuántas veces a la semana realiza el servicio a trabajadores administrativos?  
\_\_\_\_\_

### ANEXO 3

## ENCUESTA A LA COMUNIDAD UNIVERSITARIA (ESTUDIANTES DE PREGRADO Y POSGRADO, PROFESORES Y TRABAJADORES ADMINISTRATIVOS)

Día: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_

1. Edad: \_\_\_\_\_

2. Sexo: M  F

3. Distrito de Residencia y zona:  
\_\_\_\_\_

4. Actividad:

Docente	<input type="checkbox"/>
Estudiante	<input type="checkbox"/>
Trabajador	<input type="checkbox"/>

4.1 ¿En qué turno estudia o trabaja en el campus?

Mañanas  Varios turnos

Noche

5. ¿Si es estudiante o profesor en qué nivel educativo pertenece y/o enseña?

Pregrado	<input type="checkbox"/>
Posgrado	<input type="checkbox"/>

6. ¿Si es estudiante a qué facultad pertenece?

C. Económicas	<input type="checkbox"/>
Medicina humana	<input type="checkbox"/>
C. Biológicas	<input type="checkbox"/>
Ingeniería	<input type="checkbox"/>
Derecho y C. Políticas	<input type="checkbox"/>
Psicología	<input type="checkbox"/>
Humanidades y Lenguas modernas	<input type="checkbox"/>
Arquitectura y urbanismo	<input type="checkbox"/>

7. ¿Cuántos días a la semana asiste al campus?

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

★ **Traslado hacia el campus universitario:**

8. ¿Dónde y a qué hora generalmente inicia su viaje para trasladarse a la Universidad?

Casa ( ) trabajo ( )

Otro: \_\_\_\_\_

Hora:
-------

9. Si es lugar de trabajo ¿Cuál es el distrito de dónde viene?

Distrito: \_\_\_\_\_

10. ¿Cuál es el medio de transporte utilizado para trasladarse al campus?

A pie		Coaster	
Bicicleta		Combi	
Autobús		Corredor complementario	
Auto particular		Metropolitano	
Auto a gas		Tren eléctrico	
Camioneta a gasolina		Taxi	
Camioneta a diesel		Otro	

11. Si utiliza servicio público cuales son los tramos y tipo de transporte que usa.

		<b>Tramos recorridos o cambio de transporte</b>
Corredor azul		
Corredor rojo		
Metropolitano		
Coaster		
Combi		
Colectivo		
Tren eléctrico		
Otro		

12. ¿Cuánto dura en promedio el viaje para llegar al campus?

\_\_\_\_\_

13. ¿cuánto fue lo más rápido y lo más lento que tardó en llegar al campus?

Rápido: \_\_\_\_\_

Lento: \_\_\_\_\_

14. **Si tiene auto propio,** ¿Cuál es el modelo y año?

\_\_\_\_\_

15. ¿Qué combustible usa y cuál es el rendimiento?

Diesel ( ) Gasolina ( ) Gas ( ) Otro ( )

Rendimiento: \_\_\_\_\_

16. ¿Comparte el auto en el viaje hacia la universidad?

SI	NO
----	----

17. Si la respuesta en la **pregunta 16 es SI**: ¿con cuántas personas viaja al trasladarse al campus?

1	2	3	4
---	---	---	---

18. Si la respuesta en la **pregunta 16 es NO**: ¿estaría dispuesto a compartir auto con otros compañeros en el viaje hacia la universidad?

SI	NO
----	----

★ **Traslado desde el campus universitario:**

19. ¿Dónde y a qué hora generalmente sale del campus?

Hora:
-------

20. ¿Cuál es el medio de transporte utilizado para trasladarse desde el campus?

A pie		Coaster	
Bicicleta		Combi	
Autobús		Corredor complementario	
Auto particular		Metropolitano	
Auto a gas		Tren eléctrico	
Camioneta a gasolina		Taxi	
Camioneta a diesel		Otro:	

21. Si utiliza servicio público cuales son los tramos y tipo de transporte que usa.

		Tramos recorridos o cambio de transporte
Corredor azul		
Corredor rojo		
Metropolitano		
Coaster		
Combi		
Colectivo		
Tren eléctrico		
otro		

22. ¿Cuánto dura en promedio el viaje para llegar a casa?

\_\_\_\_\_

23. ¿cuánto fue lo más rápido y lo más lento que tardó?

Rápido: \_\_\_\_\_ Lento: \_\_\_\_\_

24. Si tiene auto ¿Comparte el auto en el viaje desde la universidad?

SI	NO
----	----

25. Si la respuesta en la **pregunta 24 es SI**: ¿con cuántas personas viaja al trasladarse desde el campus?

1	2	3	4
---	---	---	---

26. Si la respuesta en la **pregunta 24 es NO**: ¿estaría dispuesto a compartir auto con otros compañeros en el viaje hacia la universidad?

SI	NO
----	----

## ANEXO 4

### NÚMERO DE PASAJEROS POR TIPO DE VEHÍCULOS

Tipo de vehiculo	Numero de pasajeros
Autos a gasolina	1
Autos a GNV o GLP	1
Autobus	40
Camioneta a gasolina	1
Camioneta a diesel	1
Coaster	30
Combi	16
Corredor complementario	80
Metropolitano (18m)	160
Motocicleta	1
Mototaxi	1
Tren electrico	1
Taxi	1

**FUENTE:** Elaboracion propia.

## ANEXO 5

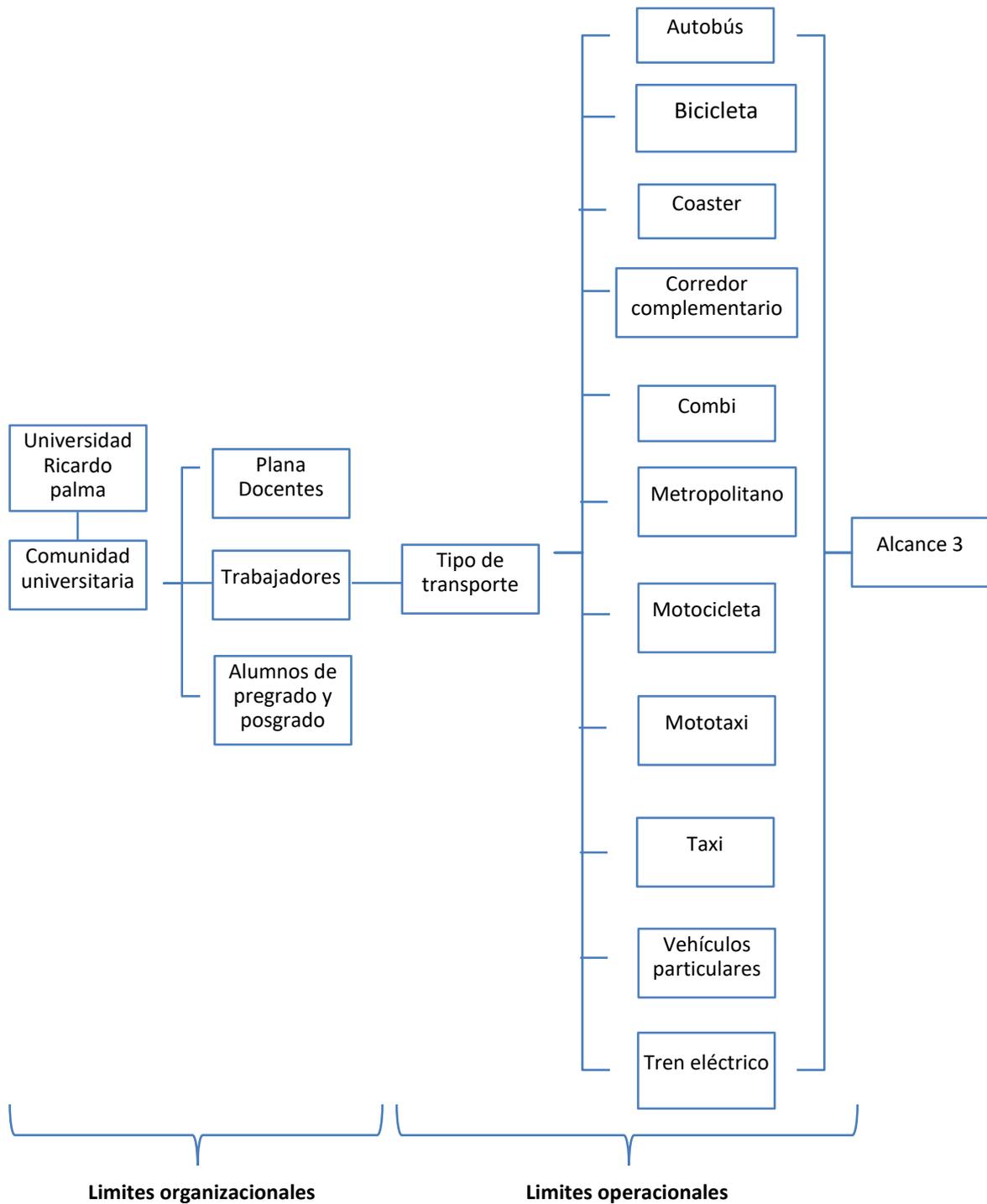
### FACTORES DE EMISION

	kg CO <sub>2</sub> e	kg CO <sub>2</sub>	kg CH <sub>4</sub>	kg N <sub>2</sub> O	Fuente
Auto a gasolina promedio	0.19184	0.19099	0.00035	0.0005	Defra 2016
Auto a diesel promedio	0.18307	0.18115	0.00001	0.00191	Defra 2016
Auto a GNV	0.17989	0.17748	0.00177	0.00064	Defra 2016
Camioneta a diesel	0.2298	0.22788	0.00001	0.00191	Defra 2016
Camioneta a gasolina	0.26038	0.25953	0.00035	0.0005	Defra 2016
Taxi a GLP	0.20077	0.20005	0.00008	0.00064	Defra 2016
Combi	0.28453	0.28265	0.00002	0.00187	Defra 2016
Coaster	1.02025	0.90374	0.1165	0.000007	Escobar 2014
Moto	0.11978	0.117	0.0022	0.00058	Defra 2016
Mototaxi	0.136	0.093	0.04	0.003	Defra 2016
Metropolitano a GNV	0.26918	0.2688	0.00034	0.00004	Escobar 2014
Corredor complementario	0.22433	0.224	0.00029	0.00004	Escobar 2014
Autobus	1.02025	0.90374	0.1165	0.000007	Escobar 2014
Tren electrico	0.04885	0.4845	0.00005	0.00035	Defra 2016

**FUENTE:** Elaboracion propia.

## ANEXO 6

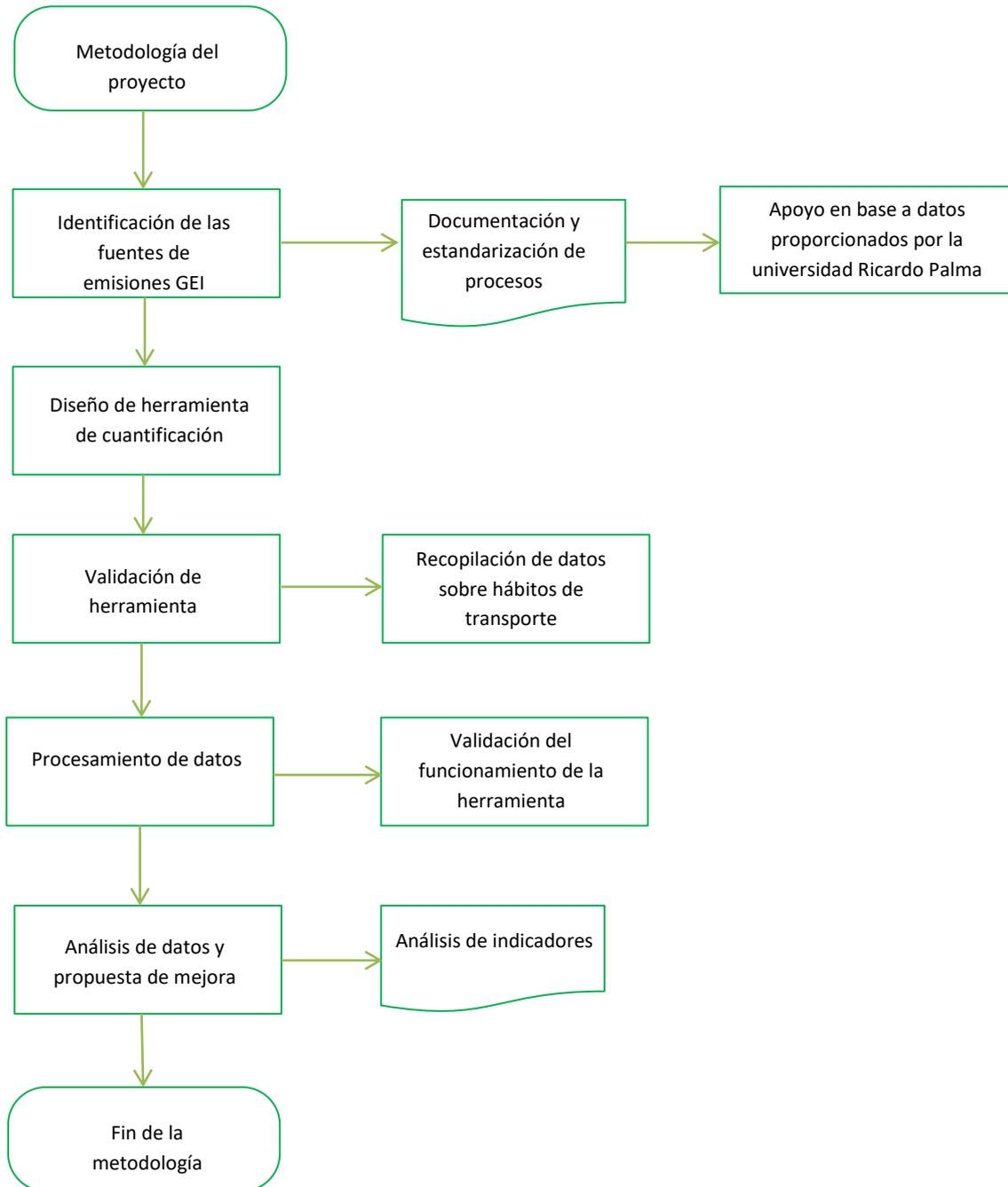
### LIMITES ORGANIZACIONALES Y OPERACIONALES



FUENTE: Elaboración propia.

## ANEXO 7

### FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE LA METODOLOGIA



**FUENTE:** Elaboracion propia.

## ANEXO 8

### TIEMPO MÁXIMO Y MÍNIMO EN EL DESPLAZAMIENTO (HACIA Y DESDE EL CAMPUS) POR DISTRITO DE ORIGEN

Distrito de origen	Tiempo max. Campus- Casa	Tiempo max. Casa/trabajo - Campus	Tiempo min. Campus- Casa	Tiempo min. Casa/trabajo - Campus
ATE	90	90	35	20
BARRANCO	80	80	20	40
BREÑA	80	80	40	45
CALLAO	110	110	50	45
CERCADO	100	120	50	25
CHILCA	60	180	60	70
CHORRILLOS	70	60	20	25
COMAS	100	60	50	30
EL AGUSTINO	60	45	30	30
INDEPENDENCIA	110	90	70	40
LA MOLINA	120	80	35	25
LA VICTORIA	90	60	40	20
LINCE	60	70	30	30
LOS OLIVOS	90	70	50	25
MAGDALENA	60	80	45	70
MIRAFLORES	70	60	25	15
PUEBLO LIBRE	80	70	35	15
SALAMANCA	70	50	40	25
SAN BORJA	60	50	30	30
SAN ISIDRO	60	90	25	25
SAN LUIS	50	45	30	20
SAN MIGUEL	45	30	45	30
SJL	150	90	70	60
SJM	70	60	15	25
SMP	100	130	80	45
STA ANITA	90	70	40	30
SURCO	50	45	15	15
SURQUILLO	40	30	40	30
VES	60	50	30	35
VMT	70	70	40	45

**FUENTE:** Elaboracion propia.

## FOTOGRAFÍAS

**Fotografía 1: Aplicación de la encuesta en el campus URP**



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía 2: Estacionamiento de la Universidad Ricardo Palma**



**FUENTE:** Elaboración propia.