

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**DIÓXIDO DE CARBONO GENERADO POR LA AUTORIDAD REGIONAL**  
**AMBIENTAL – MOYOBAMBA – SAN MARTÍN 2017 – 2018**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**Presentado por:**

**GADY SADITH IZQUIERDO LÓPEZ**

**Tingo María – Perú**

**2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Tingo María – Perú

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 015-2022-FRNR-UNAS**

Los que suscriben, miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 13 de diciembre del 2021 a hora 08:00 a. m. a través de la Sala Virtual de Conferencias Microsoft Teams de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la Tesis titulada:

**“DIÓXIDO DE CARBONO GENERADO POR LA AUTORIDAD REGIONAL AMBIENTAL – MOYOBAMBA – SAN MARTÍN 2017 – 2018”**

Presentado por la Bachiller: **IZQUIERDO LOPEZ, Gady Sadith**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título profesional de **INGENIERO AMBIENTAL**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 13 de mayo de 2022

Dr. LUIS EDUARDO ORE CIERTO  
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. SANDRA LORENA ZAVALA GUERRERO  
MIEMBRO

Ing. MSc. FRANKLIN DIONISIO MONTALVO  
MIEMBRO



Ing. M. Sc. VICTOR M. BETETA ALVARADO  
ASESOR

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**DIÓXIDO DE CARBONO GENERADO POR LA AUTORIDAD REGIONAL  
AMBIENTAL – MOYOBAMBA – SAN MARTÍN 2017 – 2018**

**Autor** : IZQUIERDO LÓPEZ GADY SADITH

**Asesor** : Ing. M.Sc. BETETA ALVARADO VÍCTOR MANUEL

**Programa de investigación** : Desarrollo Sostenible

**Línea de investigación** : Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático

**Eje temático** : Huella ecológica, de carbono, energética e hídrica

**Lugar de ejecución** : Moyobamba

**Duración** : **Fecha de inicio** : 01 - 02 - 2019

**Fecha de término** : 01 - 07 - 2019

**Financiamiento** : **FEDU** : 0 soles

: **Propio** : 5 000 soles

: **Otros** : 0 soles

**Tingo María – Perú.**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida, ser mi guía y fortaleza para seguir de pie y llegar a este momento trascendental de mi formación profesional. Por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado amarle cada día más y nunca perder la fe y esperanza en él.

A mi padre Enrique, por su amor infinito, paciencia y apoyo incondicional. Le amo. A mi madre Lidovina, que está en el cielo. Le añoro. Que juntos enseñaron a sus hijos amar y obedecer a Dios sobre todas las cosas, logrando formar descendientes con buenos sentimientos y valores.

A mis hermanos Kelly, Quique y Magdalena, por su amor, paciencia y confianza puesta en mí. A mi tía Albertina que siempre ha estado como una madre para mí y mis hermanos, por su comprensión, dedicación y amor sin límites.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por protegerme durante todo el trayecto recorrido y darme las fuerzas para continuar a pesar de las adversidades.

A mí padre y hermanos por la confianza y apoyo incondicional brindado en mi formación personal y profesional, corrigiendo mis errores, ayudando a superar mis miedos y celebrar mis triunfos.

Al Ing. MSc. Víctor Manuel Beteta Alvarado, docente y asesor; por su exigencia, orientación, confianza y predisposición que me brindó en el inicio, desarrollo y culminación de este trabajo de investigación. Que Dios bendiga su familia.

A mis jurados, Dr. Luis Eduardo Oré Cierzo, Ing. MSc. Franklin Dionisio Montalvo y Ing. MSc. Sandra Lorena Zavala Guerrero por las correcciones, recomendaciones y atenciones prestadas a lo largo de este proceso.

Al Ing. Eduardo Rodrigo Huánuco e Ing. Billy Jimmy Chong Sánchez por brindarme la oportunidad y autorización de efectuar la investigación.

Al equipo de trabajo de la Dirección Ejecutiva de Gestión Estratégica Ambiental (DEGEA) de la Autoridad Regional Ambiental (ARA), en especial a la Lic. Elizabeth Del Águila Vela, por brindarme su apoyo y acompañamiento en la realización en esta investigación.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo general.....	2
1.1.1. Objetivos específicos .....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cambio climático.....	3
2.2. Efecto Invernadero.....	3
2.3. Gases efecto invernadero.....	4
2.6. Factor de emisión de gas efecto invernadero.....	6
2.7. Inventario de gases efecto invernadero.....	6
2.8. Huella de carbono .....	6
2.9. Metodologías para el cálculo de la huella de carbono.....	7
2.9.1. Protocolo de gases efecto invernadero: Estándar comparativo de contabilidad y reporte .....	7
2.9.2. Norma ISO 14064: Gases efecto invernadero .....	8
2.9.3. Norma ISO 14 069: Cuantificación y notificación de emisión de gases efecto invernadero para organizaciones – orientación para la aplicación de la norma ISO 14 064: 1 .....	9
2.9.4. Norma técnica peruana - NTP ISO 14 064.....	9
2.10. Inventarios de emisiones gases efecto invernadero en el Perú .....	10
2.11. Antecedentes sobre el cálculo de huella de carbono .....	11
2.11.1. Nacional .....	11
2.11.2. Internacional .....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
3.1. Lugar de ejecución.....	16
3.2. Material y métodos .....	17
IV. RESULTADO y DISCUSIÓN.....	27
4.1. Identificación de fuentes de emisión de gases efecto invernadero .....	27
4.2. Emisión directa de gases efecto invernadero por consumo de combustibles .....	27
4.2.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017.....	27
4.2.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018.....	29

4.2.3.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018.....	30
4.3.	Emisión directa de gases efecto invernadero por consumo de energía eléctrica ...	31
4.3.1.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 .....	31
4.3.2.	Emisión de gases efecto invernadero 2018.....	32
4.3.3.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018.....	32
4.4.	Emisión indirecta de gases efecto invernadero por consumo de agua.....	33
4.4.1.	Emisión de gases efecto invernadero 2017.....	33
4.4.2.	Emisión de gases efecto inventario 2018.....	34
4.4.3.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018.....	35
4.5.	Emisión indirecta de gases efecto indirecto por consumo de papel .....	36
4.5.1.	Emisión de gases efecto invernadero 2017.....	36
4.5.2.	Emisión de gases efecto invernadero 2018.....	36
4.5.3.	Emisiones de gases efecto invernadero 2017 y 2018 .....	37
4.6.	Emisión indirecta de gases efecto invernadero por el transporte casa - trabajo ....	38
4.7.	Emisión indirecta de gases efecto invernadero por transporte terrestre .....	40
4.7.1.	Emisión de gases efecto invernadero 2017.....	40
4.7.2.	Emisión de gases efecto invernadero 2018.....	41
4.7.3.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018.....	42
4.8.	Emisión indirecta de gases efecto invernadero por transporte aéreo nacional .....	43
4.8.1.	Emisión de gases efecto invernadero 2017.....	43
4.8.2.	Emisión de gases efecto invernadero 2018.....	44
4.8.3.	Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018.....	44
4.9.	Emisión de gases efecto invernadero.....	45
4.10.	Propuesta de estrategias de reducción y compensación de gases efecto invernadero .....	49
4.10.1.	Propuesta de estrategias de reducción .....	49
4.10.2.	Propuesta de compensación .....	50
V.	CONCLUSIONES .....	49
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VIII.	ANEXOS .....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Descripción de gases efecto invernadero .....	4
2. Potenciales de calentamiento global de gases efecto invernadero .....	5
3. Principales metodologías de uso a nivel internacional .....	7
4. Inventario Nacional de GEI de años 1994, 2000 y 2010 .....	10
5. Actualización de serie temporal de los INGEI 2000, 2010, 2012 y 2014 sin USCUS. 11	
6. Factores de emisión de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O para transporte terrestre .....	18
7. Valor calórico neto y densidad combustible .....	18
8. Potencial de calentamiento global (PGC) .....	18
9. Tamaño de muestra del personal de la institución .....	21
10. Factores de emisión de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O por tipo de vehículo .....	21
11. Intervalo de distancias - Factor de emisión .....	22
12. Carbono y dióxido de carbono fijado/acumulado en una plantación de Bambú ( <i>Guadua Angustifolia</i> ).....	24
13. Fuentes directas e indirectas de emisión de GEI.....	27
14. Emisiones de gases efecto invernadero por consumo de combustible – 2017.....	28
15. Consumo de gases efecto invernadero por consumo de combustible, año 2018 .....	29
16. Emisiones de gases efecto invernadero por transporte casa – trabajo, 2018 .....	39
17. Emisión de gases efecto invernadero de la Autoridad Regional Ambiental 2017 y 2018.....	45
18. Carbono y dióxido de carbono capturado en una plantación de <i>Guadua angustifolia</i> ...	50
19. Hectáreas necesarias para la implementación de <i>Guadua angustifolia</i> .....	51
20. Compensación anual de la huella de carbono para el año 2017.....	51
21. Compensación anual de la huella de carbono para el año 2018.....	52
22. Compensación anual de la huella de carbono para ambos años 2017 y 2018.....	52
23. Combustibles consumidos (galones) durante los años 2017 y 2018.....	58
24. Combustibles consumidos (Kg) durante los años 2017 y 2018 .....	58
25. Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por consumo de combustible en los años 2017 y 2018 .....	58
26. Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por energía eléctrica en los años 2017 y 2018.....	58
27. Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por consumo de agua en los años 2017 y 2018 .....	59
28. Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por consumo de papel en el año 2017 .....	60

29.	Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por consumo de papel en el año 2018 .....	60
30.	Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por consumo de papel en los años 2017 y 2018 .....	60
31.	Total, de tCO <sub>2</sub> -eq a través del desplazamiento del personal de casa a la institución durante el año 2018 .....	61
32.	Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por transporte aéreo del personal de los años 2017 y 2018 .....	65
33.	Total, de tCO <sub>2</sub> -eq por transporte aéreo del personal de los años 2017 y 2018 .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Modelo idealizado del proceso del efecto invernadero.....	3
2. Relación entre efecto invernadero y calentamiento global. ....	5
3. Relación entre alcances y actividades que generan emisiones de gases efecto invernadero.....	8
4. Mapa de ubicación de la Autoridad Regional. ....	16
5. Consumo de combustible (2017) en relación con la emisión de gases de efecto invernadero.....	28
6. Consumo de combustible (2018) en relación a la emisión de gases efecto invernadero	29
7. Distribución de consumo de combustible respecto a los años 2017 y 2018 .....	30
8. Consumo de energía (2017) en relación con la emisión de gases efecto invernadero ....	31
9. Consumo de energía (2018) en relación con la emisión de gases efecto invernadero ....	32
10. Distribución de consumo de energía eléctrica respecto a los años 2017 y 2018 .....	32
11. Consumo de agua (2017) en relación con la emisión de gases efecto invernadero .....	34
12. Consumo de agua (2018) en relación con la emisión de gases efecto invernadero .....	34
13. Distribución de consumo de agua respecto a los años 2017 y 2018 .....	35
14. Consumo de papel 2017, en relación con la emisión de gases efecto invernadero.....	36
15. Consumo de papel 2018, en relación con la emisión de gases efecto invernadero.....	37
16. Distribución de consumo de papel respecto a los años 2017 y 2018.....	37
17. Emisión de gases efecto invernadero por transporte de la personal casa - trabajo .....	39
18. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte terrestre (2017) .....	41
19. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte terrestre (2018) .....	42
20. Distribución de transporte terrestre y emisión de GEI respecto al año 2017 y 2018.....	42
21. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte aéreo.....	43
22. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte aéreo.....	44
23. Distribución de distancia recorrida por transporte aéreo y emisión de GEI .....	44
24. Distribución de gases efecto invernadero por fuentes respecto a los años 2017 y 2018	46
25. Emisión de gases efecto invernadero respecto a los alcances 1, 2 y 3 en el año 2017 ...	47
26. Emisión de gases efecto invernadero respecto a los alcances 1, 2 y 3 en el año 2018 ...	47
27. Digitalización de datos en el archivo de la ARA. ....	66
28. Digitalización de datos en la DEGEA– ARA. ....	66

29.	Coordinación y planificación de actividades con la especialista de ecoeficiencia. ....	67
30.	Coordinación con el equipo de ecoeficiencia.....	67
31.	Aplicación de encuestas. ....	68

## RESUMEN

El presente estudio cuantifica las emisiones de gases efecto invernadero, el mismo que se realizó en base al cálculo de la huella carbono corporativa. La metodología aplicada en este proceso de cálculo y reporte siguieron los protocolos y metodologías internacionales estandarizadas: la ISO 14064, el Protocolo de gases efecto Invernadero: Estándar de contabilidad y reporte y las Directrices del IPCC del 2006. El estudio consideró a las emisiones directas de alcance 1 por consumo de combustible, emisiones indirectas de alcance 2 por consumo de energía eléctrica y emisiones indirectas de alcance 3 por otras emisiones por consumo de papel, agua, transporte terrestre y aéreo y transporte del personal casa - trabajo. Los resultados obtenidos, muestran que el año 2018, la Autoridad Regional Ambiental emitió la mayor cantidad de gases efecto invernadero en comparación al año 2017, con un total de 94,75 y 73,38 tCO<sub>2</sub>-eq respectivamente. El principal aportante en el año 2017, correspondió a emisiones por fuentes directas de alcance 1 con el 59%, seguida por las emisiones indirectas de alcance 2 con el 30% y las emisiones de alcance 3 con el 11%. En el año 2018, de igual manera la principal fuente de emisión correspondió a emisiones directas de alcance 1 con el 52%, seguida por las emisiones de fuentes indirectas de alcance 2 con 24% y las emisiones de alcance 3 con 24%. Por último, se plantearon propuestas de gestión de reducción y compensación las emisiones para mitigar el aporte de las emisiones de gases efecto invernadero.

**Palabras claves:** huella de carbono corporativa, directrices del IPCC, contabilidad y reporte.

## **ABSTRAC**

This study quantifies greenhouse gas emissions, based on the calculation of the corporate carbon footprint. The methodology applied in this calculation and reporting process followed international standardised protocols and methodologies: ISO 14064, the Greenhouse Gas Protocol: Accounting and Reporting Standard and the 2006 IPCC Guidelines. The study considered direct Scope 1 emissions from fuel consumption, indirect Scope 2 emissions from electricity consumption and indirect Scope 3 emissions from other emissions from paper consumption, water, road and air transport and transport of staff from home to work. The results obtained show that in 2018, the Regional Environmental Authority emitted the highest amount of greenhouse gases compared to 2017, with a total of 94.75 and 73.38 tCO<sub>2</sub>-eq respectively. The main contributor in 2017, corresponded to emissions from direct Scope 1 sources with 59%, followed by indirect Scope 2 emissions with 30% and Scope 3 emissions with 11%. In 2018, similarly the main source of emissions corresponded to direct Scope 1 emissions with 52%, followed by indirect Scope 2 emissions with 24% and Scope 3 emissions with 24%. Finally, proposals were made to reduce and offset emissions in order to mitigate the contribution of greenhouse gas emissions.

**Key words:** corporate carbon footprint, IPCC guidelines, accounting and reporting.

## I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático, hoy en día, es el principal desafío que afronta el mundo entero (gobiernos, industrias y poblaciones); el problema principal radica en el incremento progresivo de concentración de gases efecto invernadero. Los procesos que originan este fenómeno, constituye un problema ambiental, con impactos negativos en los ecosistemas, economía y la sociedad. Mitigar este fenómeno involucra reducir las emisiones de gases efecto invernadero, a niveles ínfimos a los que prevalecen en la atmosfera, por lo que, es un reto y oportunidad para implementar modelos racionales y sustentables de producción y consumo. Uno de los tantos modelos aplicados, es la metodología de huella de carbono corporativa, mediante el cálculo de emisión directa e indirecta (alcance 1, 2 y 3) de gases efecto invernadero, pues este es el primer paso para implementar estrategias efectivas de gestión, reducción, mitigación y compensación a través de proyectos de reforestación, conservación, entre otros.

Actualmente, en el país la mayoría de las instituciones públicas y privadas no sistematizan, y tampoco procesan sus emisiones de gases efecto invernadero, en efecto no tienen noción de la cantidad de dióxido carbono ( $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ ) que emiten sus actividades diarias, generando un vacío de información que dificulta la gestión orientada generando un vacío de información que dificulta la gestión orientada a reducir la emisión de gases efecto invernadero. En ese sentido, el Gobierno Regional San Martín a través de la Autoridad Regional Ambiental, no puede ser ajena a esta realidad y responsabilidad, ni ser indiferente a los impactos ambientales que generan sus actividades y procesos, pues es la entidad a nivel de la región San Martín encargado de velar por el desarrollo sostenible de la región, fomentando el uso responsable y racional de los recursos.

Con la finalidad de contribuir con el cambio climático a través de la sistematización de gases efecto invernadero para los años 2017 y 2018, años que serán considerados como línea base que ayude a fomentar una nueva cultura en el uso eficiente y sostenible de los recursos asignados a la institución, así como contribuir con la reducción de emisiones de gases efecto invernadero y generar un ahorro importante a la región, se plantea la siguiente investigación: ¿Cuánto dióxido de carbono ( $\text{CO}_{2\text{-eq}}$ ) generó la Autoridad Regional Ambiental en los años 2017 y 2018?; teniendo como hipótesis que el año 2018 se generó mayor emisión de gases efecto invernadero.

## **1.1. Objetivo general**

Estimar el dióxido de carbono generado por la Autoridad Regional Ambiental – Moyobamba – San Martín 2017 – 2018.

### **1.1.1. Objetivos específicos**

- Identificar las fuentes de emisión de gases efecto invernadero.
- Cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero.
- Proponer estrategias de reducción y compensación de gases efecto invernadero.

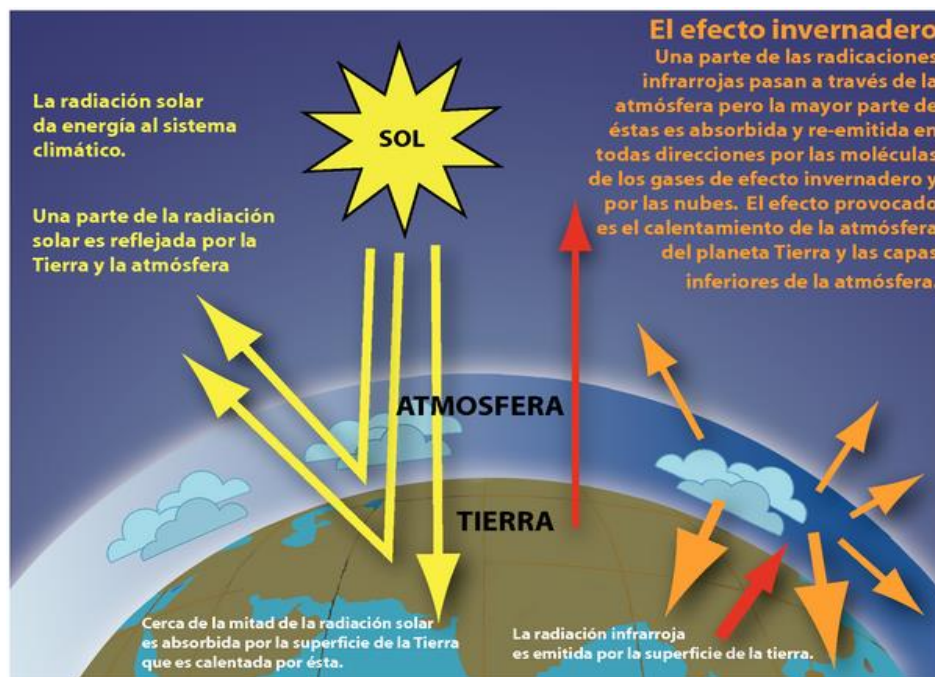
## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Cambio climático

La CMNUCC (1992), precisa que es el cambio del clima causado directa o indirectamente por actividades antrópicas que alteran la estructura o composición de la atmosfera y en efecto la variación natural del clima durante periodos de tiempo comparables. Asimismo, el IPCC (2015), indica que es la transición del estado del clima en el cambio de sus propiedades, que perdura durante extensos periodos de tiempo. Se debe a procesos internos naturales. forzamientos extremos (erupciones volcánicas, ciclos solares) o cambio antropógenos persistentes en la composición de la atmosfera o del uso de suelo.

### 2.2. Efecto Invernadero

Proceso natural que regula la temperatura de la tierra para hacer posible la vida. A través de este proceso, la atmosfera que envuelve la tierra, permite que la energía solar se acumule en el planeta para calentarlo y conservar una temperatura aproximada de 15°C (MINAM, 2010a). Sin embargo, las actividades humanas principalmente la quema de combustibles fósiles y eliminación de bosques (deforestación), han intensificado este proceso, generando así el calentamiento global (IPCC, 2007<sup>a</sup>).



Fuente: IPCC, 2007a.

Figura 1. Modelo idealizado del proceso del efecto invernadero

### 2.3. Gases efecto invernadero

Componente gaseoso de la atmósfera (natural y antropogénico), que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas de radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, atmósfera y las nubes (NTP ISO 14064-I, 2016). Todos los gases efecto invernadero, no tienen la misma capacidad de provocar el calentamiento global, pero su intensidad, depende del poder de radiación y tiempo que la molécula persiste en la atmósfera (Espíndola y Valderrama, 2012)

Los principales gases efecto invernadero son: el dióxido de carbono, Metano, Óxido Nitroso, Hidroclorofluorocarbonados, Perfluorocarbonados, Hexafluoruro de azufre y Trifluoruro de Nitrógeno (ONU, 1998).

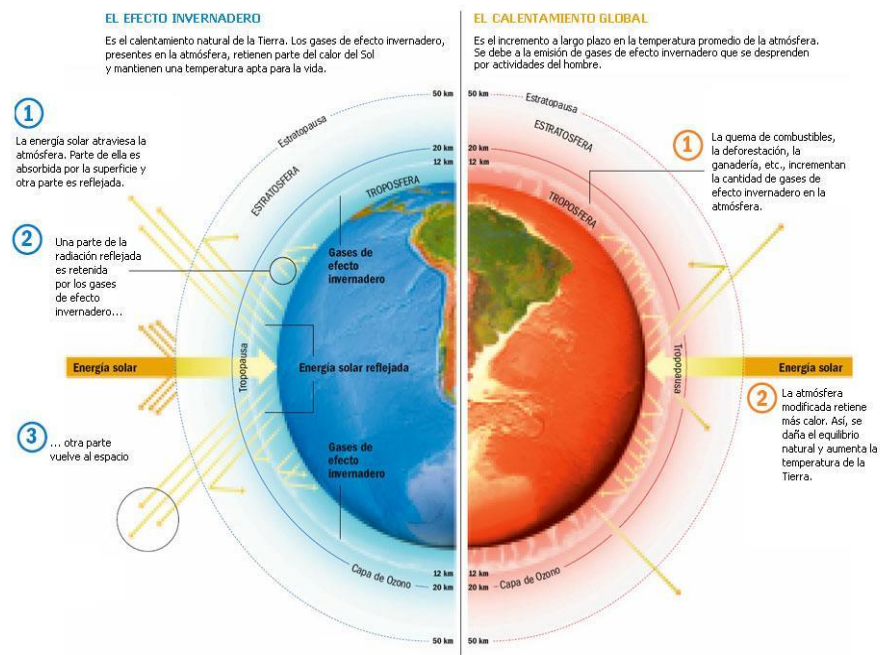
Tabla 1. Descripción de gases efecto invernadero

<b>Gases efecto invernadero</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	Gas natural emitido producto de la combustión de combustibles fósiles, cambios de uso de suelo y algunos procesos industriales.
Metano	CH <sub>4</sub>	Gas emanado en rellenos sanitarios, ganaderías, minería de carbón, extracción de gas y descomposición anaerobia de residuos orgánicos.
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	Gas originado en la elaboración de fertilizantes y combustión de combustibles (transporte, sector más contribuyente).
Hidrofluorocarbonos	HFCs	Emitidos en ciertos procesos industriales, son usados con frecuencia en refrigeración y equipos de acondicionamiento.
Perfluorocarbonos	PFCs	Producidos e introducidos como alternativa de remplazo de algunos gases que destruyen la capa de ozono. Emitidos en diferentes procesos industriales.
Hexafluoruro de carbono	SF <sub>6</sub>	Gas emanado en la producción de magnesio, se aplica en algunos equipos eléctricos. Es el gas más potente.

Fuente: IPCC, 2007b.

### 2.4. Potencial de calentamiento global

Índice que indica el ascenso gradual de la temperatura en la superficie terrestre, como resultado del forzamiento radiactivo provocado por las emisiones antropógenas, Mide el forzamiento radiactivo después de la emisión de una unidad de masa de una sustancia acumulada en un tiempo determinado en comparación con el causado (CO<sub>2</sub>) (IPCC, 2015). Permite expresar los resultados de los reportes de GEI en unidades o toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq ó tCO<sub>2</sub>-eq) (MINAM, 2016).



Fuente: RODRIGUEZ, 2012.

Figura 2. Relación entre efecto invernadero y calentamiento global.

Tabla 2. Potenciales de calentamiento global de gases efecto invernadero

Gases efecto invernadero	Símbolo	Potencial de calentamiento global
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	310
Hidrofluorocarbonados	HCF	140 – 1 700
Perfluorocarbonados	PFC	6 500 – 20 000
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	23 900

Fuente: IPCC, 2007b

## **2.5. Dióxido de carbono equivalente**

Unidad universal que indica el potencial de calentamiento global (PCG) de los principales gases efecto invernadero, expresado en una unidad de dióxido de carbono (World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute -WBCSD & WRI, 2004). En otros términos, el IPCC (2015), indica que es la concentración de dióxido de carbono y otros gases efecto invernadero. Según la NTP ISO 14064-I (2016), se utiliza para evaluar y/o contrastar la fuerza de radiación de un GEI con el dióxido de carbono. Se calcula empleando la masa de un GEI multiplicado por su potencial de calentamiento global.

## **2.6. Factor de emisión de gas efecto invernadero**

Estima la emisión de gases efecto invernadero a partir de los datos de actividades (combustible consumido, productos producidos entre otros) y emisiones totales de GEI (WBCSD & WRI). Asimismo, la NTP ISO 14064-I (2016) precisa que es el factor que relacionan los datos de las actividades con emisiones o remociones de gases efecto invernadero.

## **2.7. Inventario de gases efecto invernadero**

Listado que identifica y clasifica las fuentes de gases efecto invernadero (liberar), sumideros de GEI (remover) y estimación de emisión y remoción de GEI de una organización (NTP ISO 14064-I, 2016). Asimismo, el MINAM (2016), precisa que es la base de datos, que cuantifica en un espacio y periodo determinado, la emisión antropogénica de gases efecto invernadero por fuentes y remoción de GEI a través de sumideros.

## **2.8. Huella de carbono**

Indicador de cantidad de gases efecto invernadero generados y emitidos por una empresa, durante el ciclo de vida de un producto – producción, consumo, recuperación al final de ciclo y su eliminación (Frohmann y Olmos, 2013). Asimismo, es definido como la cantidad total de gases efecto invernadero provocados directa o indirectamente por una organización, producto o servicio. (Sociedad Pública de Gestión Ambiental - INHOBE, 2012). Medir la huella de carbono o elaborar un inventario de gases efecto invernadero involucra realizar la contabilidad y reporte de emisiones, con la finalidad principal de reducir la emisión de gases y mitigar el cambio climático. Es expresado en toneladas de dióxido de carbono equivalente ( $tCO_2\text{-eq}$ ), con el objetivo de expresar las emisiones de los distintos gases efecto invernadero en una unidad en común. Es calculado multiplicando las emisiones de los gases efecto invernadero

por el potencial de calentamiento global al cabo de 100 años (Frohmann y Olmos, 2013). Esta herramienta es una de las más importantes para cuantificar emisiones de gases efecto invernadero (Espíndola y Vaderrama, 2012).

## 2.9. Metodologías para el cálculo de la huella de carbono

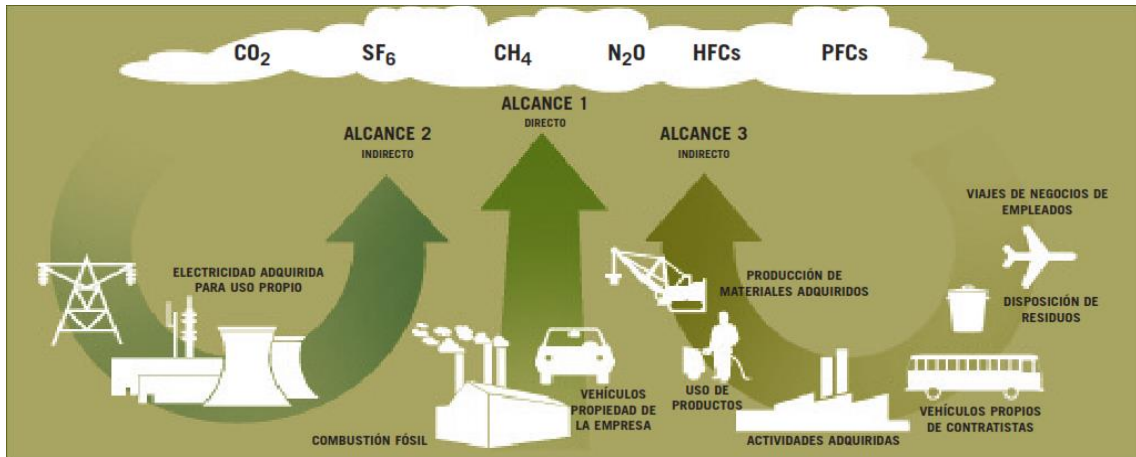
Existen diversos estándares, directrices y normas para calcular las emisiones de GEI de empresas, ciudades, productos y servicios. Debido a su efectividad y reconocimiento internacional, es recomendable que los cálculos y reportes se basen en los principales instrumentos de orientación (MINAM, 2015).

Tabla 3. Principales metodologías de uso a nivel internacional

Enfoque	Herramientas	Título
Corporativo	GHG Protocol	Estándar de contabilidad y reporte de GEI (ECCR)
	Directrices	Directrices del PCC - 2005
	ISO 14 064	Inventario de gases efecto invernadero
	ISO 14 069	Cuantificación y notificación de misión de GEI

### 2.9.1. Protocolo de gases efecto invernadero: Estándar comparativo de contabilidad y reporte

Instrumento internacional, que sirve para cuantificar y gestionar la emisión de gases efecto invernadero, las metodologías de cálculo de la huella de carbono (MIMAN, 2015). Brinda estándares y lineamientos para calcular la emisión de GEI de empresas, organizaciones, ONGs, agencias gubernamentales y universidades (WBSCD & WRI, 2004), garantizando coherencia con los esquemas de comercio de emisiones, registros y otros instrumentos de política de cambio climático (MINAM, 2015). Esta metodología clasifica las emisiones en fuentes directas e indirectas promoviendo un marco de contabilidad inclusivo para el manejo y reducción de emisiones, cubriendo la contabilidad y reporte de emisiones de gases efecto invernadero previstos en el Protocolo de Kyoto (WBCSD & WRI, 2004).



Fuente: WBCSD & WRI, 2004.

Figura 3. Relación entre alcances y actividades que generan emisiones de gases efecto invernadero

### 2.9.2. Norma ISO 14064: Gases efecto invernadero

Detalla principios y requisitos a nivel de organización para cuantificar, notificar emisión y absorción de gases efecto invernadero. Esta norma consta de tres partes.

**Parte 1: Orientación a nivel de organización para cuantificar y notificar emisión y absorción de gases efecto invernadero – ISO 14 064 - 1: 2018:** Describe los principios y requisitos para cuantificar y notificar emisión y absorción de GEI. Incluye requisitos para el diseño, desarrollo, gestión, informe y verificación del inventario de GEI (ISO, 2018).

**Parte 2: Orientación a nivel de organización, proyecto para cuantificar, monitorear y reportar reducción de emisión de gases efecto invernadero o mejoras de remoción – ISO 14064-2:2019:** Detalla principios y requisitos, proporcionando orientación a nivel de proyecto para cuantificar, monitorear y presentar los informes de actividades destinadas a causar reducción y/o remoción de emisiones. Presenta requisitos para planificar el proyecto, identificar y seleccionar fuentes, sumideros y depósitos de GEI para el proyecto y escenario de referencia, monitoreo, cuantificación, documentación e información del desempeño del proyecto y administración de datos (ISO, 2019a).

**Parte 3: Orientación para verificar y validar las declaraciones de gases efecto invernadero – ISO 14 064: 3 - 2019:** Describe principios y requisitos, proporcionando orientación para

verificar y validar las declaraciones. Es aplicable en las declaraciones de GEI de organizaciones, proyectos y productos (ISO, 2019b).

### **2.9.3. Norma ISO 14 069: Cuantificación y notificación de emisión de gases efecto invernadero para organizaciones – orientación para la aplicación de la norma ISO 14 064: 1**

Detalla principios, conceptos y métodos relacionados con la cuantificación y notificación de emisiones directas e indirectas de GEI. Proporciona orientación para aplicar la ISO 14064:1 a inventarios de GEI a nivel de organización, cuantificar y notificar las emisiones directas e indirectas (ISO, 2013).

### **2.9.4. Norma técnica peruana - NTP ISO 14 064**

Especifica principios y requerimientos a nivel de organización para cuantificar y realizar el reporte de emisiones y remociones de GEI. Precisa los requisitos para el diseño, desarrollo, manejo, reporte y verificación de inventarios.

**Parte 1: organización, para cuantificar y el informe de emisiones y remociones de gases efecto invernadero:** Precisa principios y requisitos para diseñar, desarrollar, gestionar el inventario y presentar el informe. Incluye requisitos para definir los límites, cuantificar las emisiones y remociones de GEI e identificar las actividades o acciones específicas con el objetivo de mejorar la gestión de GEI. Precisa requisitos y orientaciones para gestionar la calidad de un inventario, informe, auditoría interna y responsabilidades en las actividades de verificación (NTP ISO 14 064-I, 2016).

**Parte 2: Orientación, a nivel de proyecto, para cuantificar, realizar el seguimiento y el informe de reducción de emisión o incremento en las remociones de gases efecto invernadero:** Precisa principios y requisitos para determinar escenarios de la línea base del proyecto, para realizar el seguimiento, cuantificación e información del desempeño del proyecto. Proporciona una base para los proyectos de GEI a validar o verificar (NTP ISO-I, 2016).

**Parte 3. Orientación validar y verificar las declaraciones de gases efecto invernadero:** Especifica principios y requisitos para verificar los inventarios y validar o revisar los proyectos

de GEI. Describe el proceso de validación o verificación, además, los componentes de planificación, validación o verificación, procedimientos de evaluación de las declaraciones de GEI (NTP ISO-I, 2016).

## 2.10. Inventarios de emisiones gases efecto invernadero en el Perú

El 2014, con el decreto supremo N° 013-2014 el país aprobó las disposiciones de elaboración del Inventario Nacional de GEI (INFOCARBONO), con el objetivo de definir un conjunto de acciones orientadas a recopilar, evaluar y sistematizar la información de emisión de GEI. Estas acciones en conjunto ayudan a contribuir en formular políticas, estrategias y planes de desarrollo que reduzcan la emisión de GEI y a cumplir con los compromisos asumidos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – CMNUCC y el Protocolo de Kyoto (MINAM, 2014).

En el primer Informe Bienal Actualizado de Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Calentamiento Climático (MINAM, 2014), el país elaboró tres inventarios de gases efecto invernadero con los años de referencia 1994, 2000 y 2010 (ver tabla 4), que permiten identificar y cuantificar los sectores con mayor emisión, con el fin de contribuir con la meta global de lucha contra el cambio climático. Asimismo, en el segundo Informe Bienal de Actualización (MINAM, 2019), el país presentó los resultados actualizados de la emisión del inventario de GEI – INGEI 2014, para toda la serie temporal (años 2000, 2005, 2010 y 2012) a excepción del sector de uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura – USCUS de los años 2000, 2005, 2010 y 2012 porque no se tuvo los mapas de uso y cambios de uso de suelo (ver tabla 5).

Tabla 4. Inventario Nacional de GEI de años 1994, 2000 y 2010

Sectores	1994		2000		2010	
	GgCO <sub>2</sub> -eq	GgCO <sub>2</sub> -eq	GgCO <sub>2</sub> -eq	GgCO <sub>2</sub> -eq	GgCO <sub>2</sub>	
Energía	22,154	43%	25,400	43%	40,605	50%
Procesos Ind.	3,621	7%	7,917	13%	6,274	8%
Agricultura	22,809	44%	22,547	38%	26,051	32%
Desechos	2,736	5%	3,700	6%	7,660	10%

Fuente: MINAM, 2014.

Tabla 5. Actualización de serie temporal de los INGEI 2000, 2010, 2012 y 2014 sin USCUS

Sector	Emisiones de gases efecto invernadero (GgCO <sub>2</sub> -eq)					
	2000			2005		
	O	A	Δ%	O	A	Δ%
Energía	28 377,20	30 960,58	9,10	30 103,97	31 197,33	3,63
Procesos industriales y usos de productos	2 57,89	2 6885,74	4,31	3 509,18	3 387,65	-3,46
Agricultura	23 463,71	22 833,13	-2,69	24 576,52	23 751,80	-3,36
Desechos	5 233,31	5 943,16	13,56	5 686,26	6 369,26	12,01
Total sin USCUS	59 649,31	62 422,61	4,65	63 875,93	64 706,04	1,30

Continuación...

	Emisiones de gases efecto invernadero (GgCO <sub>2</sub> -eq)						
	2010			2012			2014
	O	A	Δ%	O	A	Δ%	A
	42 643,98	44 002,66	3,19	44 637,84	45 622,59	2,2	50 330,59
	5 011,56	4 501,79	-10,17	6 063,55	5 059,37	-16,56	6 040,73
	25 783,39	25 879,35	0,37	26 043,68	25 664,69	-1,46	26 233,73
	7 019,72	6 922,43	-1,39	7 822,58	7 484,30	-4,32	9 679,73
	80 458,65	81 306,23	1,05	84 567,65	84 567,65	-0,87	9 2884,28

Leyenda: O: Original – A: Actualizado – Δ: Variación de actualización con respecto a la estimación original

Fuente: MINAM, 2019.

## 2.11. Antecedentes sobre el cálculo de huella de carbono

Las preocupaciones sobre el calentamiento climático han persistido durante décadas. Sin embargo, este problema solo se ha reconocido en los últimos años e iniciado a tomar medidas al respecto, realizando análisis del ciclo de vida de productos, midiendo la huella de carbono, huella ecológica o desarrollando planes de mejoras en gestión ambiental con el fin de reducir al mínimo las emisiones de gases efecto invernadero (Mondejar *et al.*, 2011).

### 2.11.1. Nacional

El Ministerio del Ambiente viene promoviendo el uso de la herramienta de huella de carbono, como resultado, son varias las organizaciones e instituciones que se están sumando

a esta iniciativa de cálculo de emisiones de GEI que generan sus actividades. Con finalidad de contribuir con la reducción en su emisión de GEI, el ente rector encargado de velar por el desarrollo sostenible del país, en los años 2009, 2018 y 2019 cuantificó su emisión de GEI, aplicando la metodología establecida en el Protocolo de GEI (ECCR) y Directrices del IPCC. Los resultados mostraron que, el año 2009 generó un total de 674,64 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 20010b), en el año 2018 emitió un total de 1 983 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020) y en el año 2019 generó un total de 2 027 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020), siendo las emisiones indirectas por viajes aéreos nacionales con el 42,2%, transporte casa trabajo con el 43.8% y transporte casa trabajo con el 44.1% las fuentes de emisión que contribuyeron más GEI por año respectivamente.

Asimismo, el 2014 se llevó a cabo en la ciudad de Lima la Vigésima Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Calentamiento Climático y la Décima Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto (COP20/CM10). En esta conferencia el estado peruano se comprometió con los esfuerzos globales de mitigación y tomó la decisión de contabilizar y neutralizar la cantidad de GEI generados antes y después del evento. Para el cálculo, verificación y neutralización de las emisiones de carbono, para ello se tuvo en cuenta los estándares del Protocolo ECCR, las guías del IPCC para los inventarios nacionales de gases efecto invernadero y la Norma ISO 14064. Como resultado se generó un total de 39 664 tCO<sub>2-eq</sub>, siendo las emisiones directas de transporte aéreo de los participantes que contribuyeron con más del 81%, seguidas por las emisiones indirectas por consumo de alimentos con el 6% del total de emisiones (MINAM, 2015).

También, SURA Perú grupo líder en pensiones y seguros integrada por: AFP Integra (Empresa Administradora de Fondos de Pensiones), Seguros, Fondos y SAB, contabiliza su emisión de GEI y en efecto realiza su neutralización. El 2016 calculó su huella de carbono para fortalecer su gestión ambiental trabajando concerniente al cambio climático, aplicando orientaciones y principios del Protocolo de GEI. Los resultados indicaron que el año 2016 la sociedad suma un total de 8 636 tCO<sub>2-eq</sub>, aportando SURA PERU 4 350 tCO<sub>2-eq</sub>, AFP Integra 2 490 tCO<sub>2-eq</sub>, Seguros SURA 1 667 tCO<sub>2-eq</sub> y Fondos SURA 129 tCO<sub>2-eq</sub> (Sostenibilidad y Cambio Climático – A2G S.A.C., 2016).

Además, a nivel institucional, muchas universidades se han sumado a este tipo de investigación, entre las más destacada es la Universidad San Martín de Porres, que en el año

2013 fue catalogada como la primera casa de estudios a nivel nacional en contar con un campus de carbono neutral. La emisión generada por efecto del desarrollo de sus actividades académicas en su campus universitario de San Anita suma 1 930 toneladas. Las fuentes estudiadas fueron consumo eléctrico, consumo de agua y papel, viajes y transportes. Este estudio fue calculado en base a la metodología establecida en el Protocolo de gases efecto invernadero (ECCR) y las guías del IPCC (Gestión, 2013). Asimismo, la Universidad Nacional Agraria la Molina con temas como: Huella de carbono de la comunidad universidad provenientes de combustión móvil de la UNAML, Medida de huella de carbono en la perforación de un pozo de gas natural en la selva peruana, entre otros temas, están usando esta herramienta con fines de investigación.

### **2.11.2. Internacional**

A nivel internacional el cálculo de la huella de carbono está cobrando relevancia y siendo utilizado en la actualidad. El contar con la herramienta del cálculo de huella de carbono no solo ha permitido cumplir con las exigencias de los mercados, si no también optimizar los diferentes procesos permitiendo el uso eficiente de energía y su materia prima. En Chile, la empresa líder en la transmisión de electricidad Transelec S.A. con el objetivo de identificar sus principales fuentes de emisión y así poder gestionarlas, realizó el cálculo de su huella de carbono corporativa con un enfoque operacional, de acuerdo son los requerimientos establecidos en la Norma ISO-14 064:2006. El resultado mostró, que la empresa generó un total de 280 544.3 tCO<sub>2-eq</sub>, siendo las perdidas por transmisión la mayor fuente que generó GEI (Cifuentes *et al.*, 2014).

Asimismo, la empresa española ELECNOR dedicada a la electrificación, el año 2018 y 2019 realizó el cálculo de la huella de carbono utilizando el Protocolo de GEI (ECCR) y la ISO 14064. El resultado, muestra que la empresa generó un total de 62 322.2 tCO<sub>2-eq</sub> y 107 958.5 tCO<sub>2-eq</sub> respectivamente, siendo el 73% y 45% aproximadamente las emisiones directas por consumo de combustible que generaron mayor cantidad de GEI (ELECNOR, 2019).

A nivel universitario, las universidades como instituciones de educación superior, están asumiendo compromisos ambientales con políticas claras y acertadas en la adopción de estrategias que involucren la cuantificación de sus impactos. Es así, que el año 2017, alumnos de la universidad de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano” elaboraron el inventario de GEI, aplicando la metodología especificada en la norma ISO 14064-1:2006. El resultado indicó, que el año

2015 la institución generó un total de 1 688.36 tCO<sub>2-eq</sub>, la fuente de emisión que mayor aportó corresponde al alcance 3, con 921 368 tCO<sub>2-eq</sub>, seguidamente por el alcance 2, con 328 833 tCO<sub>2-eq</sub> (Manso *et al.*, 2017).

Asimismo, la Universidad de Yale, la Universidad de Oregón, la Universidad de Georgetown, la Universidad de Tulane, la Universidad de Colorado y la Universidad de Portland, son ejemplos de universidades americanas comprometidas con el medio ambiente que han realizado estudios similares, Con el fin de reducir las emisiones en tanto sea posible sus emisiones y acercarse cada vez más al concepto de universidad libre de carbono (Carbono neutral) (Mondejar *et al.*, 2011).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se realizó en las instalaciones de la Autoridad Regional Ambiental, ubicado en las coordenadas UTM 281624E – 9330820N en la ciudad de Moyobamba. Políticamente, la ciudad se ubica en el Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Región San Martín. La ciudad de Moyobamba, se ubicada en la margen derecha del río mayo, a una altitud de 96 m. sobre el nivel del mismo río, y a 860 m.s.n.m. El Distrito se sitúa en la parte norte del departamento, en la región amazónica del Perú (Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2012).

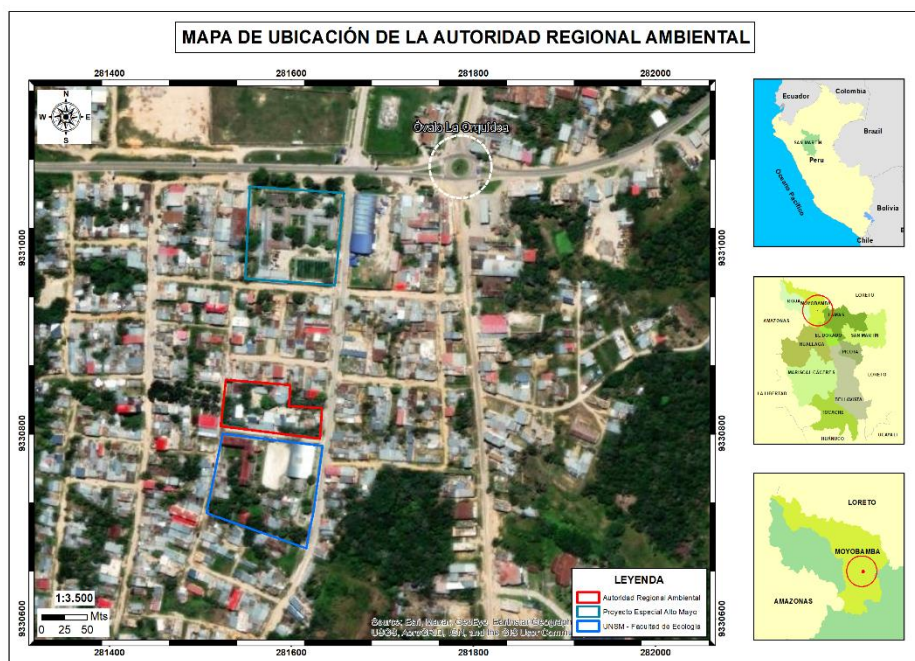


Figura 4. Mapa de ubicación de la Autoridad Regional.

#### Descripción del lugar de estudio

La Autoridad Regional Ambiental es un órgano desconcertado especializado del Gobierno Regional San Martín, con opinión vinculante en los asuntos de su competencia, con autonomía técnica y administrativa para gestionar las competencias regionales en materia ambiental, recursos naturales, ordenamiento territorial, áreas de observación regional y demarcación territorial (Gobierno Regional San Martín, 2018).

## 3.2. Material y métodos

### 3.2.1. Materiales

Cuaderno de apuntes, útiles de oficina, registro de consumo de combustible, energía eléctrica, agua, registro de entrega de papel, registro de autorizaciones de salida del personal, formato de encuestas, hojas de cálculo, software Excel, Word y ArcGIS, laptop y cámara.

### 3.2.2. Metodología

La estimación de gases efecto invernadero se realizó en base a los principios metodológicos establecidos en el Protocolo de Gases Efecto Invernadero: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (WBCSD & WRI, 2004), Así como también, se utilizó las Directrices del IPCC para inventarios de gases efecto invernadero – Vol 2: Energía – Cap. 3: Combustión móvil (IPCC, 2006).

#### 3.2.2.1. Identificación de fuentes de emisiones de gases efecto invernadero

De acuerdo al Protocolo de gases efecto invernadero, la identificación de fuentes de emisión se determinó a través del enfoque de control, debido a que se contabilizó el 100% de emisiones de GEI. Del mismo modo, considerando los límites organizacionales y operacionales se identificaron fuentes de alcance 1, 2 y 3, tal como se describen a continuación:

- **Alcance 1: Emisiones de directas de GEI**

Flota vehicular de la Autoridad Regional Ambiental, los cuales incluye emisiones por consumo de gasolina 84, gasolina 90, Diésel 2 y diésel B5.

- **Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad**

Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica.

- **Alcance 3: Otras emisiones indirectas de GEI**

Emisiones indirectas producto de consumo de papel, agua, transporte terrestre, aéreo y transporte de personal casa trabajo.

#### 3.2.2.2. Estimación de emisión directa por consumo de combustible

Se determinó las emisiones de  $tCO_{2-eq}$  por medio de la revisión historial del registro mensual de consumo de combustibles. El consumo se midió en kg, por tanto, los datos mensuales expresados en galones (gal) se convirtieron a kg. Para estimar las emisiones de gases, se utilizó los factores de emisión de  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$  (ver tabla 6) el mismo que se multiplicó

con el valor total de combustible consumido, por su valor calórico neto (ver tabla 7) y su potencial de calentamiento global (ver tabla 8).

Tabla 6. Factores de emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O para transporte terrestre

<b>Tipo de combustible</b>	<b>CO<sub>2</sub> (Kg/GJ)</b>	<b>CH<sub>4</sub> (Kg/GJ)</b>	<b>N<sub>2</sub>O (Kg/GJ)</b>
Gasolina 84	69,93	0,033	0,0032
Gasolina 90	69,3	0,033	0,0032
Diésel 2	70,395	0,0037	0,00371
Diésel B5	70,395	0,0037	0,00371

Fuente: IPCC, 2006.

Tabla 7. Valor calórico neto y densidad combustible

<b>Tipo de combustible</b>	<b>Valor calórico neto</b>	<b>Densidad</b>
Gasolina 84	0,04	0,719
Gasolina 90	0,04	0,731
Diésel 2	0,04	0,842
Diésel B5	0,04	0,842

Fuente: IPCC, 2006.

Tabla 8. Potencial de calentamiento global (PGC)

<b>Gas efecto invernadero</b>	<b>Fórmula química</b>	<b>PGC – 100 años</b>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1
Metano	CH <sub>4</sub>	21
Óxido Nitroso	N <sub>2</sub> O	310

Fuente: IPCC, 2006

Obteniendo así, la emisión de GEI expresadas en tCO<sub>2</sub>-eq mediante la siguiente ecuación.

$$ED = \sum \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_{CO_2} \times PCG_{CO_2})}{10^3} + \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_{CH_4} \times PCG_{CH_4})}{10^3} + \frac{(CU_i \times VCN_i \times FE_{N_2O} \times PCG_{N_2O})}{10^3} \quad (1)$$

Donde:

ED	: Emisiones directas de GEI CO <sub>2-eq</sub> .
CU <sub>i</sub>	: Combustible consumido, en Kg.
VCN <sub>i</sub>	: Valor calórico neto del combustible, en GJ/Kg.
FE CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	: Factor de emisión de CO <sub>2</sub> del combustible, en Kg CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O/GJ
PCG CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	: Potencial de calentamiento global de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O.

### 3.2.2.3. Estimación de emisión indirecta por consumo de energía eléctrica

Se determinó las emisiones de CO<sub>2-eq</sub> por medio de la revisión historial de registro de consumo eléctrico. Las emisiones de CO<sub>2-eq</sub> originadas por el consumo de energía eléctrica, se obtuvo multiplicando la cantidad de energía (expresada en kW.h) por el factor de emisión, calculado para la matriz energética del Perú - Sistema Eléctrico Interconectado Nacional – SEIN: “0.6593 tCO<sub>2</sub>/kW.h” (SEIN, 2013). La fórmula utilizada es la siguiente:

$$EI_i = CE \times FE_e \quad (2)$$

Donde:

EI <sub>i</sub>	: Emisiones indirectas de GEI, en tCO <sub>2-eq</sub> .
CE	: Consumo eléctrico, en k.W.h
FE	: Factor de emisión de tCO <sub>2-eq</sub> /k.W.h de la matriz energética peruana.

El consumo eléctrico en la institución es debido a fuentes administrativas, es decir solo uso de los equipos en las oficinas.

### 3.2.2.4. Estimación de emisión indirecta por consumo de agua

Las emisiones de CO<sub>2-eq</sub> se estimaron por medio de la revisión historial del registro mensual de consumo de agua. Para estimar las emisiones de GEI, se utilizó el factor de emisión de la Red Pública de Agua Potable – 0,5 KgCO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> (MINAM, 2015), el mismo que se multiplicó con el valor total de agua consumida (m<sup>3</sup>), obteniendo así las emisiones expresadas en tCO<sub>2-eq</sub> mediante la siguiente ecuación:

$$OEI_w = DA \times FE \quad (3)$$

Donde:

OE <sub>w</sub>	: Otras emisiones indirectas de GEI
DA	: Datos de consumo de agua, en m <sup>3</sup>

FE : Factor de emisión por consumo de agua.

### 3.2.2.5. Estimación de emisión indirecta por consumo de papel

Las emisiones de CO<sub>2-eq</sub> se determinó por medio de la revisión historial del registro mensual de entrega. La cantidad de papel suministrado en millares, se transformó en unidades de masa, para ello se usó la siguiente fórmula.

$$\text{Papel (kg)} = \text{Alto de hoja} \times \text{Ancho de hoja} \times \text{Gramaje} \times \text{N}^\circ \text{ de hojas} \quad (4)$$

Luego, se multiplico el peso obtenido en kg por el factor de emisión “0.00184 tCO<sub>2-eq</sub>” (IPCC, 2006) de papel virgen, expresado en la siguiente ecuación.

$$\text{Peso total} \times \text{FE} = \text{GEI en tCO}_{2\text{-eq}} \quad (5)$$

### 3.2.2.6. Estimación de la emisión indirecta por transporte casa - trabajo

Para estimar las emisiones indirectas de CO<sub>2-eq</sub>, se aplicó una encuesta referente al recorrido y tiempo promedio que emplea en desplazarse hacia la institución, transporte que usa para su desplazamiento, distrito de origen del desplazamiento, entre otras (ver apéndice 1).

Para su aplicación, se procedió a estimar cálculo de la muestra donde la población es finita y la variable cualitativa, para ello se utilizó la siguiente ecuación estadística (Aguilar, 2005)

$$n' = \frac{Z^2 * N * pq}{(N - 1)e^2 + Z^2 * p * q} \quad (6)$$

Donde:

n' : Tamaño muestral

N : Tamaño poblacional

Z : Nivel de confianza (1,96 para un 95% de confianza)

p : Proporción de ocurrencia esperada (0,5 cuando no se conoce)

q : Proporción de no ocurrencia esperada (1-p)

e<sup>2</sup> : Precisión o error muestral (0,05)

El tamaño de la muestra se calculó con un nivel de confianza de 95% y un error de 5%. Al reemplazar los valores en la ecuación 6, se tiene los siguientes resultados.

Tabla 9. Tamaño de muestra del personal de la institución

<b>Personal – Autoridad Regional Ambiental</b>	<b>Tamaño de población</b>	<b>Tamaño de muestra</b>
Área de administración	14	
Área de asesoría legal	5	
Dirección Ejecutiva de Gestión Territorial - DEGT	15	
Dirección Ejecutiva de Gestión Estratégica Ambiental - DEGEA	9	74
Dirección Ejecutiva de Administración y Conservación de los Recursos Naturales - DEACRN	48	
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>74</b>

En total se encuestó a 74 personas que brindan sus servicios a la institución. De acuerdo con la información recolectada en las encuestas, la distancia recorrida por el personal se calculó mediante la herramienta Google Maps, y luego se multiplicó por el factor de emisión (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> Y N<sub>2</sub>O) según el tipo de vehículo utilizado (ver tabla 10).

Tabla 10. Factores de emisión de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por tipo de vehículo

<b>Medio de Transporte</b>	<b>Unidad</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub></b>	<b>Kg CH<sub>4</sub></b>	<b>Kg N<sub>2</sub>O</b>	<b>Kg CO<sub>2</sub>-e</b>
Motocicleta	Km	0.08248	0.00185	0.00030	0.08463
Mototaxi	Km	0.10012	0.00238	0.00060	0.10310
Auto prom. a gasolina	Km	0.15211	0.00001	0.00132	0.15344
camina	Km	0,0	0,0	0,0	0,0

Fuente: DEFRA, 2018.

Para finalmente, estimar la emisión total de GEI generado por transporte del personal hacia la institución a través de la siguiente ecuación:

$$OEI_t = DR_i \left( \frac{FE_{CO_2} \times PCG_{CO_2}}{10^9} + \frac{FE_{CH_4} \times PCG_{CH_4}}{10^9} + \frac{FE_{N_2O} \times PCG_{N_2O}}{10^9} \right) \quad (7)$$

Donde:

$OEI_t$  : Otras emisiones indirectas de GEI por transporte Casa - Trabajo

$DRI_i$  : Distancias recorridas por colaborador, en km (ida y vuelta).

$FE_{CO_2, CH_4, N_2O}$  : Factor de emisión de  $CH_4$  de vehículo en Kg  $CO_2, CH_4, N_2O$ /Km.

$PCG_{CO_2, CH_4, N_2O}$  : Factor de emisión de  $N_2O$  de vehículo en Kg $N_2O$ /Km.

### 3.2.2.7. Estimación de misión indirecta por transporte terrestre

Se determinó por medio de la revisión historial de autorizaciones de salida del personal. Para estimar la emisión de GEI se multiplicó la distancia recorrida por vehículo (KRV) con el factor de emisión “0.15344 Kg $CO_2$ /km” (DEFRA, 2018), esto se expresa en la siguiente ecuación.

$$\text{Total, de distancia recorrida} \times FE = GEI \text{ en t}CO_{2\text{-eq}}$$

### 3.2.2.8. Estimación de emisión de indirecta por transporte aéreo nacional

Se determinó por medio de la revisión historial de autorizaciones de salida del personal. Para estimar la emisión se multiplicó la distancia recorrida (KRV) con el factor de emisión (ver tabla 11), obteniendo así las emisiones de GEI expresadas en t $CO_{2\text{-eq}}$ , mediante la siguiente ecuación:

Tabla 11. Intervalo de distancias - Factor de emisión

< 500 km >	500 -1 600 km>	> 1600 km
0,15	0,12	0,11

Fuente: MINAM, 2015.

$$OEI_{ta} = \text{Total de distancia recorrida} \times FE \quad (9)$$

### 3.2.2.9. Estimar el total de emisiones de la Autoridad Regional Ambiental

Las emisiones totales de gases efecto invernadero de la institución se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ET = ED + EI + EOI \quad (10)$$

Dónde:

- ET : Emisiones totales de GEI, en tCO<sub>2</sub>-eq.  
ED : Emisiones directas de GEI, tCO<sub>2</sub> (Alcance 1)  
EI : Emisiones indirectas CO<sub>2</sub>-eq (Alcance 2).  
OEI : Otras emisiones indirectas de GEI, en tCO<sub>2</sub>-eq (Alcance 3)

### 3.2.2.10. Propuestas de estrategias de reducción y compensación

#### 3.2.2.10.1. Estrategias de reducción

De acuerdo con el análisis de los resultados, se establecieron alternativas de reducción de emisiones directas (alcance 1) e indirectas (alcance 2 y 3) de GEI. Teniendo en cuenta las proyecciones de la situación institucional y algunos criterios de viabilidad, estas estrategias se propusieron considerando factores:

**Económicos:** Las propuestas fueron evaluadas de acuerdo con la capacidad de inversión y proyección de la institución.

**Ambiental:** Las propuestas se evaluaron de acuerdo con los beneficios ambientales que contribuyen con la reducción y compensación.

**Tiempo:** Las propuestas de implementación se realizó en función a los objetivos de reducción y compensación.

#### 3.2.2.10.2. Propuesta de compensación

La propuesta de compensación de emisión de GEI se realizó en base a una plantación de la especie Bambú o Guayaquil (*Guadua angustifolia*). Para la selección de la especie se consideró las siguientes características: cantidad de fijación de CO<sub>2</sub>/ha, ciclo de vida y condiciones de manejo. Cruz 2009, menciona que el Bambú es una especie de uso forestal con buenas especialidades para reforestación dentro de los mecanismos de desarrollo limpio – MLD. Además, presenta una alta tasa de crecimiento que garantiza una captura permanente de CO<sub>2</sub>, debido a su rápido crecimiento y fija grandes cantidades de carbono atmosférico y sobre todo sé que regeneran, por lo que garantiza captura permanente de CO<sub>2</sub>. Para la estimación de la captura de carbono en plantaciones *Guadua angustifolia*, se tomó como información referencial la investigación realizada por Cruz (2009). La **Tabla 12** muestra la cantidad de fijación de CO<sub>2</sub> promedio y acumulado de una plantación en una hectárea con distanciamiento de 6 x 6m, con una densidad poblacional de 278 cepas/ha, los cuales albergaron 31 136 tallos/ha en 7 años.

Tabla 12. Carbono y dióxido de carbono fijado/acumulado en una plantación de Bambú (*Guadua Angustifolia*)

Edad (año)	Raíz	Rizoma	Tallo	Hoja caulinar	Rama	Hoja	Total, de carbono fijado t/ha	Promedio acumulado por año t/ha	Total, CO <sub>2</sub> Fijado t/ha
1	0,15	0,26	0,64	0,10	0,21	0,06	1,42	1,42	5,21
2	0,71	0,46	1,99	0,18	0,86	0,25	4,45	2,22	16,32
3	1,25	2,05	8,60	0,38	3,53	0,85	16,66	5,55	61,09
4	1,55	6,92	21,98	0,85	10,64	2,46	44,40	11,10	162,80
5	2,79	9,16	48,29	1,84	12,56	3,85	78,49	15,70	287,80
6	4,56	19,80	70,79	5,43	17,07	7,02	124,67	20,78	457,12
7	7,44	23,50	80,81	6,27	23,66	8,20	149,88	21,41	549,56

Fuente: Cruz, 2009.

Se propone implementar la plantación de la especie a través de los proyectos de reforestación con Bambú que el Gobierno Regional San Martín viene implementando a nivel de la región. Es así que, los responsables de implementar las propuestas de reducción y compensación estará a cargo de las partes involucradas de la Autoridad Regional Ambiental.

### 3.2.2.11. Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación de la presente investigación es básico o pura; por que busca amplificar la base teórica para otros tipos de investigación (Arias y Covino, 2021). Presenta un nivel de investigación descriptivo, pues la información obtenida servirá como base para posteriores estudios que requieran un mayor grado de profundización (Canales *et al.*, 2004).

### 3.2.2.12. Variable

El presente estudio de investigación presenta una variable (Jacobo *et al.*, 2012), siendo: la cantidad de dióxido de carbono tCO<sub>2</sub>-eq la variable identificada.

## IV. RESULTADO y DISCUSIÓN

### 4.1. Identificación de fuentes de emisión de gases efecto invernadero

La tabla 13, muestra las fuentes de emisión directa e indirecta de gases efecto invernadero identificadas en la institución; así como también los límites organizacionales y operacionales.

Tabla 13. Fuentes directas e indirectas de emisión de GEI

Límites organizacionales	Límites operacionales	Descripción
<b>Enfoque de control</b>	<b>Emisión directa</b>	Combustible tipo diésel 2 y B5, gasolina de 80 y 90 octanos.
	<b>Emisión indirecta</b>	Energía eléctrica
	<b>Otras emisiones indirectas</b>	Consumo de agua
		Consumo de papel
		Transporte personal casa – trabajo
		Transporte terrestre
	Trasporte aéreo	

Frohmann y Olmos (2013), menciona que la determinación de las fuentes de emisión depende de las características de la institución que quiere efectuar la medición, pues cobra mayor relevancia uno u otro de estos tres niveles de cobertura. Constatando con la investigación, esto se verifica, pues las fuentes de emisión, están relacionados directamente a los procesos que realiza la institución, es decir a mayor uso de los recursos, mayor será la emisión de GEI, independientemente del tipo de emisión directa e indirecta.

### 4.2. Emisión directa de gases efecto invernadero por consumo de combustibles

#### 4.2.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017

El principal combustible consumido en el año 2017 fue el diésel 2 con un total de 3 498 galones, por tanto, fue el combustible que más CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O emitió a la atmosfera, con 31,39 y 0,51 ton respectivamente, por el contrario, el combustible que más contribuyó con la emisión de CH<sub>4</sub> fue la gasolina de 90 octanos con 0,15 toneladas. Estos dos combustibles son los que generaron mayor cantidad de emisión de GEI con un total de 31,93 y 11,57 tCO<sub>2</sub>-eq. En efecto, el año 2017, la Autoridad Regional Ambiental emitió un total de 43,69 t CO<sub>2</sub>-eq.

Tabla 14. Emisiones de gases efecto invernadero por consumo de combustible – 2017

Combustible	tCO <sub>2</sub>	tCO <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> -eq
84 octanos	0,17	0,00	0,00	
90 octanos	11,30	0,11	0,16	43,69
Diésel 2	31,39	0,03	0,51	
Diésel B5	0,00	0,00	0,00	

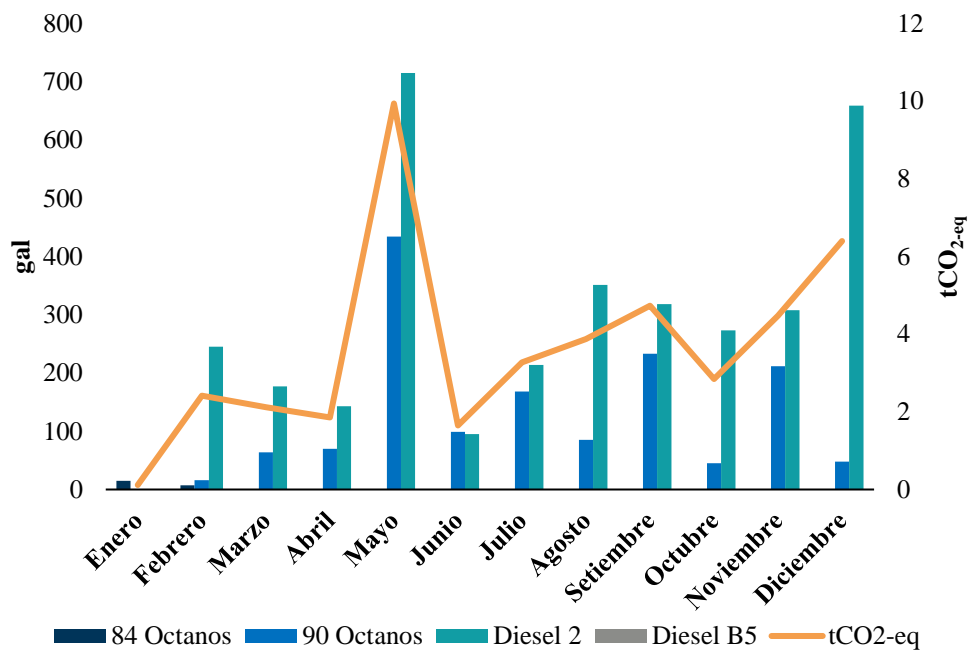


Figura 5. Consumo de combustible (2017) en relación con la emisión de gases de efecto invernadero

El año 2017, se emitió un total de 42,86; 0,15 y 0.68 toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Estos resultados indican que las emisiones de CO<sub>2</sub> por fuentes móviles en unidades de CO<sub>2</sub> son mayores a las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, debido a que los factores de emisión del CO<sub>2</sub> son mayores al CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; también se observa, que las emisiones de CH<sub>4</sub> son aproximadamente iguales a las emisiones de N<sub>2</sub>O a excepción de los vehículos que usan Diesel 2, esto sucede porque los factores de emisión son iguales. Por tanto, se indica que los resultados obtenidos son coherentes, pues el consumo de combustible está directamente relacionado a los factores de emisión, pues, a mayor consumo mayor será la cantidad emitida de CO<sub>2</sub>-eq.

**4.2.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018**

El principal combustible consumido en el año 2018 fue la gasolina 90 octanos con un total de 3 058 galones, por tanto, fue el combustible que más CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> emitió a la atmósfera, con 23,46 y 0,23 toneladas respectivamente, por el contrario, el combustible que más contribuyó con la emisión de N<sub>2</sub>O fue el diésel 2 con 0,36 toneladas. Estos dos combustibles son los que generaron mayor cantidad de emisión de GEI con un total de 24,03 y 22,68 toneladas de CO<sub>2</sub>-eq. En efecto, el año 2018, la ARA emitió un total de 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq.

Tabla 15. Consumo de gases efecto invernadero por consumo de combustible, año 2018

Combustible	tCO <sub>2</sub>	tCH <sub>4</sub>	tN <sub>2</sub> O	Total
84 octanos	1,66	0,02	0,02	
90 octanos	23,46	0,23	0,34	49,42
Diésel 2	22,30	0,02	0,36	
Diésel B5	0,99	0,00	0,02	

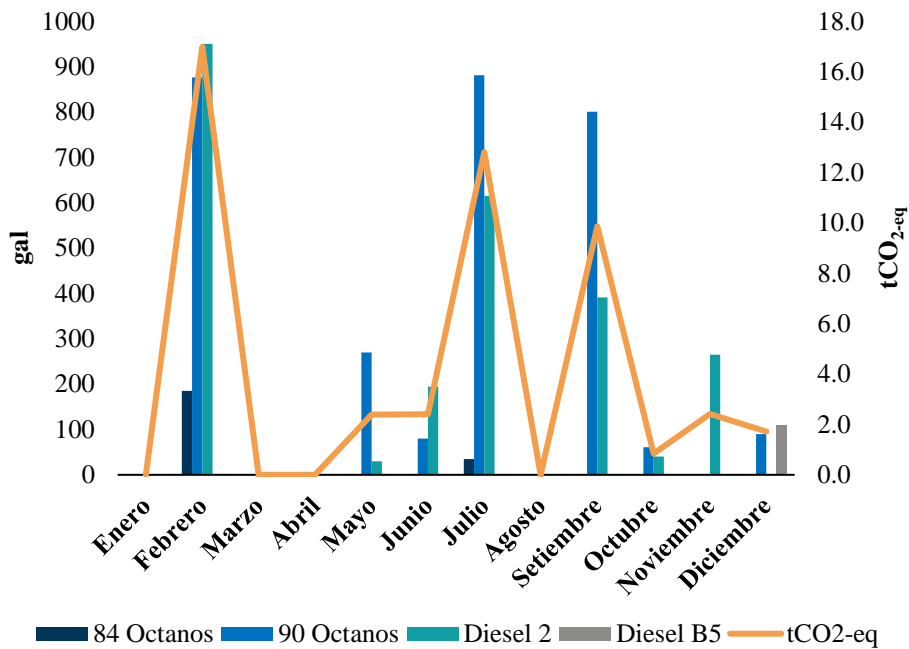


Figura 6. Consumo de combustible (2018) en relación a la emisión de gases efecto invernadero

El año 2018, se emitió un total de 49,41; 0,28 y 0,74 toneladas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Estos resultados indican que las emisiones de CO<sub>2</sub> por fuentes móviles en unidades de CO<sub>2</sub> son mayores a las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, debido que los factores de emisión del CO<sub>2</sub> son mayores

al CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O; también se observa, que las emisiones de CH<sub>4</sub> son aproximadamente iguales a las emisiones de N<sub>2</sub>O, esto sucede porque los factores de emisión son iguales. Por lo que, se indica que los resultados obtenidos son coherentes, pues el consumo de combustible está directamente relacionado a los factores de emisión, pues, a mayor consumo mayor será la cantidad emitida de CO<sub>2</sub>-eq.

#### 4.2.3. Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018

En la figura 7, se muestra el consumo y las emisiones correspondientes para los combustibles usados, gasolina 84 y 90 octanos, diésel 2 y B5 para ambos años estudiados. Se observa que la mayor emisión de GEI fue producida por el diésel 2 en 2017 y gasolina 90 octanos en el 2018, debido a que fue el más empleado. En el año 2018 se registró la mayor emisión con 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq.

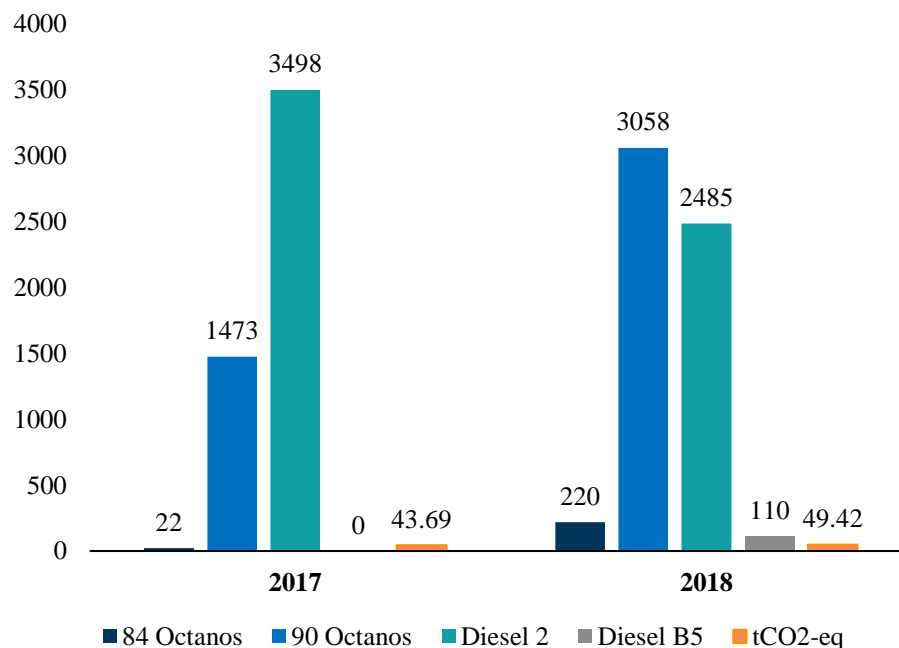


Figura 7. Distribución de consumo de combustible respecto a los años 2017 y 2018

Las emisiones de GEI por consumo combustible (2017 y 2018) suma un total de 93,11 tCO<sub>2</sub>-eq, Respecto con la emisión de los dos años de estudio, existe una diferencia de 5,730 tCO<sub>2</sub>-eq en la cantidad de emitida, pues el año 2017 y 2018 se generó 43,69 y 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq respectivamente. Esta diferencia, se debe al tipo y cantidad de combustible usado en cada año.

Las emisiones de GEI generados en el 2017 y 2018 es de 43,69 y 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq. De acuerdo con estudios de reporte de huella de carbono por fuentes directas de combustión móvil de instituciones que cumplen funciones similares a la entidad estudiada, tenemos que el MINAM en el año 2009 generó 56,80 tCO<sub>2</sub>-eq (MINAM, 2010b), el Gobierno Regional Cajamarca generó 43,31 tCO<sub>2</sub>-eq, El OEFA 64,82 tCO<sub>2</sub>-eq y del MINAM 125,26 tCO<sub>2</sub>-eq (MINAM, 2020). Comparando estos resultados, se indica que existe una diferencia insignificante (0,38 tCO<sub>2</sub>-eq) y significativa (6,11 tCO<sub>2</sub>-eq) entre la institución estudia y el GRC respecto a cada año estudiado (2017 y 2018), en contrastes a las otras instituciones, existe una diferencia muy significativa para ambos años. Esta diferencia significativa y muy insignificante, se debe a una serie de factores que influyen directamente con la emisión de GEI, factores como: total de flota vehicular institucional, tipo de combustible empleado, distancia recorrida (ámbito geográfico local, distrital, provincial y nacional), entre otros.

### 4.3. Emisión directa de gases efecto invernadero por consumo de energía eléctrica

#### 4.3.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017

El año 2017, se consumió un total de 33 175 kW.h de energía eléctrica, en efecto se generó un total de 21,87 tCO<sub>2</sub>-eq/kW.h, registrándose como mayor consumo el mes de mayo, y como resultado, fue el mes que más cantidad de GEI se emitió con 2,14 tCO<sub>2</sub>-eq/kW.h.

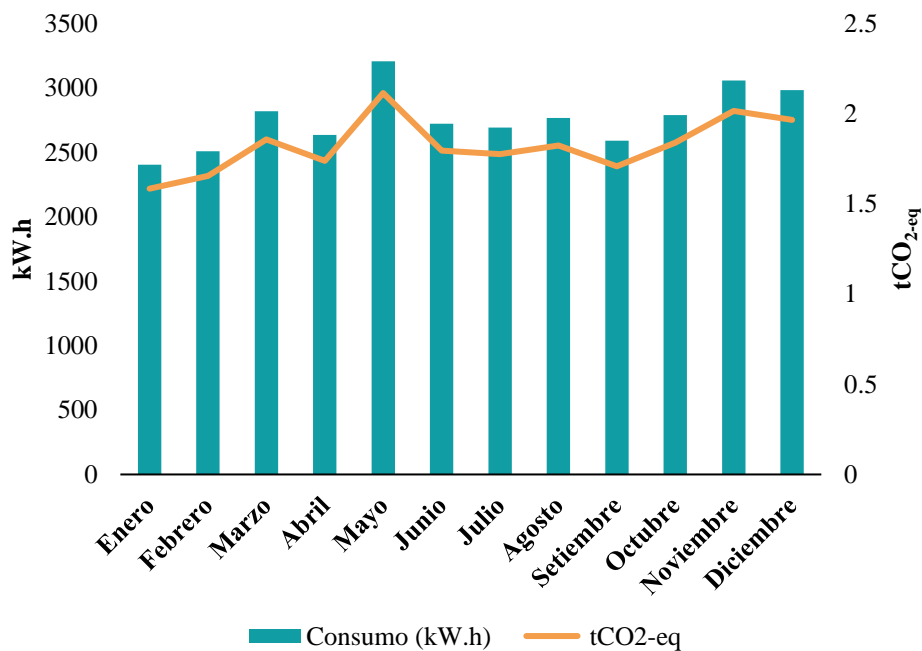


Figura 8. Consumo de energía (2017) en relación con la emisión de gases efecto invernadero

#### 4.3.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018

El año 2018, se consumió un total de 34 133 kW.h de energía, en efecto se generó un total 22,50 tCO<sub>2</sub>-eq, registrándose el mes de abril con mayor consumo, y como resultado, fue el mes que más cantidad de gases efecto invernadero emitió a la atmosfera con 2,01 tCO<sub>2</sub>-eq.

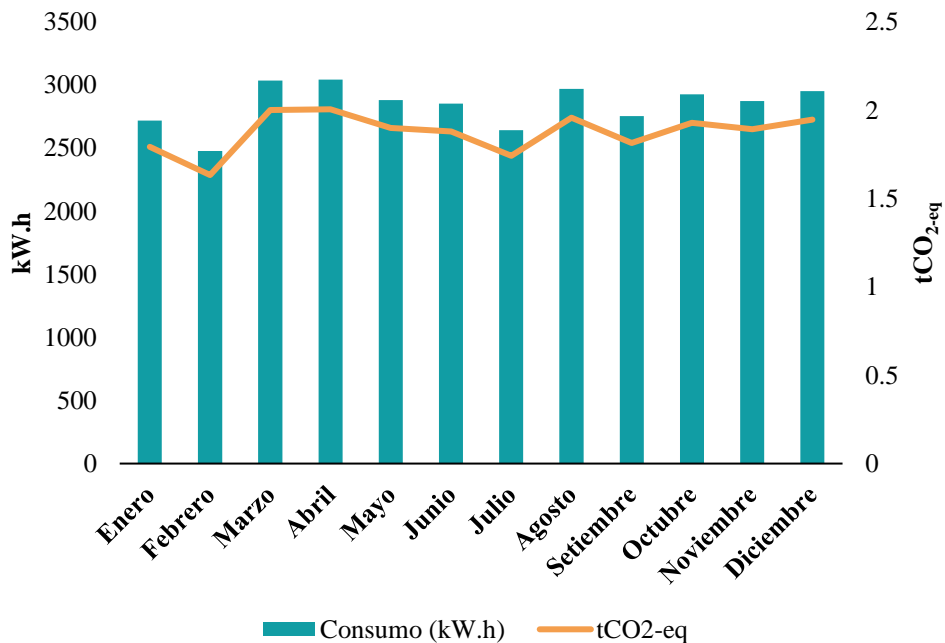


Figura 9. Consumo de energía (2018) en relación con la emisión de gases efecto invernadero

#### 4.3.3. Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018

La figura 10, muestra el consumo de energía eléctrica y la estimación GEI por año estudiado, generándose así, en el año 2018 la mayor cantidad con un total de 22,50 tCO<sub>2</sub>eq.

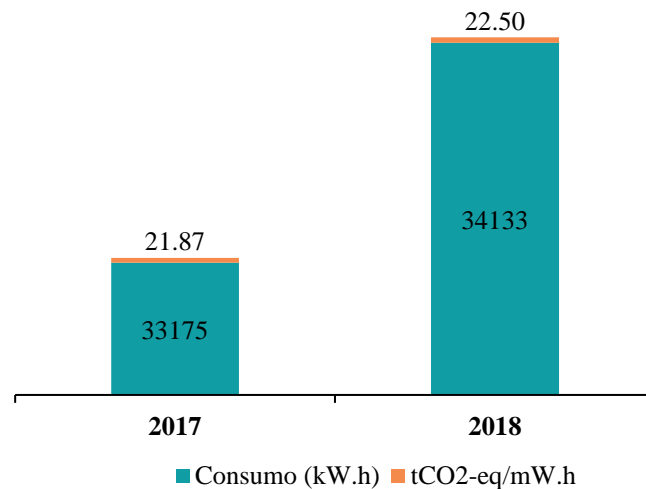


Figura 10. Distribución de consumo de energía eléctrica respecto a los años 2017 y 2018

La emisión de gases efecto invernadero por consumo de energía eléctrica 2017 y 2018 suma un total de 44,38 tCO<sub>2-eq</sub>/kW.h. Respecto a la emisión de los dos años de estudio, no hay mucha diferencia en la cantidad de GEI generados, pues el año 2018 y 2017 se generó 22,50 tCO<sub>2-eq</sub>. y 21,87 tCO<sub>2-eq</sub> respectivamente. Esta pequeña diferencia de 0,06 tCO<sub>2-eq</sub>/kW.h, muestra que las medidas de ecoeficiencia que está aplicando la institución viene dando buenos resultados, a pesar que el año 2018 hubo mayor personal profesional en comparación al año 2017. Por lo que, se indica que las medidas de ecoeficiencia aplicadas en la institución intervienen directamente en el ahorro del consumo de energía eléctrica y por ende en la emisión de GEI.

La emisión de GEI generado por cada año de estudio (2017 y 2018) es de 21,87 y 22,50 tCO<sub>2-eq</sub>. De acuerdo con los reportes de huella de carbono corporativa del año 2019 por fuentes indirectas por consumo de energía eléctrica, la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco emitió 35,46 tCO<sub>2-eq</sub>, la Municipalidad Provincial de Rioja generó 12,24 tCO<sub>2-eq</sub>, la Municipalidad Provincial de Arequipa 35,15 tCO<sub>2-eq</sub> y el Gobierno Regional Cajamarca 29,97 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020). Comparando los resultados obtenidos con instituciones que cumplen funciones administrativas similares a la entidad estudiada, se indica, que la emisión de GEI por consumo de electricidad de la ARA es inferior a instituciones que realizan funciones a nivel distrital y provincial (MDSS – 35 tCO<sub>2-eq</sub> y MPA – 35,15 tCO<sub>2-eq</sub>) e incluso a nivel regional (GRC – 29,97 tCO<sub>2-eq</sub>) a excepción de la Municipalidad Provincial de Rioja que generó 12,24 tCO<sub>2-eq</sub>. por lo que se indica que la emisión de GEI por consumo de electricidad se encuentra en un rango aceptable, debido a que existe una diferencia muy significativa entre los resultados. Esta diferencia en la cantidad emitida de CO<sub>2-eq</sub>, se debe la influenciada directa de las medidas de coeficiencia aplicadas en toda la institución. Los cuales repercuten de manera directa en la emisión de GEI.

#### **4.4. Emisión indirecta de gases efecto invernadero por consumo de agua**

##### **4.4.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017**

El año 2017, se consumió un total de 2 130 m<sup>3</sup> de agua, en efecto se generó un total de 1,07 tCO<sub>2-eq</sub>/m<sup>3</sup>, registrándose el mayor consumo el mes de diciembre, en efecto fue el mes que más gases efecto gases invernadero emitió a la atmósfera con 0,24 tCO<sub>2-eq</sub>/m<sup>3</sup>.

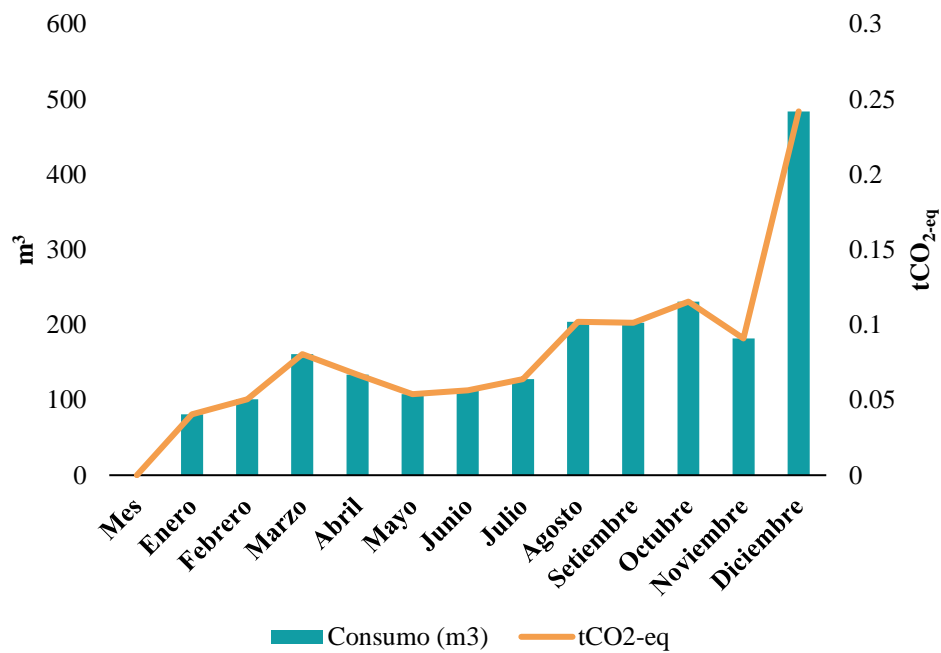


Figura 11. Consumo de agua (2017) en relación con la emisión de gases efecto invernadero

#### 4.4.2. Emisión de gases efecto inventario 2018

El año 2018, se consumió un total de 2 014 m<sup>3</sup> de agua, en efecto se generó un total de 1,01 tCO<sub>2</sub>-eq/m<sup>3</sup>, registrándose el mayor consumo el mes de octubre, en efecto, fue el mes que más gases efecto gases invernadero emitió a la atmósfera con 0,148 tCO<sub>2</sub>-eq/m<sup>3</sup>.

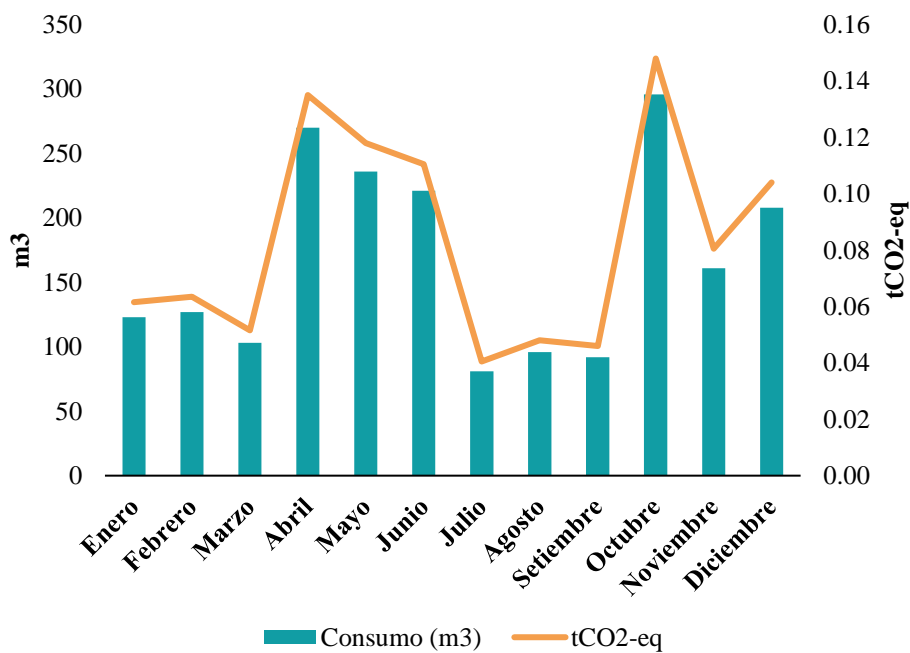


Figura 12. Consumo de agua (2018) en relación con la emisión de gases efecto invernadero

#### 4.4.3. Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018

En la figura 13, se muestra el consumo de agua y la estimación de GEI por año estudiado, generándose así, en el año 2017 la mayor cantidad con un total de 1,07 tCO<sub>2-eq</sub>/m<sup>3</sup>.

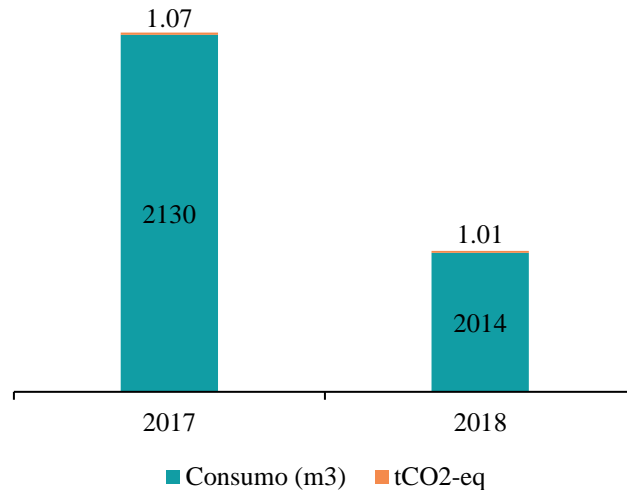


Figura 13. Distribución de consumo de agua respecto a los años 2017 y 2018

Las emisiones de GEI por consumo de agua 017 y 2018 suma un total de 2,07 tCO<sub>2-eq</sub>/m<sup>3</sup>. Respecto a la emisión de los dos años de estudio, no hay mucha diferencia en la cantidad de GEI generados, pues el año 2017 y 2018 se generó 1,07 tCO<sub>2-eq</sub> y 1,01 tCO<sub>2-eq</sub> respectivamente. Esta pequeñísima diferencia de 0,06 tCO<sub>2-eq</sub>/m<sup>3</sup>, muestra que las medidas de ecoeficiencia que está aplicando la institución viene dando buenos resultados, a pesar que el año 2018 hubo mayor personal profesional en comparación al año 2017. Por lo que, se indica que las medidas de ecoeficiencia aplicadas están directamente relacionadas al ahorro del consumo de agua y por ende en la emisión de gases efecto invernadero.

Las emisiones de GEI generados en cada año de estudio (2017 y 2018) es de 1,07 y 1,01 tCO<sub>2-eq</sub>. De acuerdo con los reportes de Huella de Carbono corporativa por fuentes indirectas por consumo de agua; en el año 2009 el MINAM generó 1.31 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2010b) y el 2019 el Gobierno Regional Cajamarca emitió 1,34 tCO<sub>2-eq</sub>, la Municipalidad Provincial de Arequipa generó 1,06 tCO<sub>2-eq</sub>, la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco 1,70 tCO<sub>2-eq</sub> y el SERFOR 1,46 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020). Comparando los resultados obtenidos con instituciones que cumplen funciones administrativas similares a la entidad estudiada, se indica que la emisión de GEI por consumo de agua se encuentra en un rango aceptable, debido a que existe una diferencia insignificativa entre los resultados. Esta pequeña cantidad de GEI

emitidos por la ARA, está influenciada directamente con las medidas de eficiencia aplicadas en la institución.

#### 4.5. Emisión indirecta de gases efecto indirecto por consumo de papel

##### 4.5.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017

El año 2017, se consumió un total de 187 millares de papel que representan un total de 898,88 kg, en efecto, se generó un total de 1,65 tCO<sub>2</sub>-eq/kg, registrándose el mayor consumo en el mes de mayo, y como resultado, fue el mes que más cantidad de gases efecto invernadero emitió a la atmosfera con un total de 0,23 tCO<sub>2</sub>-eq/kg.

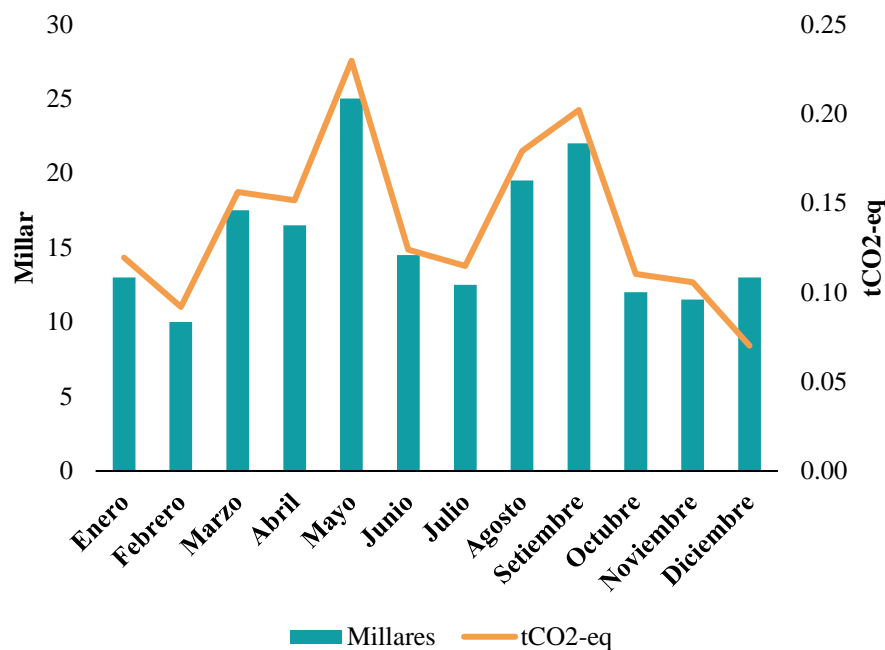


Figura 14. Consumo de papel 2017, en relación con la emisión de gases efecto invernadero

##### 4.5.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018

El año 2018, se consumió un total de 157 millares de papel que representan un total de 780,93 kg, en efecto, se generó un total de 1,44 tCO<sub>2</sub>-eq/kg, registrándose el mayor consumo en el mes de mayo, y como resultados, fue el mes que más cantidad de gases efecto invernadero emitió a la atmosfera con un total de 0,40 tCO<sub>2</sub>-eq.

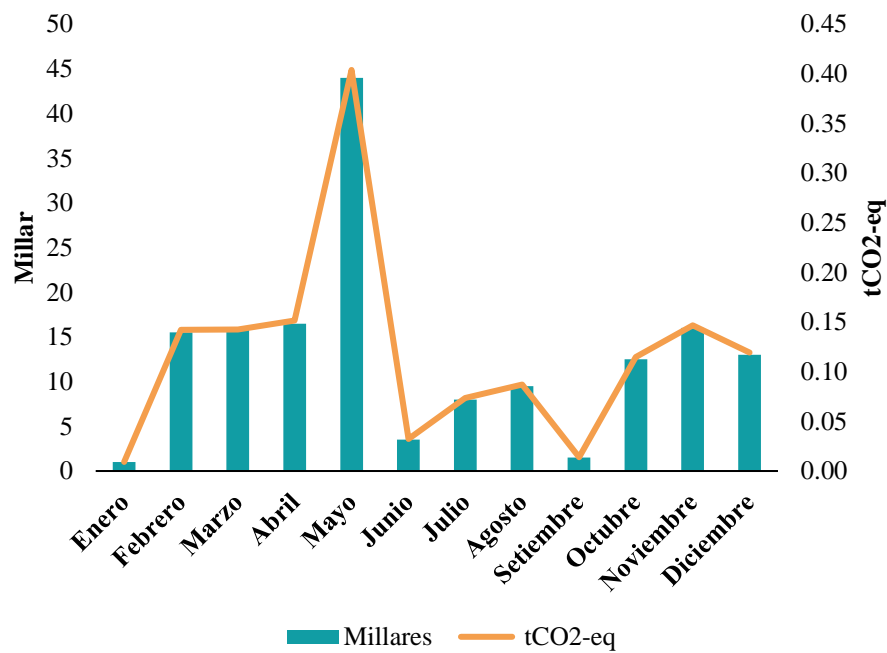


Figura 15. Consumo de papel 2018, en relación con la emisión de gases efecto invernadero

#### 4.5.3. Emisiones de gases efecto invernadero 2017 y 2018

La figura 16, muestra el consumo de papel y la emisión de GEI por año estudiado, asimismo se observa que la mayor emisión fue generada el año 2017 con un total de 1,65 tCO<sub>2</sub>eq.

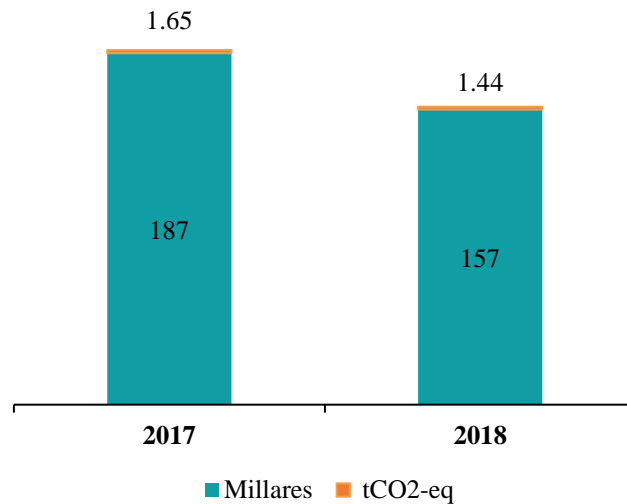


Figura 16. Distribución de consumo de papel respecto a los años 2017 y 2018

Las emisiones de GEI por consumo de papel 2017 y 2018 suma un total de 3,09 tCO<sub>2</sub>eq. Respecto a la emisión de los dos años de estudio, no hay mucha diferencia en la cantidad de GEI generados, pues el año 2017 y 2018 se generó 1,65 tCO<sub>2</sub>-eq y 1,44 tCO<sub>2</sub>-eq respectivamente.

Esta pequeñísima diferencia de (0.22 tCO<sub>2</sub>-eq), muestra que las medidas de ecoeficiencia que está aplicando la institución viene dando resultados, a pesar que el año 2018 hubo mayor personal profesional en comparación al año 2017. Por tanto, se indica que las medidas de ecoeficiencia aplicadas están directamente relacionadas al ahorro de papel y por ende a las emisiones de GEI.

Las emisiones de GEI generados en cada año de estudio (2017 y 2018) es de 1,65 y 1,44 tCO<sub>2</sub>-eq. De acuerdo con los reportes de Huella de Carbono Corporativa por fuentes indirectas de consumo de papel, en el año 2019 la Municipalidad Distrital de Santiago de Surco generó 7,44 tCO<sub>2</sub>-eq, la Municipalidad Provincial de Rioja emitió 2,95 tCO<sub>2</sub>-eq, la Municipalidad Provincial de Arequipa 19.91 tCO<sub>2</sub>-eq, el Gobierno Regional Cajamarca 4,03 tCO<sub>2</sub>-eq, el SERFOR 9,52 tCO<sub>2</sub>-eq y el MINAM 8,74 tCO<sub>2</sub>-eq (MINAM, 2020). Comparando los resultados obtenidos con instituciones que cumplen funciones administrativas similares a la entidad estudiada, se indica, que la emisión de GEI por consumo de papel de la ARA es inferior a instituciones que realizan funciones a nivel distrital y provincial (MDSS – 7,44 tCO<sub>2</sub>-eq, MPR – 2,95 tCO<sub>2</sub>-eq y MPA – 19,91 tCO<sub>2</sub>-eq) e incluso a nivel regional (GRC – 4,03 tCO<sub>2</sub>-eq) y por último también se encuentra por debajo de instituciones que brindan servicio a nivel nacional (SERFOR y MINAM), por tanto se indica que la emisión de GEI por consumo de papel se encuentra en un rango aceptable. Esta pequeña cantidad emitida de CO<sub>2</sub>-eq, se debe la influenciada directa de las medidas de coeficiencia aplicadas en toda la institución.

#### **4.6. Emisión indirecta de gases efecto invernadero por el transporte casa - trabajo**

El año 2018, la Autoridad Regional Ambiental generó un total de 0,036 CO<sub>2</sub>-eq/km a través del transporte del personal desde casa al trabajo. La distancia recorrida más alta corresponde al personal que se trasladó desde la ciudad de Rioja, distrito de Rioja, Provincia del mismo nombre, registrando un trayecto de 24,5 km, seguidamente por la distancia recorrida desde la ciudad de Soritor, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba con un trayecto de 23 km, y finalmente 12 km por cada recorrido del personal que se traslada desde los distritos de Yántalo y Calzada, ambos distritos pertenecen a la provincia de Moyobamba. Las distancias de menor recorrido son aquellas en la que el personal se desplaza desde la misma ciudad (Moyobamba) y sus alrededores, los cuales no registran un trayecto mayor de 3 km.

La movilidad más utilizada por el personal es la motocicleta (49%), seguidamente por el mototaxi (33%), el auto (10%) y el 8% que se desplaza a pie hacia la institución.

Tabla 16. Emisiones de gases efecto invernadero por transporte casa – trabajo, 2018

Vehículo	Trabajador	Distancia (km)	FE CO <sub>2</sub>	FE CH <sub>4</sub>	FE N <sub>2</sub> O	tCO <sub>2</sub> eq
Camina	7	5.849	0.000	0.000	0.000	0.000
Motocicleta	40	100.227	8.519	0.175	0.033	0.009
Mototáxi	27	97.998	9.812	0.233	0.059	0.010
Auto	8	114.630	17.436	0.001	0.151	0.018
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>318.704</b>	<b>35.766</b>	<b>0.410</b>	<b>0.243</b>	<b>0.036</b>

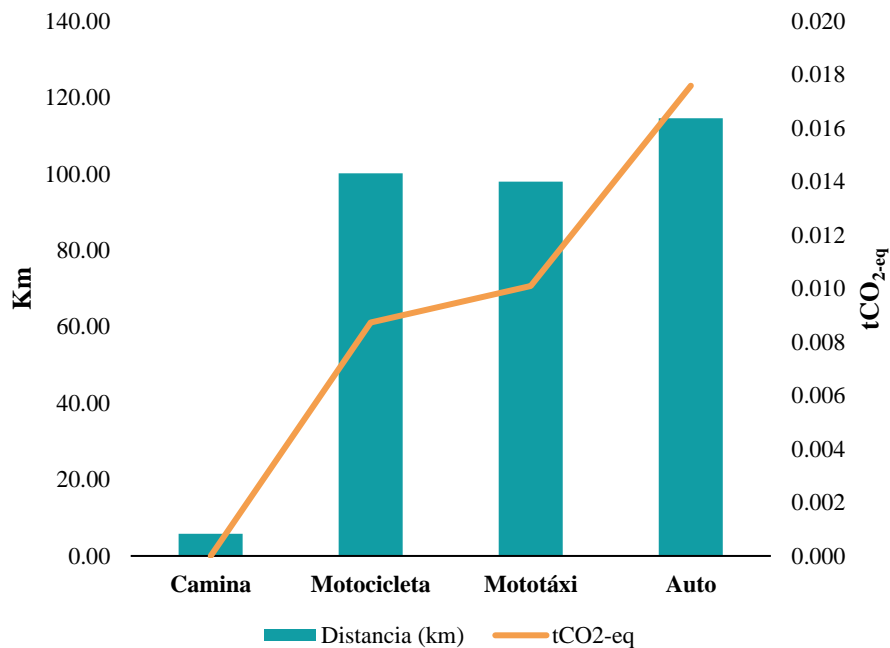


Figura 17. Emisión de gases efecto invernadero por transporte de la personal casa - trabajo

La emisión de gases efecto invernadero por transporte casa – trabajo generó 0,009, 0,010, 0,018 tCO<sub>2</sub>-eq por cada tipo de vehículo (motocicleta, mototaxi y auto) empleado, sumando un total de 0,036 tCO<sub>2</sub>-eq. Estos resultados, indican que los factores de emisión, tienen una relación directa con la distancia recorrida y el tipo de vehículo utilizado, pues a mayor distancia recorrida mayor será la generación de GEI. Estos resultados serían menores, si el personal que vive a 500 m a la redonda de la institución, se desplazará a pie, logrando así reducir el uso de motocicletas (vehículo más usado - tercera fuente de generación, superado por el

personal que hace uso de autos - tercer vehículo más usado, pues este personal se desplaza desde otros distritos hacia su lugar de trabajo y por el personal que hace uso de mototaxi – segunda fuente de emisión) y por ende la emisión de GEI

De acuerdo a los resultados emitidos por las instituciones a través de fuentes indirectas por transporte casa trabajo del personal, se tiene que en el año 2019 el MINAM generó 954,75 tCO<sub>2-eq</sub> y el OEFA emitió 893,55 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020), asimismo en el año 2020 la Municipalidad Distrital de Tambo, Provincia La Mar, Región Ayacucho emitió 0.34 tCO<sub>2-eq</sub> (Ayala y Cordero, 2021) y la institución estudiada generó 0.036 tCO<sub>2-eq</sub> en el año 2018. Contrastando los resultados entre la Municipalidad Distrital de Tambo (0,34 tCO<sub>2-eq</sub>) y la ARA (0.36 tCO<sub>2-eq</sub>), se indica que ambas instituciones guardan cierta relación en sus resultados, debido a que su personal se desplaza desde el mismo distrito u otros distritos aledaños que se encuentran máximo a 1 hora del distrito de Tambo y a 30 minutos de la ciudad de Moyobamba, a diferencia del MINAM y OEFA que son entidades que su sede central se ubica en la ciudad metropolitana del país y su personal se traslada desde distritos que se encuentran a más de 1 hora, por tanto los resultados respecto a la ARA tienen un diferencia muy significativa, pues el personal que se desplaza a su trabajo lo realiza desde cono a cono.

#### **4.7. Emisión indirecta de gases efecto invernadero por transporte terrestre**

##### **4.7.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017**

El año 2017, la Autoridad Regional Ambiental generó un total de 4,65 tCO<sub>2-eq</sub>/km a través de la salida del personal (transporte terrestre) al cumplimiento de sus funciones.

La distancia recorrida más larga corresponde al personal que se trasladó desde la ciudad de Moyobamba hacia el distrito de Uchiza, provincia de Tocache con un trayecto de 445,4 km. La ciudad más asistida por el personal fue la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín. La movilidad más utilizada por el personal en el año 2017 fue el auto. El mes que se registró con mayor salida del personal fue el mes de mayo, asimismo fue el mes que se generó mayor emisión de gases efecto invernadero con un total de 0,97 tCO<sub>2-eq</sub>/km.

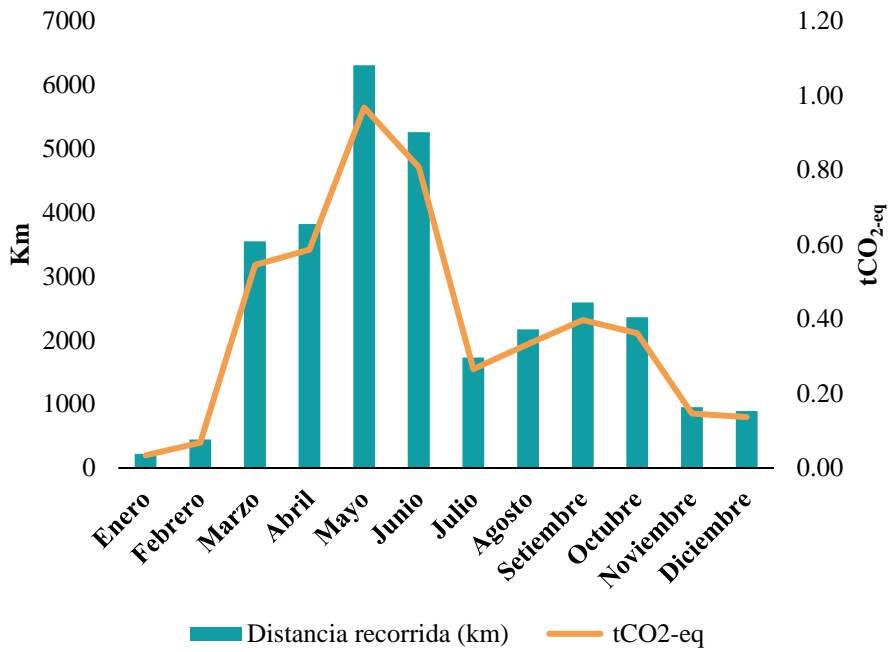


Figura 18. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte terrestre (2017)

**4.7.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018**

El año 2018, la Autoridad Regional Ambiental generó un total de 14,32 tCO<sub>2</sub>-eq/km, a través de la salida del personal (transporte terrestre) al cumplimiento de sus funciones.

La distancia recorrida más larga corresponde al personal que se trasladó desde la ciudad de Moyobamba hacia el distrito de Tayabamba, provincia de Patáz, departamento de la Libertad, con un trayecto de 868 km.

La ciudad más asistida por el personal fue la ciudad de Tarapoto, provincia de San Martín. La movilidad más utilizada por el personal en el año 2018 fue el auto. El mes que se registró con mayor salida del personal fue el mes de mayo, asimismo, fue el mes que se generó mayor emisión de gases efecto invernadero con un total de 2,19 tCO<sub>2</sub>-eq/km.

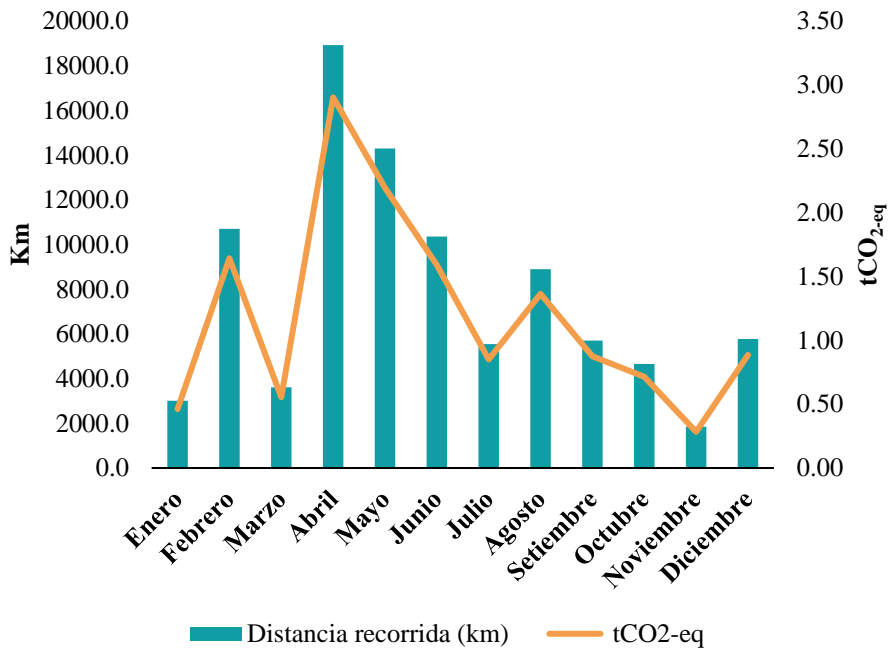


Figura 19. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte terrestre (2018)

**4.7.3. Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018**

En la figura 20, se muestra la distancia recorrida por transporte terrestre de los años 2017 y 2018, registrándose así que el año 2018, se realizó mayor intervención a nivel de la región San Martín, en efecto se generó una emisión total de 14,32 tCO<sub>2</sub>-eq.

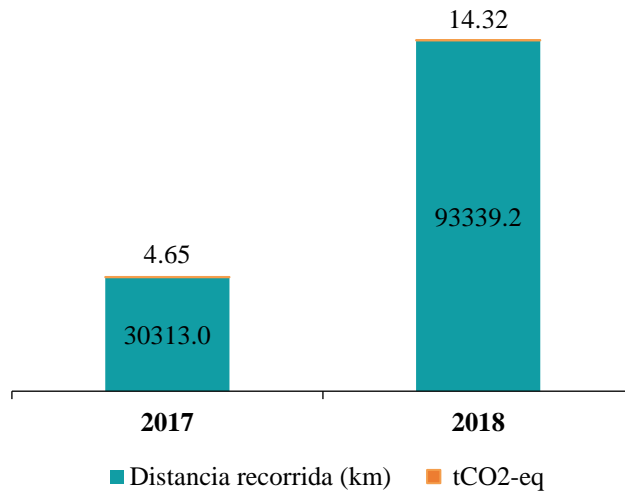


Figura 20. Distribución de transporte terrestre y emisión de GEI respecto al año 2017 y 2018

Las emisiones de gases efecto invernadero por transporte terrestre (2017 y 2018) suma un total de 18,97 tCO<sub>2</sub>-eq/km, Respecto con la emisión de los dos años de estudio, existe

una diferencia de 9,67 tCO<sub>2-eq</sub>/km en la cantidad de gases efecto invernadero generados, pues el año 2018 se generó 14,32 y en el 2017: 4,65 tCO<sub>2-eq</sub>. Esta diferencia, se debe al número de intervenciones nivel local, distrital, provincial y regional por parte del personal, pues este factor influye directamente en la emisión GEI, es decir a mayor intervención profesional en los diferentes ámbitos geográficos de la región, mayor será la emisión en tCO<sub>2-eq</sub>/km.

Las emisiones de GEI generados en cada año de estudio (2017 y 2018) por transporte terrestre es de 14,32 y 4,65 tCO<sub>2-eq</sub>. Comparando con la Huella de Carbono corporativa en el año 2009 por fuentes indirectas por transporte terrestre, el MINAM emitió 42,99 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2010b), y en el año 2019 el OEFA emitió 66,07 y el MINAM generó 47,02 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, 2020), estos resultados presentan una diferencia muy significativa entre las dos instituciones, debido factores como el ámbito geográfico de intervención local, distrital, provincial y regional, el tipo de vehículo empleado y el número de intervenciones en su ámbito geográfico. Por tanto, todos estos factores influyen directamente en la emisión de GEI.

#### 4.8. Emisión indirecta de gases efecto invernadero por transporte aéreo nacional

##### 4.8.1. Emisión de gases efecto invernadero 2017

El año 2017, se generó un total de 0,44 tCO<sub>2-eq</sub>/km. La ciudad más asistida por el personal fue la ciudad de Lima con un recorrido de 618 km.

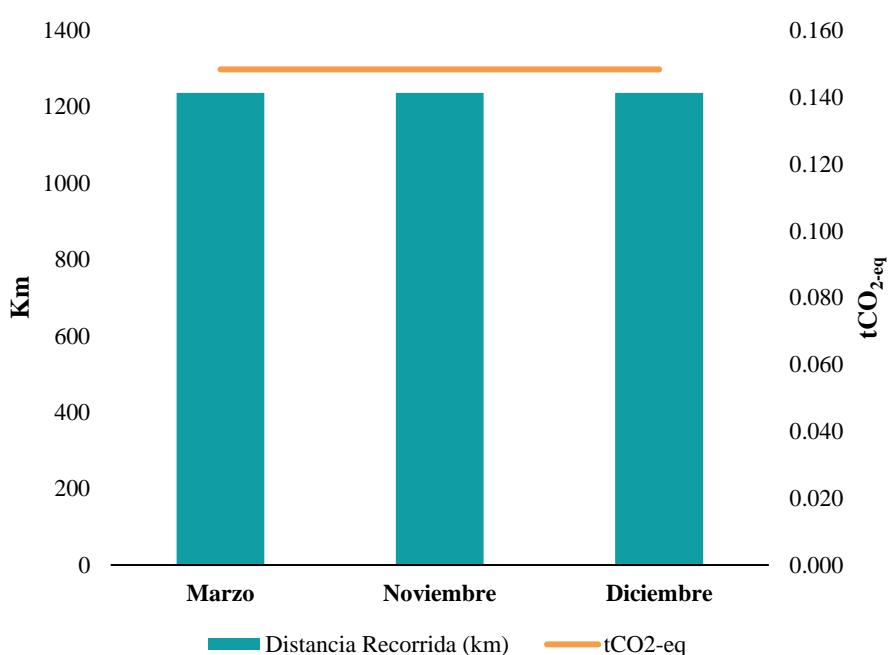


Figura 21. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte aéreo

### 4.8.2. Emisión de gases efecto invernadero 2018

El año 2018, se generó un total de 6,02 tCO<sub>2</sub>-eq/km por transporte aéreo. La ciudad más asistida, fue Lima con un recorrido de 618 km, y el vuelo más largo correspondió a la ciudad de Puerto Maldonado en la Región de Madre de Dios, con un recorrido de 858 km.

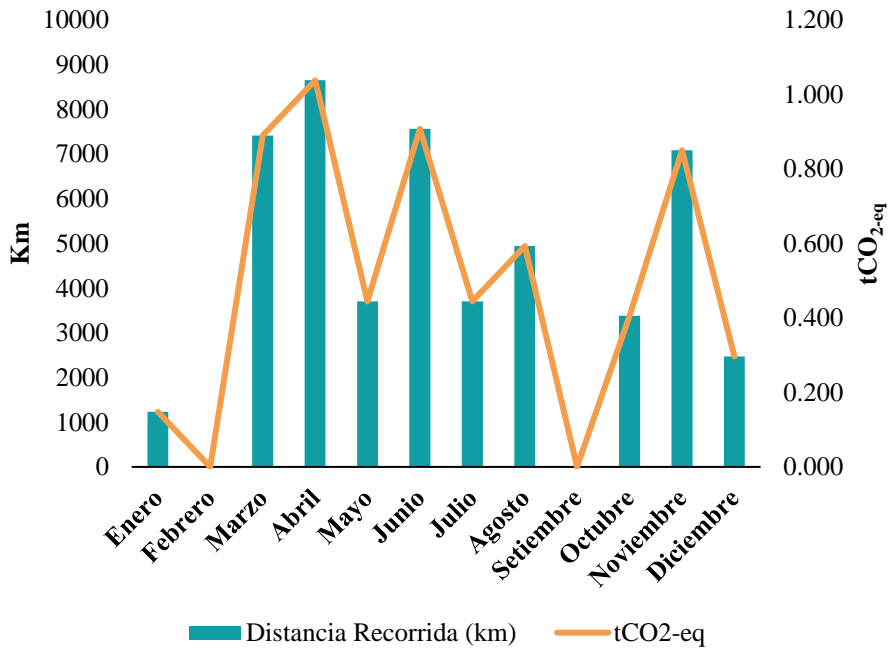


Figura 22. Total, de emisión de gases efecto invernadero por transporte aéreo

### 4.8.3. Emisión de gases efecto invernadero 2017 y 2018

En la figura 23, se muestra la distancia recorrida por transporte aéreo de los años 2017 y 2018, registrándose así que el año 2018 se realizó mayor desplazamiento con destino a la capital – Lima, en efecto se generó una emisión total de 6,02 tCO<sub>2</sub>-eq.

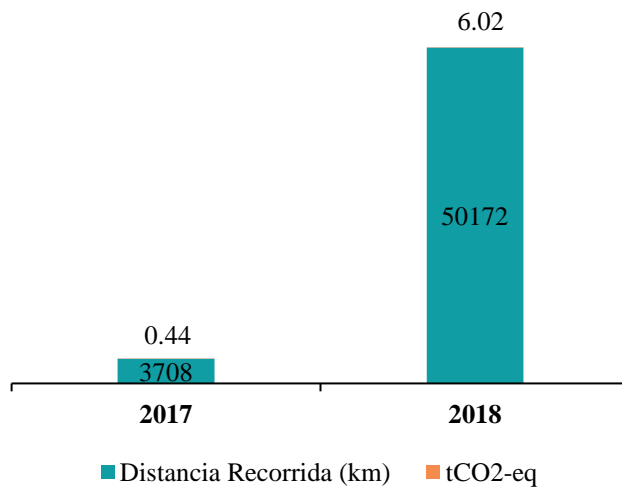


Figura 23. Distribución de distancia recorrida por transporte aéreo y emisión de GEI

Las emisiones de gases efecto invernadero por transporte aéreo nacional (2017 y 2018) suma un total de 6,46 tCO<sub>2-eq</sub>/km, Respecto con la emisión de los dos años de estudio, existe una diferencia de 5,58 tCO<sub>2-eq</sub>/km en la cantidad de GEI generados, pues el año 2018 y 2017 se generó 6,02 y 0,45 tCO<sub>2-eq</sub>/km respectivamente, pudiéndose constatar una vez más que los factores de emisión están relacionados directamente con la distancia recorrida y las veces que se trasladó el personal a la capital.

Las emisiones de GEI generados en cada año de estudio (2018 y 2017) por transporte aéreo es de 0,44 y 6,02 tCO<sub>2-eq</sub>. Comparando con la Huella de Carbono corporativa en el año 2009 por fuentes indirectas por transporte aéreo; el MINAM emitió 284,90 tCO<sub>2-eq</sub> (MINAM, (2010b), y en el año 2019 el OEFA generó 1 197,93 tCO<sub>2eq</sub> y el MINAM emitió 830,36 tCO<sub>2eq</sub> (MINAM, 2020), estos resultados presentan una diferencia muy significativa, debido a los factores que intervienen directamente en la emisión de GEI, como el número de intervenciones a nivel regional y nacional, número del personal a asistir y la distancia recorrida. Esta diferencia de datos se debe a que la ARA su destino representativo aéreo es de Tarapoto – Lima y viceversa y del MINAM y OEFA su destino es a nivel nacional.

#### 4.9. Emisión de gases efecto invernadero

En la Tabla 17, se aprecian los resultados de los gases efecto invernadero que generó la Autoridad Regional Ambiental durante los años 2017 y 2018. Cabe señalar, que este caso se consideraron las emisiones sobre las cuales la institución ejerce un factor de decisión – elección. Del mismo modo, esta generación de gases efecto invernadero representa la magnitud de las emisiones sobre las cuales la Autoridad Regional Ambiental tiene el control o sobre las cuales ejerce alguna influencia.

Tabla 17. Emisión de gases efecto invernadero de la Autoridad Regional Ambiental 2017 y 2018

Emisión de gases efecto invernadero	Año	
	2017	2018
Emisión por combustible	43,69	49,42
Emisión por energía eléctrica	21,87	22,50
Emisión por consumo agua	1,07	1,01

Emisión por consumo papel	1,65	1,44
Emisión por transporte casa trabajo	0,00	0,04
Emisión transporte terrestre	4,65	14,32
Emisión por transporte aéreo nacional	0,44	6,02
<b>Total</b>	<b>73,38</b>	<b>94,75</b>

En función de las fuentes de emisión de gases efecto invernadero del año 2017 y 2018, se distribuyeron de la siguiente manera (Ver figura 24).

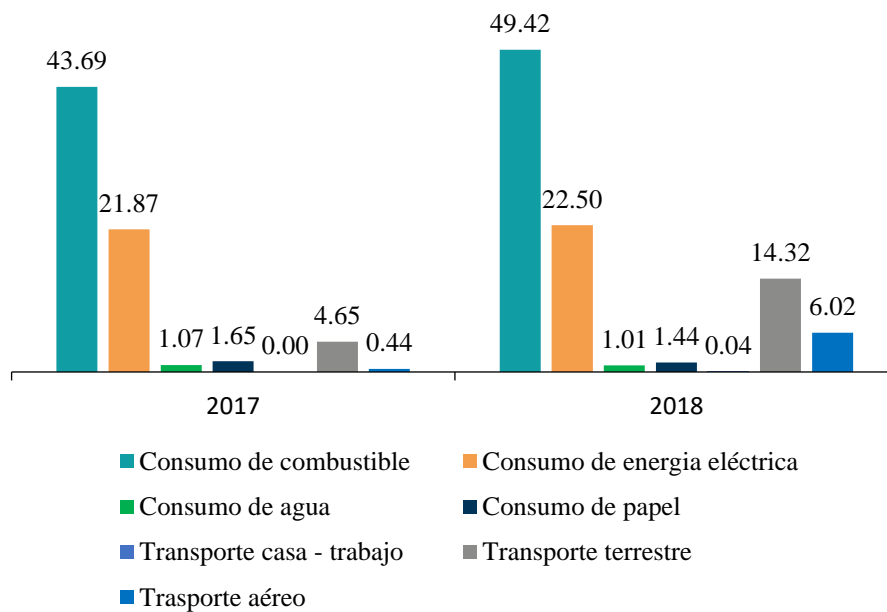


Figura 24. Distribución de gases efecto invernadero por fuentes respecto a los años 2017 y 2018

En función a los alcances o emisiones de gases efecto invernadero de los años 2017 y 2018, las emisiones de gases efecto invernadero se distribuyeron de la siguiente manera:

**2017:** El 59% del alcance 1, representa un total de 43,69 tCO<sub>2</sub>-eq, el 30% del alcance 2 representa un total de 21,87 tCO<sub>2</sub>-eq y el 11% del alcance 3 representa un total de 7,82 tCO<sub>2</sub>-eq (ver figura 18).

**2018:** El 52% del alcance 1, representa un total de 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq, el 24% del alcance 2, representa un total de 22,50 tCO<sub>2</sub>-eq y el 24% del alcance 3, representa un total de 22,82 tCO<sub>2</sub>-eq. (ver figura 19).

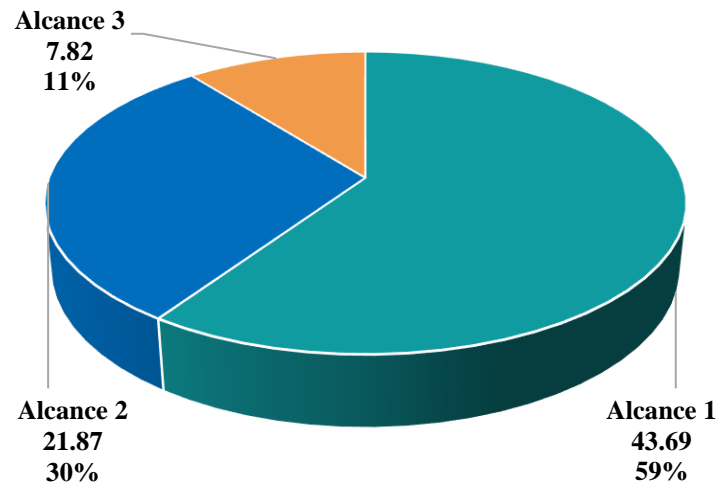


Figura 25. Emisión de gases efecto invernadero respecto a los alcances 1, 2 y 3 en el año 2017

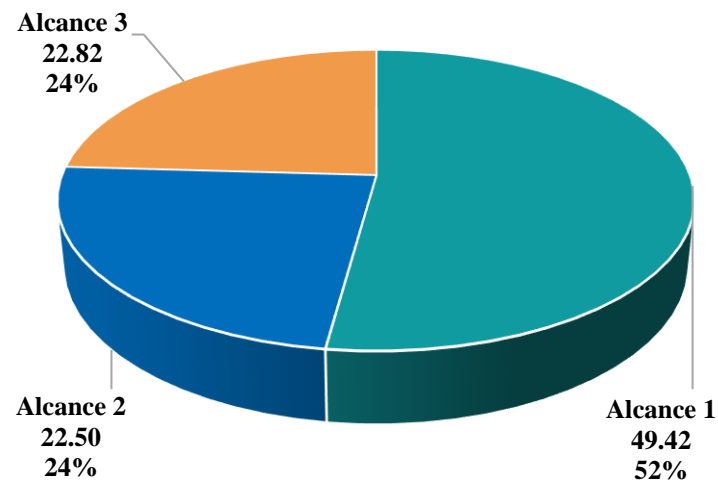


Figura 26. Emisión de gases efecto invernadero respecto a los alcances 1, 2 y 3 en el año 2018

Los alcances sobre los que tienen mayor capacidad de reducción por parte de la institución, son los tres alcances (emisiones directas e indirectas), pues las acciones y estrategias a tomar a favor de contribuir con la reducción de emisiones de GEI depende de la propia institución.

Según el MINAM (2020), en los reportes de huella de carbono corporativa en su página web, el Gobierno Regional de Cajamarca realizó su reporte de huella de carbono corporativa para el año 2019, registrando así, que sus actividades de la Sede central del GRC suma en total 80 tCO<sub>2</sub>-eq, siendo el alcance 1 y 2 las fuentes que generaron mayor emisión de GEI con el 91% (54% y 37% respectivamente) del total de las emisiones; comparando con los

resultados del estudio realizado, la Huella de carbono de la ARA respecto al alcance 1 y 2 de los años estudiados (2017 y 2018), representó el 89% (59% y 30%) y 76% (52% y 24%) respectivamente, afirmando así, que los alcances que constituyen la huella de carbono obligatoria (Alcance 1 y 2), son las emisiones que representan un aporte más significativo, superando el 50% de las emisión de GEI para cada año estudiado.

Asimismo, en la misma página web respecto a estudios de huella de carbono en Municipalidades (Municipalidad distrital de Miraflores, San Isidro y la Municipalidad provincial de Rioja), las fuentes que mayormente se consideran en este tipo de estudios son las emisiones de GEI producidas por consumo de combustible, energía eléctrica, agua y papel; siendo los mayores generadores GEI las emisiones por uso de combustible y energía eléctrica, los cuales superan incluso el 70% de la huella de carbono, esto se puede afirmar con los resultados obtenidos en el estudio los cuales representan más del 70% para cada año estudiado.

Frohmann y Olmos, (2013) menciona que la determinación de fuentes de emisión depende de las características de la institución que quiere efectuar la medición, pues cobra mayor relevancia uno u otro de estos tres niveles de cobertura (alcance 1, 2 y 3); esto se puede confirmar con los resultados obtenidos de huella de carbono del MINAM, pues en el año 2009 generó a través del Alcance 1: 56,80 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 2: 83,67 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 3: 534,17 tCO<sub>2</sub>-eq, para el año 2019 el MINAM emitió a través del Alcance 1: 127,26 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 2: 138,37 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 3: 1 793,84 tCO<sub>2</sub>-eq, Asimismo el OEFA generó en el Alcance 1: 82,91 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 2: 119,76 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 3: 2 070,1 tCO<sub>2</sub>-eq, el GRC emitió Alcance 1: 43,30 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 2: 29,97 tCO<sub>2</sub>-eq, Alcance 3: 6,62 tCO<sub>2</sub>-eq, la MPA a través del alcance 1: 39,33 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 2: 33,15 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 3: 20,97 tCO<sub>2</sub>-eq ( MINAM, 2020) y la Autoridad Regional Ambiental en el año 2017 genero a través del alcance 1: 43,69 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 2: 21,87 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 3: 7,82 tCO<sub>2</sub>-eq) y el 2018 emitió mediante el alcance 1: 49,42 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 2: 22,50 tCO<sub>2</sub>-eq, alcance 3: 22,82 tCO<sub>2</sub>-eq. Esta variación significativa de resultados entre cada institución, se debe al factor principal de funciones asignadas y al ámbito geográfico de intervención local, distrital, provincial y regional, pues estos factores son determinantes en la cantidad emitida de GEI a nivel corporativo.

#### **4.10. Propuesta de estrategias de reducción y compensación de gases efecto invernadero**

De acuerdo con el análisis de resultados en el estudio y en base al plan institucional de ecoeficiencia de la ARA, se propuso las siguientes estrategias de reducción y compensación en la emisión de GEI.

##### **4.10.1. Propuesta de estrategias de reducción**

###### **a. Fomentar buenas prácticas ambientales de movilidad sostenible**

###### **- Equipamiento de la caravana ambiental**

El 50% de las emisiones de GEI de la ARA lo genera el consumo de combustible. Este porcentaje disminuiría, si se implementa la caravana ambiental con un panel solar para generar energía, y así poder alimentar a los equipos durante las intervenciones del equipo técnico de educación ambiental.

###### **- Cambio de características vehiculares**

El 50% de las emisiones de GEI de la ARA lo genera el consumo de combustible, por tanto, se debe promover el cambio de tipo de combustible que utilizan los motores de los vehículos de la institución, a combustibles que sean más amigables con el ambiente, y como resultado, generen menor cantidad de GEI; por ejemplo, de gasolina GLP a GNV.

###### **- Caminar o usar bicicleta**

De acuerdo con los resultados solo el 8% del personal transita a la institución a pie. Se incrementaría este porcentaje si promovemos el uso de transportes no motorizados como por ejemplo el uso de bicicletas o el traslado a pie. Esta estrategia sería exclusivamente para el personal que reside a menos de 15 minutos o a 1 km de la institución.

###### **- Carpooling**

De acuerdo con los resultados, el 49% del personal se transporta en motocicleta, el 33% en mototaxi y el 10% lo realiza a través de autos. Este porcentaje disminuiría si se fomentara el carpooling o movilidad compartida, se propone con la finalidad de reducir la emisión de GEI por cada personal.

###### **b. Promover el uso de las plataformas digitales de gestión documentaria**

Si bien la emisión de GEI no supera 2 tCO<sub>2-eq</sub>, se debe fomentar el uso de las plataformas digitales de gestión documentaria como son: la plataforma de denuncias ambientales, certificación ambiental para proyectos de saneamiento y proyectos de transportes,

además se debe implementar la plataforma digital cero papel, para reducir el uso excesivo de este recurso en trámites documentarios internos. Asimismo, se debe seguir promoviendo el uso del papel reciclado para documentación interna en la institución.

### c. Promover el uso de equipos sostenibles y luminarias ahorradoras

De acuerdo con los resultados, aproximadamente más del 24% de la emisión de GEI lo genera el consumo de energía eléctrica. Este porcentaje se minimizará si se implementa la institución con equipos sostenibles y luminarias LED, es decir reemplazar los focos fluorescentes e incandescentes por los LED para generar energía eléctrica en las oficinas de difícil acceso de luz natural.

#### 4.10.2. Propuesta de compensación

Basados en los resultados, se propone compensar la emisión de GEI mediante la plantación de la especie Bambú (*Guadua angustifolia*). La ventaja principal para implementar un proyecto de reforestación con esta especie, es el terreno o los proyectos de bambú que el gobierno regional viene ejecutando.

Tabla 18. Carbono y dióxido de carbono capturado en una plantación de *Guadua angustifolia*

Edad (año)	Total, Ton. Carbono Fijado/ha	Promedio Ton. Carbono Fijado/ha	Total, de CO <sub>2</sub> Fijado t/ha	Promedio Total de CO <sub>2</sub> Fijado/ha
1	1,42	1,42	5,21	5,21
2	4,45	2,22	16,32	8,14
3	16,66	5,55	61,09	20,35
4	44,40	11,10	162,80	40,70
5	78,49	15,70	287,80	57,57
6	124,67	20,78	457,12	76,19
7	149,88	21,41	549,56	78,50

Fuente: Cruz, 2009.

De acuerdo al estudio realizado por Cruz, (2009), la tabla 19 muestra la cantidad total de CO<sub>2</sub> capturado y el número de hectáreas que es necesario para neutralizar la emisión de GEI, posterior a la implementación de estrategias de reducción y mitigación.

Tabla 19. Hectáreas necesarias para la implementación de *Guadua angustifolia*

<b>Año</b>	<b>GEI emitidos (tCO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>Fijación CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>/ha/año)</b>	<b>Hectáreas para neutralizar la huella de carbono (ha)</b>
2017	73,38	76,19	1
2018	94,75	76,19	1,3
2017 - 2018	168,13	76,19	2,3

Se estima que, reforestando 1 y 1.3 hectáreas de *Guadua angustifolia*, con un distanciamiento de 6 x 6 metros, se compensará y neutralizará las emisiones de GEI de la institución en un promedio de 6 años de crecimiento de Bambú (ver tabla 20 y 21). Del mismo modo se lograría neutralizar la huella de carbono si sumamos el total de hectáreas para compensar la emisión de GEI de los dos años estudiados (2017 y 2018) (ver tabla 22).

Tabla 20. Compensación anual de la huella de carbono para el año 2017

<b>Año</b>	<b>GEI de la institución (tCO<sub>2</sub>-eq/año)</b>	<b>Fijación acumulada de tCO<sub>2</sub>-eq/año/ha (ha/año)</b>	<b>Fijación acumulada de emisiones para 1 ha (tCO<sub>2</sub>/año)</b>
1	73,38	5,21	5.21
2	73,38	16,32	16,32
3	73,38	61,09	61,09
4	73,38	162,80	162,80
5	73,38	287,80	287,80
6	73,38	457,12	457,12
<b>Total (tCO<sub>2</sub>)</b>	440.28	-	Neutralizado

Tabla 21. Compensación anual de la huella de carbono para el año 2018

<b>Año</b>	<b>GEI de la institución (tCO<sub>2</sub>-eq/año)</b>	<b>Fijación acumulada de tCO<sub>2</sub>-eq/año por ha (ha/año)</b>	<b>Fijación acumulada de emisiones para 1,3 ha (tCO<sub>2</sub>/año)</b>
1	94,75	5,21	6,77
2	94,75	16,32	21,22
3	94,75	61,09	79,42
4	94,75	162,80	211,64
5	94,75	287,80	374,14
6	94,75	457,12	594,26
<b>Total (tCO<sub>2</sub>)</b>	<b>568,50</b>	<b>-</b>	<b>Neutralizado</b>

Tabla 22. Compensación anual de la huella de carbono para ambos años 2017 y 2018

<b>Año</b>	<b>GEI de la institución (tCO<sub>2</sub>-eq/año)</b>	<b>Fijación acumulada de tCO<sub>2</sub>/año por año (ha/año)</b>	<b>Fijación acumulada de emisiones para 2.3 ha (tCO<sub>2</sub>/año)</b>
1	168,13	5,21	98
2	168,13	16,32	37,54
3	168,13	61,09	140,51
4	168,13	162,80	374,44
5	168,13	287,80	661,94
6	168,13	457,12	1 051,38
<b>Total (tCO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>1 008,78</b>	<b>-</b>	<b>Neutralizado</b>

Reed y Ehrhart, (2007) menciona que la compensación y los créditos de carbono deben demostrar que el proyecto ha reducido o eliminado las emisiones de gases efecto invernadero más allá de las que se habrían producido sin el proyecto. Con esta propuesta de compensación a través la reforestación de la *Guadua angustifolia*, se demuestra que esta especie (bambú) es la indicada para implementar en proyectos de compensación o neutralización de GEI.

## V. CONCLUSIONES

1. Se identificaron las fuentes de emisión de gases efecto invernadero de la Autoridad Regional Ambiental, siendo: consumo de combustible, consumo de energía eléctrica, consumo de papel, consumo de agua, transporte terrestre, transporte aéreo y transporte del personal casa trabajo.
2. La emisión total de gases efecto invernadero de la Autoridad Regional Ambiental para los años 2017 y 2018 es de 73,38 y 94,75 tCO<sub>2</sub>-eq respectivamente. La principal fuente de emisión en el año 2017 fue generado por emisiones directas (alcance 1) por consumo de combustible 59%, seguidamente por emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica (alcance 2) 30% y por ultimo por fuentes indirectas de otras emisiones (alcance 3) con el 11%. Para el año 2018 la principal fuente de emisión fue generado por emisiones directas (alcance 1) consumo de combustible 52%, seguidamente por emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica (alcance 2) 24% y por ultimo por fuentes indirectas (alcance 3) con el 24%
3. Para mitigar la generación de gases efecto invernadero se propuso estrategias de reducción y compensación. Dentro de las estrategias de reducción se plantea el fomento de buenas prácticas ambientales con movilidad sostenibles, el uso de plataformas digitales de gestión documentaria y el uso de equipos sostenibles y luminarias ahorradoras. Para compensar la emisión de gases efecto invernadero, se propuso la instalación de la especie forestal *Guadua angustifolia* (bambú), por lo que se requiere 2,3 hectáreas para su implementación (año 2017 y 2018 se necesita 1 y 1,3 ha. respectivamente).

## VI. PROPUESTAS A FUTURO

- La Autoridad Regional Ambiental deberá continuar fomentando el cumplimiento del plan de ecoeficiencia en el ahorro de energía eléctrica, papel y agua, así como también implementar medidas de ecoeficiencia en el uso de combustible; del mismo modo monitorear y hacer seguimiento del mismo con la finalidad de verificar su cumplimiento y reforzar las buenas prácticas ambientales en la institución.
- La Autoridad Regional Ambiental debe elaborar, implementar y efectuar un plan de monitoreo de emisión de gases efecto invernadero que coadyuven a optimizar y acelerar la información, a fin de involucrar y concientizar al personal en la disminución de estos gases, de igual manera continuar con la elaboración de los inventarios de gases efecto invernadero para tener referencia de cómo se está gestionando la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq en la institución.
- Los resultados del presente estudio deben servir como herramienta de sensibilización para la reducción de actividades fuentes de emisión y como línea base para posteriores evaluaciones a fin de determinar la eficacia de la implementación de las medidas de ecoeficiencia.
- El presente estudio debe ser utilizado como información de referencia para futuras mediciones de emisiones de CO<sub>2</sub>-eq a nivel de instituciones, asimismo como incentivo a implementar estrategias de reducción y compensación de emisiones de gases efecto invernadero.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, B. S. (enero-agosto, 2005). Fórmula para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Vol. 2. Núm. 1-2. Pp. 333-338.  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48711206>
- Ambrós, L., Calabria, I., Ripoll, O y Román, E. (2012). *Criterios de selección de un estándar para la medida de huella de carbono [Tesis de Maestría en Ingeniería y Gestión Medioambiental, Escuela de Organización Industrial - España]*.  
<https://1library.co/title/proyecto-fin-de-master-criterios-de-seleccion-de-un-estandar-para-la-medida-de-la-huella-de-carbono>
- Arias, G.J.L y Covinos, G. M (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa, PE 133 p.  
<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Ayala, J. N y Cordero, Z. (2021). *Estimación de la huella de carbono de la Municipalidad Distrital de Tambo, Provincia La Mar, Región Ayacucho – 2020*. [Tesis, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61149>
- Department for Business, Energy & Industrial Strategy & Department for Environment, Food and Rural Affairs. (2018). *Greenhouse gas reporting - Conversion factors 2016*. Department for Business, Energy & Industrial Strategy.  
<https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2018>
- Canales (2004). Metodología de la investigación. Manual para el desarrollo para el personal de salud. Limusina Noriega Editores. México, 327p.
- Cifuentes, L., Gonzáles, J., Pérez, M y Sauma, E. (2014) *Cálculo de la Huella de Carbono Corporativa de Transelec S.A*. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica de Chile. <https://cambioglobal.uc.cl/proyectos/77-calculo-de-la-huella-de-carbono-corporativa-de-transelec-s-a>
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (1992) *Artículos de la Convención Marco de las Naciones Unidas*. Organización de las Naciones Unidas.  
[https://unfccc.int/sites/default/files/convention\\_text\\_with\\_annexes\\_spanish\\_for\\_posting.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_spanish_for_posting.pdf)

- Cruz, H. (2009). *Biomasa y atrapamiento de carbono en Bambu Guada*. [Archivo PDF].  
<https://docplayer.es/16035718-Biomasa-y-atrapamiento-de-carbono-en-bambu-guada.html>
- Elecnor (2019). *Informe Huella de Carbono 2019*.  
[https://www.elecnor.com/resources/files/1/InformesAnuales\\_Accionistas/elecnor-2019-informe-huella-de-carbono-espanol.pdf](https://www.elecnor.com/resources/files/1/InformesAnuales_Accionistas/elecnor-2019-informe-huella-de-carbono-espanol.pdf)
- Espíndola, C y Valderrama, J. (2012) *Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de Estimación y Complejidades Metodológicas*.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642012000100017>
- Frohmann, A y Olmos, X. (2013). *Huella de carbono, exportaciones y estrategias empresariales frente al cambio climático*.  
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/4101-huella-carbono-exportaciones-estrategias-empresariales-frente-al-cambio-climatico>
- Gestión. (21 de enero de 2013). Universidad San Martín de Porres invirtió S/.450 mil para compensar huella de carbono. *Diario Gestión*.  
<https://gestion.pe/economia/empresas/universidad-san-martin-porres-invirtio-s-450-mil-compensar-huella-carbono-29658-noticia/>
- Gobierno Regional San Martín (2018). *Reglamento organización y funciones Gobierno Regional San Martín*. Gobierno Regional San Martín.  
<http://digital.regionsanmartin.gob.pe/WebApp/GestionTransparente?url=docgestion>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Vol. 2. Cap. 3*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.  
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007a). *Cambio climático 2007: La base de la ciencia física. Contribución del Grupo de Trabajo I al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.  
[https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/es/faqs.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faqs.html)
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007b). *Informe aceptado por el Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, pero no aprobado en detalles*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre

- el Cambio Climático. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4-wg1-ts-sp.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2015). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)
- Jacobo, S.; Gonzales, F.; Perez, E y Rojas, R. (2012). Fundamentos teóricos y metodológicos para la investigación científica en ciencias agrarias. Talleres gráficos de mercurio, marketing, publicidad y negocios. Huánuco, PE. 208p
- Manso, D., Parrado, C y Aristizábal, A. 2017. *Inventario de gases efecto invernadero en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano* [Universidad de Bogotá]. <https://revistas.utadeo.edu.co/index.php/mutis/article/download/1252/1250/>
- Ministerio del Ambiente. (2010a) *Plan de acción de adaptación y mitigación frente al cambio climático*. Ministerio del Ambiente. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm-060-2010-minam.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (26 de octubre de 2010b) *Huella de Carbono del Ministerio del Ambiente (MINAM) y desarrollo de propuesta para Neutralización de Emisiones*. Ministerio del Ambiente. <https://docplayer.es/14595613-Huella-de-carbono-del-ministerio-del-ambiente-minam-informe-final.html>
- Ministerio del Ambiente. (diciembre de 2014) *Primer Informe Bienal de Actualización del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente. <https://unfccc.int/resource/docs/natc/perbur1.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (noviembre de 2015) *De la COP20/CMP10 al mundo: Manual de Cálculo y Neutralización de GEI para las COP/CMP*. Ministerio del Ambiente. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/306220-de-la-cop20-cmp10-al-mundo-manual-de-calculo-y-neutralizacion-de-gei-para-las-cop-cmp>
- Ministerio del Ambiente. (noviembre de 2016) *Guía N° 2: Elaboración del Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero - Sector Energía. Categoría: Combustión Móvil*. Ministerio del Ambiente. [http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Guia-02\\_Portada-Original.pdf](http://infocarbono.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/07/Guia-02_Portada-Original.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2019) *Segundo Informe Bienal de Actualización ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Segundo%20BUR-PERU.pdf>.

- Ministerio del ambiente. (2020). *Huella de carbono Perú*. Ministerio del ambiente. <https://huellacarbonoperu.minam.gob.pe/huellaperu/#/listadoInscritos/99>.
- Mondéjar, M., Viñoles, R., Bastante, J., Collado, D y Capuz, S. (6-8 DE julio 2011). *La huella de carbono y su utilización en las instituciones universitarias* [Congreso]. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Huesca, España. <https://www.aepro.com/en/repository/func-startdown/3388/lang,en-gb/>
- Municipalidad Provincial de Moyobamba. 2012. Plan estratégico de desarrollo concertado de la provincia Moyobamba 2012 – 2021.
- Norma Técnica Peruana ISO 14064-I. (3 de octubre de 2016). *Gases de efecto invernadero. Part 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero 2ª Edición, 35 pg.*
- Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco (2012). *Guía metodológica para la aplicación de la Norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero en organizaciones*. Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco. <https://issuu.com/ingurumena/docs/pub-2012-019-f-c-002>
- Sostenibilidad y Cambio Climático - A2G S.A.C (2016). *Informe Final Huella de Carbono Corporativa 2016 – SURA Perú*. Sostenibilidad y Cambio Climático - A2G S.A.C. <https://docplayer.es/58301494-Informe-final-de-huella-de-carbono-corporativa.html>
- Organización Internacional de Normalización. (2013). *ISO/TR 14069:2013(es) Gases de efecto Invernadero — Cuantificación e Informe de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para las organizaciones — Orientación para la aplicación de la Norma ISO1406-1*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:tr:14069:ed-1:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *ISO 14064-1:2018(es) Gases de Efecto Invernadero — Parte 1: Especificación con Orientación, a Nivel de las Organizaciones, para la Cuantificación y el Informe de las Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-2:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2019a). *ISO 14064-2:2019(es) Gases de Efecto Invernadero — Parte 2 Especificación con Orientación, a Nivel de Proyecto, para la Cuantificación, el Seguimiento y el Informe de la Reducción de Emisiones o el Aumento*

- en las Remociones de Gases de Efecto Invernadero*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-2:ed-2:v1:es>
- Organización Internacional de Normalización. (2019b). ISO 14064-3:2019 (es) *Gases de Efecto Invernadero — Parte 3: Especificación con Orientación para la Validación y Verificación de Declaraciones sobre Gases de Efecto Invernadero*. Organización Internacional de Normalización. <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:14064:-3:ed-2:v1:es>
- Organización de las Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*. Organización de las Naciones Unidas. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpspan.pdf>
- Reed, K.; Ehrhart, C. 2007. Guía para responsabilizarnos de las emisiones de gases efecto invernadero de CARE. Taller CARE y el Carbono. Nairobi, Kenya. [https://issuu.com/co2neutral/docs/carbon\\_neutral\\_care](https://issuu.com/co2neutral/docs/carbon_neutral_care)
- Rodriguez, J. (9 abril de 2012). *Qué es el efecto invernadero*. Conciencia Eco. <https://www.concienciaeco.com/2012/04/09/que-es-el-efecto-invernadero/#:~:text=los%20gases%20de%20efecto%20invernadero,la%20historia%20de%20la%20tierra>
- Rojas, L. (2020). *Determinación de la Huella de Carbono en las actividades administrativas correspondiente a la municipalidad distrital de Carhuamayo – Provincia de Junín, para controlar la Emisión de Gases de Efecto Invernadero – 2018*. [Tesis, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1806>
- Sistema Eléctrico Interconectado Nacional. (2013). *chaglla hydroelectric power plant cdm Project* <http://cdm.unfccc.int/projects/db/tuev-rhein1356246622.02/view>
- World Business Council for Sustainable Development & World Resources Institute. (2004). *Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte*. [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo\\_spanish.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/protocolo_spanish.pdf)

## **VIII. ANEXOS**

**Apéndice 1. Encuesta**

**Tema: Cálculo de las emisiones de GEI en la Autoridad Regional Ambiental**

**1. ¿Usted es?**

- Personal administrativo
- Especialista (especificar).....
- Otro (especificar).....

**2. Sexo**

- F                       M

**3. ¿En qué dirección presta sus servicios?**

.....

**4. ¿Cuántos días a la semana usualmente asiste a la ARA?**

.....

**5. ¿Cuál es la dirección desde donde inicia usted su traslado hacia la ARA? - Especifique la zona del Distrito**

.....

**6. A continuación, se presenta una tabla con los medios de transporte**

**Marque (x) que tipo de vehicula Ud. usa para dirigirse al ARA y regresar.**

- ( ) Vehículo privado    ( ) Taxi                      ( ) Bicicleta                      Otro (especificar):  
.....
- ( ) Camina                      ( ) Motocicleta    ( ) Moto taxi                      ...

**7. Conoce usted el tipo de combustible que utiliza el medio transporte que habitualmente usa para su traslado hacia su casa – ARA – casa.**

.....

**8. ¿Si conoce las características del medio de transporte mencionar el tipo de marca, modelo del medio de transporte que habitualmente usa para su traslado hacia la ARA?**

.....

**9. ¿A qué hora del día inicia su viaje hacia la ARA?**

.....

**10. ¿Qué tiempo en promedio demora su trayecto hacia la ARA?**

.....

## Apéndice 2. Tablas de emisiones de gases efecto invernadero

### Anexo A. Consumo por tipo de combustibles 2017 y 2018

Tabla 23. Combustibles consumidos (galones) durante los años 2017 y 2018

Año	Tipo de combustibles			
	84 Octanos	90 Octanos	Diesel 2	Diesel B5
2017	22,00	1473,40	3498,00	0,00
2018	220,00	3058,00	2485,00	110,00

Tabla 24. Combustibles consumidos (Kg) durante los años 2017 y 2018

Año	Tipo de combustibles			
	84 Octanos	90 Octanos	Diesel 2	Diesel B5
2017	59,878	4 077,096	1 1149,229	0,000
2018	598,776	8 461,898	7 920,478	350,605

Tabla 25. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por consumo de combustible en los años 2017 y 2018

Año	Tipo de combustibles				
	84 Octanos	90 Octanos	Diesel 2	Diesel B5	Total
2017	0,170017	11,5765	31,9416	0,00	43,6881
2018	1,70017	24,0267	22,6915	1,0045	49,4228

### Anexo B. Consumo de energía eléctrica 2017 y 2018

Tabla 26. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por energía eléctrica en los años 2017 y 2018

Mes	2017			2018		
	Fuera de Punta	Fuera de Punta	tCO <sub>2</sub> -eq / mW.h)	Fuera de Punta	Fuera de Punta	tCO <sub>2</sub> -eq / mWh)
	(kW.h)	(mW.h)		(Kw.h)	(MW.h)	
Enero	2 403,00	2,403	1,584	2 720,00	2,7200	1,79
Febrero	2 509,00	2,509	1,654	2 478,00	2,4780	1,63
Marzo	2 818,00	2,818	1,858	3 036,00	3,0360	2,00

<b>Abril</b>	2 636,00	2,636	1,738	3 043,00	3,0430	2,01
<b>Mayo</b>	3 207,00	3,207	2,114	2 882,00	2,8820	1,90
<b>Junio</b>	2 723,00	2,723	1,795	2 853,00	2,8530	1,88
<b>Julio</b>	2 693,00	2,693	1,775	2 643,00	2,6430	1,74
<b>Agosto</b>	2 766,00	2,766	1,824	2 970,00	2,9700	1,96
<b>Setiembre</b>	2 591,00	2,591	1,708	2 754,00	2,7540	1,82
<b>Octubre</b>	2 790,00	2,79	1,839	2 928,00	2,9280	1,93
<b>Noviembre</b>	3 057,00	3,057	2,015	2 873,00	2,8730	1,89
<b>Diciembre</b>	2 982,00	2,982	1,966	2 953,00	2,9530	1,95
<b>Total</b>	33 175,00	33,175	<b>21,87</b>	34 133,00	34,13	<b>22,50</b>

Anexo C. Consumo de agua 2017 y 2018

Tabla 27. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por consumo de agua en los años 2017 y 2018

Mes	2017			2018		
	m <sup>3</sup>	kg CO <sub>2</sub> -eq	t CO <sub>2</sub> -eq	m <sup>3</sup>	kg CO <sub>2</sub> -eq	t CO <sub>2</sub> -eq
<b>Enero</b>	81	40.5	0,0405	123	61,5	0,0615
<b>Febrero</b>	101	50.5	0,0505	127	63,5	0,0635
<b>Marzo</b>	161	80.5	0,0805	103	51,5	0,0515
<b>Abril</b>	134	67	0,067	270	135	0,135
<b>Mayo</b>	108	54	0,054	236	118	0,118
<b>Junio</b>	113	56.5	0,0565	221	110.5	0,1105
<b>Julio</b>	128	64	0,064	81	40,5	0,0405
<b>Agosto</b>	204	102	0,102	96	48	0,048
<b>Setiembre</b>	203	101,5	0,1015	92	46	0,046
<b>Octubre</b>	231	115,5	0,1155	296	148	0,148
<b>Noviembre</b>	182	91	0,091	161	80,5	0,0805
<b>Diciembre</b>	484	242	0,242	208	104	0,104
<b>Total</b>	2 130	1 065	<b>1,065</b>	2014	1 007	<b>1,007</b>

## Anexo D. Consumo de papel 2017 y 2018

Tabla 28. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por consumo de papel en el año 2017

<b>Año</b>	<b>Millares</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>gramos (gr)</b>	<b>Formato de hoja</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>t CO<sub>2</sub>-eq</b>
<b>2017</b>	181	180 000	80	A4	898,128	1,652
	6	6 000	80	A3	0,74844	0,00137

Tabla 29. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por consumo de papel en el año 2018

<b>Año</b>	<b>Millares</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>gramos (gr)</b>	<b>Formato de hoja</b>	<b>Peso Total (kg)</b>	<b>t CO<sub>2</sub>-eq</b>
<b>2018</b>	156,5	156 500	80	A4	780.8724	1.436
	0,5	500	80	A3	0.06237	0.000114

## Anexo E. Consumo de papel 2017 y 2018

Tabla 30. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por consumo de papel en los años 2017 y 2018

<b>Año</b>	<b>Consumo (m<sup>3</sup>)</b>	<b>FE (kg CO<sub>2</sub>-eq/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Total (kg CO<sub>2</sub>-eq)</b>	<b>Total (t CO<sub>2</sub>-eq)</b>
<b>2017</b>	2 130	0,5	1 065	1,65
<b>2018</b>	2 014	0,5	1 007	1,44

## Anexo F. Desplazamiento del personal a la institución - Transporte casa trabajo

Tabla 31. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq a través del desplazamiento del personal de casa a la institución durante el año 2018

ENCUESTA								
N°	Distrito	Dirección	Vehículo	Distancia (km)	FE (kg CO <sub>2</sub> )	FE (kg CH <sub>4</sub> )	FE (kg N <sub>2</sub> O)	Total (kg CO <sub>2</sub> -eq)
1	Moyobamba	Barrio Llucllucucha	Motocicleta	2,91	0.240	0.005	0.001	0.246
2	Moyobamba	Jr. Callao	Mototáxi	2,42	0.242	0.006	0.001	0.250
3	Moyobamba	Jr. Puno 115	Mototáxi	2,87	0.287	0.007	0.002	0.296
4	Moyobamba	Jr. Coronel Secada 110	Motocicleta	1,75	0.144	0.003	0.001	0.148
5	Moyobamba	Barrio Zaragoza	Mototáxi	2,38	0.238	0.006	0.001	0.245
6	Moyobamba	Rioja	Auto	24,45	3.719	0.000	0.032	3.752
7	Moyobamba	Jr. Reyes Guerra 486	Mototáxi	2,31	0.231	0.005	0.001	0.238
8	Moyobamba	Jr. Junín 406	Motocicleta	2,51	0.207	0.000	0.000	0.207
9	Moyobamba	Jr. Junín 312	Motocicleta	2,51	0.207	0.005	0.001	0.212
10	Moyobamba	Jr. Pedro Noriega 705	Motocicleta	2,48	0.205	0.005	0.001	0.210
11	Moyobamba	Asoc. Algarrobos	Vehículo Privado	2,14	0.326	0.000	0.003	0.328
12	Moyobamba	Asoc. Algarrobos	Motocicleta	2,14	0.177	0.004	0.001	0.181
13	Yantaló	Moyobamba	Vehículo Privado	12,03	1.830	0.000	0.016	1.846
14	Moyobamba	Jr. 20 de abril	Motocicleta	0,92	0.076	0.002	0.000	0.078
15	Moyobamba	Baños termales	Motocicleta	3,6	0.297	0.007	0.001	0.305

16	Moyobamba	Prolong 2 de mayo	Motocicleta	3,38	0.514	0.000	0.004	0.519
17	Moyobamba	Jr. Reyes Guerra 771	Mototáxi	2,84	0.284	0.007	0.002	0.293
18	Moyobamba	Jr. San Martín cdr.3	Mototáxi	2,35	0.235	0.006	0.001	0.242
19	Moyobamba	Jr. 2 de mayo 667	Motocicleta	2,91	0.240	0.005	0.001	0.246
20	Moyobamba	Moyobamba	Motocicleta	2,07	0.171	0.004	0.001	0.175
21	Moyobamba	Jr. Coronel Secada 203	Motocicleta	1,62	0.134	0.003	0.000	0.137
22	Moyobamba	Barrio Zaragoza	Motocicleta	2,6	0.214	0.005	0.001	0.220
23	Moyobamba	Av. Ignacia Velásquez	Motocicleta	1,86	0.153	0.003	0.001	0.157
24	Moyobamba	Rioja	Auto	24,45	3.719	0.000	0.032	3.752
25	Moyobamba	Jr. Alonso de Alvarado 1328	Motocicleta	3,65	0.301	0.007	0.001	0.309
26	Moyobamba	A.H. Santa Rosa	Motocicleta	2,13	0.176	0.004	0.001	0.180
27	Moyobamba	Jr. San Martín	Motocicleta	2,17	0.179	0.004	0.001	0.184
28	Moyobamba	Jr. Los cedros 105	Motocicleta	1,78	0.147	0.003	0.001	0.151
29	Moyobamba	Jr. Libertad 257	Vehículo Privado	2,86	0.435	0.000	0.004	0.439
30	Moyobamba	Jr. Tumbes 463	Motocicleta	2,58	0.213	0.005	0.001	0.218
31	Moyobamba	Av. Ignacia Velásquez	Mototáxi	1,86	0.186	0.004	0.001	0.192
32	Moyobamba	Jr. Puno 203	Vehículo Privado	2,7	0.411	0.000	0.004	0.414
33	Moyobamba	Av. Grau 412	Mototáxi	1,45	0.145	0.003	0.001	0.149
34	Moyobamba	Jr. 20 de abril cdr. 14	Motocicleta	1,53	0.016	0.000	0.000	0.017
35	Moyobamba	El Mangual	Camina	0,0	0.000	0.000	0.000	0.000
36	Moyobamba	Jr. San Juan de Maynas	Camina	0,67	0.000	0.000	0.000	0.000

37	Moyobamba	Jr. Alonso de Alvarado	Motocicleta	2,2	0.181	0.004	0.001	0.186
38	Moyobamba	Cart. FBT Km 1	Camina	0,61	0.000	0.000	0.000	0.000
39	Moyobamba	Las Palmeras	Mototáxi	1,76	0.176	0.004	0.001	0.181
40	Moyobamba	Varacadillo 203	Motocicleta	1,89	0.156	0.003	0.001	0.160
41	Moyobamba	Soritor	Auto	23	3.499	0.000	0.030	3.529
42	Moyobamba	Jr. 7 junio 136	Mototáxi	2,96	0.296	0.007	0.002	0.305
43	Moyobamba	Av. Grau 323	Camina	1,06	0.000	0.000	0.000	0.000
44	Moyobamba	Jr. Tarapoto	Motocicleta	0,24	0.020	0.000	0.000	0.021
45	Moyobamba	Grau Ave. South	Camina	0,32	0.000	0.000	0.000	0.000
46	Moyobamba	Pardo	Camina	0,13	0.000	0.000	0.000	0.000
47	Moyobamba	Jr. Chachapoyas	Mototáxi	0,97	0.097	0.002	0.001	0.100
48	Moyobamba	Jr. Sta Maria	Mototáxi	1,29	0.129	0.003	0.001	0.133
49	Moyobamba	Grau Ave. South	Motocicleta	0,32	0.026	0.001	0.000	0.027
50	Moyobamba	Soritor	Auto	23	3.499	0.000	0.030	3.529
51	Moyobamba	Jr. Junín 517	Motocicleta	2,31	0.191	0.004	0.001	0.195
52	Moyobamba	Jr. Andalucia 604	Motocicleta	1,11	0.092	0.002	0.000	0.094
53	Moyobamba	Jr. Reyes Guerra 397	Mototáxi	2,29	0.229	0.005	0.001	0.236
54	Moyobamba	Jr. Manuel del Águila 126	Motocicleta	1,68	0.139	0.003	0.001	0.142
55	Moyobamba	Asoc. Algarrobos	Motocicleta	2,14	0.177	0.004	0.001	0.181
56	Moyobamba	Indañe	Motocicleta	2,54	0.209	0.005	0.001	0.215
57	Moyobamba	Jr. 25 De Mayo	Mototáxi	0,62	0.062	0.001	0.000	0.064

58	Moyobamba	Varacadillo 499	Mototáxi	2,34	0.234	0.006	0.001	0.241
59	Moyobamba	Jr. San Martín 157	Mototáxi	2,44	0.244	0.006	0.001	0.252
60	Moyobamba	Indañe	Motocicleta	2,54	0.209	0.005	0.001	0.215
61	Moyobamba	Alfonso Ugarte	Moto táxi	1,6	0.160	0.004	0.001	0.165
62	Moyobamba	Barrio Belén	Moto táxi	2,23	0.223	0.005	0.001	0.230
63	Moyobamba	Fonavi I	Motocicleta	1,55	0.128	0.003	0.000	0.131
64	Moyobamba	Jirón San Carlos 287	Motocicleta	1,25	0.103	0.002	0.000	0.106
65	Moyobamba	Jr. Cajamarca	Mototáxi	1,65	0.165	0.004	0.001	0.170
66	Moyobamba	Soritor	Motocicleta	23	1.897	0.043	0.007	1.946
67	Moyobamba	Calzada	Mototáxi	12,4	1.241	0.030	0.007	1.278
68	Moyobamba	Jr. Sucre 190	Camina	2,86	0.000	0.000	0.000	0.000
69	Moyobamba	Urb. Vista Alegre	Motocicleta	0,84	0.069	0.002	0.000	0.071
70	Moyobamba	Porvenir	Mototáxi	0,70	0.070	0.002	0.000	0.072
71	Moyobamba	Jr. Progreso	Motocicleta	1,39	0.115	0.003	0.000	0.118
72	Moyobamba	Jr. Manuel del Águila 323	Motocicleta	1,77	0.146	0.003	0.001	0.150
73	Moyobamba	Rioja	Mototáxi	24,45	2.448	0.058	0.015	2.521
74	Moyobamba	Jr. San Carlos 409	Motocicleta	1,36	0.112	0.003	0.000	0.115
75	Moyobamba	Jr. Callao 127	Mototáxi	1,97	0.197	0.005	0.001	0.203
76	Moyobamba	Jr. Dos de Mayo 166	Mototáxi	2,33	0.233	0.006	0.001	0.240
77	Moyobamba	Indañe	Mototáxi	2,54	0.254	0.006	0.002	0.262
78	Moyobamba	Jr. Junín 399	Mototáxi	2,58	0.258	0.006	0.002	0.266

79	Moyobamba	Urb. las orquídeas	Motocicleta	1,42	0.117	0.003	0.000	0.120
80	Moyobamba	Calzada	Mototáxi	12,4	1.241	0.030	0.007	1.278
81	Moyobamba	Jr. Alonso de Alvarado 899	Motocicleta	2,57	0.212	0.005	0.001	0.217
82	Moyobamba	Indañe	Motocicleta	2,54	0.209	0.005	0.001	0.215

Anexo G. Desplazamiento del personal a la institución - Transporte terrestre

Tabla 32. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por transporte aéreo del personal de los años 2017 y 2018

<b>Año</b>	<b>Distancia recorrida (km)</b>	<b>t CO<sub>2</sub>-eq/km</b>
<b>2017</b>	30 313,00	32,16
<b>2018</b>	93 339,20	99,09

Anexo H. desplazamiento del personal a la institución - Transporte aéreo

Tabla 33. Total, de tCO<sub>2</sub>-eq por transporte aéreo del personal de los años 2017 y 2018

<b>Año</b>	<b>Distancia Recorrida (km)</b>	<b>FE (kg CO<sub>2</sub>/ km)</b>	<b>kg CO<sub>2e</sub></b>	<b>t CO<sub>2</sub>-eq</b>
<b>2017</b>	3 708	0,12	444,96	0,44496
<b>2018</b>	51 736	0,12	6020.64	6.021

### Apéndice 3. Panel fotográfico

#### Anexo I. Panel fotográfico



Figura 27. Digitalización de datos en el archivo de la ARA.



Figura 28. Digitalización de datos en la DEGEA– ARA.



Figura 29. Coordinación y planificación de actividades con la especialista de ecoeficiencia.



Figura 30. Coordinación con el equipo de ecoeficiencia.

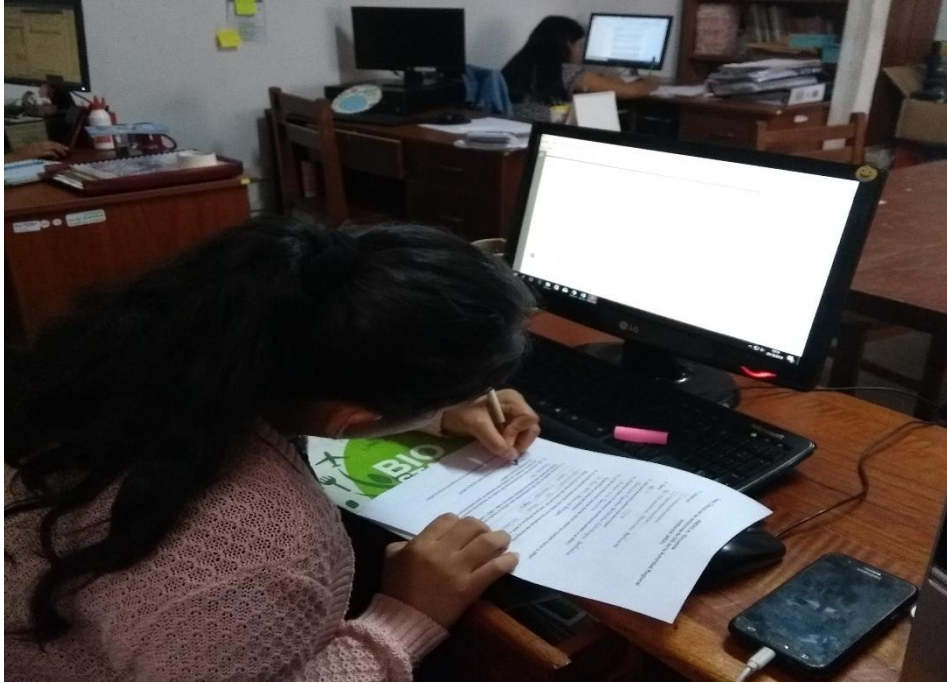


Figura 31. Aplicación de encuestas.