



**Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**  
**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Determinación de huella de carbono del proyecto mejoramiento y  
rehabilitación de la carretera Huaura – Sayán, tramo Huaura – Sayán –  
Puente Tingo, mediante el protocolo GHG**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Autor**

**Yuri José Orbegoso Horna**

**Asesor**

**Mg. José Saúl Orbegoso López**

**Huacho – Perú**

**2023**

# DETERMINACIÓN DE HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA HUAURA – SAYÁN, TRAMO HUAURA – SAYÁN – PUENTE TINGO, MEDIANTE EL PROTOCOLO GHG

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Trabajo del estudiante	1%
2	<a href="http://www.revistasculturales.com">www.revistasculturales.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://alicia.concytec.gob.pe">alicia.concytec.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://bibing.us.es">bibing.us.es</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	(12-8-14) <a href="http://64.76.123.202/site/agricultura/_pdf/Suelos_Camb">http://64.76.123.202/site/agricultura/_pdf/Suelos_Camb</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO  
SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRARIA, INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS y AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**DETERMINACIÓN DE HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO  
MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA  
HUAURA – SAYÁN, TRAMO HUAURA – SAYÁN – PUENTE TINGO,  
MEDIANTE EL PROTOCOLO GHG**

**JURADO EVALUADOR**

---

**M(o) Ing. Jesús Barreto Meza**

**PRESIDENTE**

---

**M(o) Ing. José Montemayor Mantilla**

**SECRETARIO**



---

**Mg Ing. Teodosio Celso Quispe  
Ojeda**

**VOCAL**

---

**Mg Ing. José Saúl Orbegoso López**

**ASESOR**

**HUACHO – PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A mis familiares, y amistades, por su apoyo constante e incondicional.

A mi hermano David, por enseñarme a vivir de la forma más correcta posible, con humildad, sencillez, siempre estás presente.

A mi madre Yrma, quien partió pronto, las enseñanzas, palabras, experiencias que compartiste, me acompañan cada día.

A todos mis gatos, por ser un soporte anímico y emocional en momentos difíciles, son la motivación más fuerte, mis gracias infinitas a ustedes.

A todos los animalitos que son explotados a diario en el mundo, son motivo de cambiar este mundo para mejor, llegará el momento donde eso sea una realidad

## **AGRADECIMIENTO**

A mi padre José, por su presencia, apoyo, sugerencias, en busca de conseguir el grado profesional, impulsando a seguir adelante con la vida.

A mis amistades, colegas, Juan, George, Luis, por su aliento y respaldo desinteresado en todo momento, quienes ayudaron a alcanzar este logro profesional.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
Capítulo I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción de la realidad problemática	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.2.1. Problema general.	4
1.2.2. Problemas específicos.	4
1.3. Objetivos de la Investigación	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.	5
1.4. Justificación de la investigación	5
1.5. Delimitación de la investigación	6
Capítulo II. MARCO TEÓRICO...	8
2.1. Antecedentes de la Investigación	8
2.1.1. Antecedentes internacionales	8
2.1.2. Antecedentes nacionales	10
2.2. Definición de términos básicos	11
2.3. Hipótesis de investigación	17
2.3.1. Hipótesis general.	17
2.3.2. Hipótesis específicas...	18
Capítulo III. METODOLOGÍA	19
3.1. Diseño metodológico	19
3.2. Población y muestra	19
3.2.1. Población...	19
3.2.2. Muestra	19
3.3. Técnica de recolección de datos	20
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información	22

Capítulo IV. RESULTADOS	24
Capítulo V. DISCUSIÓN	40
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
6.1. Conclusiones	42
6.2. Recomendaciones	43
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS	45
ANEXOS	49
Anexo 1: Evidencia fotográfica	49
Anexo 2: Indicadores fundamentales del Potencial de Calentamiento Global	52
Anexo 3: Datos estimados del poder calorífico inferior, densidad y factores de emisión de los hidrocarburos	53
Anexo 4: Valores estimados de Emisión de CO <sub>2</sub> por tipo de vehículo	54
Anexo 5: Valores estimados de Emisión de CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O en unidades móviles	55
Anexo 6: Ficha técnica utilizada en el proyecto de la carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo	57
Anexo 7: Matriz de consistencia	58
Anexo 8: Emisiones de CO <sub>2</sub> según la fuente motorizada	59

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación ha sido calcular la huella de carbono del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo, mediante el protocolo GHG. El método aplicado es de un nivel descriptivo, longitudinal, debido a que se analizarán cambios en el tiempo, abarcando un periodo desde enero a diciembre de 2015 en las variables climáticas o en las relaciones entre estas; y, es aplicada, por su finalidad. Los resultados obtenidos se consignan en la tabla 3, donde destacan en participación de las emisiones directas, los tractores (11.8%), los cargadores (11.4%), las excavadoras (21.7%) y los volquetes (26.6%), en promedio a lo largo del año. La huella total de carbono, se consigna en la tabla 16, donde se aprecia que a lo largo del año se emitieron 13405.7 toneladas de CO<sub>2</sub>, haciendo un promedio mensual de 1117.14 toneladas de CO<sub>2</sub>, responsabilidad directa de la empresa constructora. Las conclusiones, de acuerdo a los resultados obtenidos, son: que la huella de carbono aporta en una proporción de cerca de 3.06 TM CO<sub>2</sub> por día y otros gases de efecto invernadero, a partir de la cuantificación de los gases de combustión de la maquinaria utilizada en el proyecto de restauración y mejora de la vía carrozable Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, y asimismo, permitió determinar las emisiones secundarias en un estimado de 10% de las emisiones primarias. Finalmente, se elaboró una propuesta para neutralizar, mitigar y controlar las emisiones (huella de carbono) mediante un programa de plantaciones forestales y proponiendo algunas alternativas para disminuir la emisión de los gases de combustión de maquinaria automotriz usada en el proyecto.

**Palabras clave:** Huella de carbono, emisiones primarias y secundarias, neutralización de la huella de carbono



## ABSTRACT

The objective of this research has been to calculate the carbon footprint of the Huaura - Sayán Highway Rehabilitation and Improvement project, Huaura - Sayán - Puente Tingo Section, using the GHG protocol. The method applied is of a descriptive, longitudinal level, because changes over time will be analyzed, covering a period from January to December 2015 in the climatic variables or in the relationships between them; and, it is applied, for its purpose. The results obtained are shown in Table 3, where the participation of direct emissions stands out: tractors (11.8%), loaders (11.4%), excavators (21.7%) and dump trucks (26.6%), on average at throughout the year. The total carbon footprint is shown in Table 16, where it can be seen that 13,405.7 tons of CO<sub>2</sub> were emitted throughout the year, making a monthly average of 1,117.14 tons of CO<sub>2</sub>, the direct responsibility of the construction company. The conclusions, according to the results obtained, are: that the carbon footprint contributes in a proportion of about 3.06 MT CO<sub>2</sub> per day and other greenhouse gases, based on the quantification of the combustion gases of the machinery used. in the restoration and improvement project of the Huaura - Sayán motorway, Huaura - Sayán - Puente Tingo section, and also allowed the determination of secondary emissions in an estimated 10% of primary emissions. Finally, a proposal was prepared to neutralize, mitigate and control emissions (carbon footprint) through a program of forest plantations and proposing some alternatives to reduce the emission of combustion gases from automotive machinery used in the project.

**Keywords:** Carbon footprint, primary and secondary emissions, carbon footprint neutralization

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

Las emisiones generadas por las actividades antropogénicas se ha convertido en un problema ambiental, ecológico, y social, debido al crecimiento demográfico, tecnológico, económico, la aparición y surgimiento de nuevas industrias, para satisfacer los requerimientos de la sociedad. La importancia de determinar los contenidos y concentraciones de contaminantes en las emisiones, así como la cantidad de éstas que son liberadas a la atmósfera, se vuelve imprescindible, por los impactos negativos en los diversos sistemas eco ambientales y en las diversas formas de vida, generando alteraciones climáticas en la tierra.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, “el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables” (CMNUCC, New York, 1992, página 4). Las causas del cambio climático son atribuibles a: (a) La polución causada por la actividad humana y (b) Fenómenos naturales (erupciones volcánicas, incendios forestales, etc.). Las alteraciones ocurridas con mayor frecuencia durante los últimos años hacen que el cambio climático constituya un problema muy importante que pone en riesgo a la humanidad de todas las latitudes, debido a que tiene una relación directa con impactos en la salud y seguridad alimentaria, las actividades comerciales, la disponibilidad de agua y otros recursos naturales, afectando, en general, las condiciones de vida (FONAM, 2004, página 10). Los gases naturales y/o las emisiones antrópicas en referencia forman parte de las diversas capas atmosféricas (tropósfera, estratósfera, mesósfera, termósfera y exósfera), captan los rayos cósmicos y reenvían radiación infrarroja (FONAM, 2004, página 11), cuya presencia contribuyen al efecto invernadero.

Las empresas realizan la contabilidad de sus procesos, recursos y materia prima de la que disponen, esto con el fin de determinar los costos generados por las actividades que significa llevar a cabo sus objetivos, sean brindando servicios o bienes. Con los años la aparición de nuevos estándares se desarrolla de forma continua, muchos de los cuales se deben de cumplir por las leyes y normas

establecidas en los países y mercados. De tal forma, los gobiernos y sus autoridades, empiezan a considerarse regular las emisiones provenientes de las diversas áreas productivas, a través de normativas y directrices. Así, se presenta la realización de inventarios, los que han ido desarrollando diversas técnicas, evolucionando a través de los años, con el fin de presentar información que cuente con mayor precisión y calidad en la que se refleje la realidad con la mayor certeza posible.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), para inventariar las emisiones gaseosas, en forma de GEI o Huella de Carbono es necesario calcular detalladamente las emisiones tanto directas e indirectas de los GEI. De ello se obtiene la sumatoria de las emisiones en forma de CO<sub>2</sub>eq lanzadas al aire en un determinado período de tiempo (MINAM, Plan Nacional de Acción Ambiental, 2011, página 60). Por lo que, calculando la Huella de Carbono es posible diagnosticar el grado de contribución a la contaminación de las organizaciones y con ello implementar los ajustes necesarios en los distintos procesos propios, y con ello minimizar los GEI.

En la presente investigación se pretende determinar la HC del proyecto en obra referida de la carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo, utilizando el protocolo desarrollado conocido como protocolo GHG, identificando y cuantificando el origen activo de generación de los reconocidos GEI, tanto como evaluar la HC del proyecto, proponiendo una forma que permita neutralizar adecuadamente la HC mediante un programa de arborización y con el propósito de lograr la reducción de los GEI.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Es posible determinar la huella de carbono de la obra de la Carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo, mediante el protocolo GHG?

### **1.2.2. Problemas específicos**

1.2.2.1. ¿Es posible determinar las emisiones de gases de combustión directa de la maquinaria utilizada en la obra de construcción de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo?

- 1.2.2.2. ¿Es posible determinar el aporte a la HC de las emisiones secundarias de la obra vial de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la huella de carbono de la obra vial de la carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, mediante el protocolo GHG.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- 1.3.2.1. Estimar las emisiones de gases de combustión directa de la maquinaria utilizada en la obra vial de la carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo.
- 1.3.2.2. Estimar el aporte en la huella de carbono de las emisiones secundarias del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

Desde que se inició la industrialización de los recursos, que implicaron desde un inicio el empleo de comburentes, hasta la fecha, se han podido verificar cambios sustanciales en el medio, los mismos que han sido motivo de muchas investigaciones.

La humanidad ha sido testigo y víctima de los impactos producidos por las alteraciones climáticas; ante las alertas y emergencias generadas, se han establecidos cumbres ambientales (Kioto, Montreal, Lima, París, entre otras) con el fin de frenar o por lo menos controlar las emisiones antrópicas, hasta el momento sin mucho éxito, sobre todo en los países más industrializados.

Sin embargo, ha surgido una consciencia ambiental, en los diversos ámbitos y países; no obstante ello, la humanidad está amenazada por la contaminación, y es conocido que se avecinan complicaciones climáticas mayores, si es que no se actúa prontamente.

Las fuentes generadoras de la contaminación están en los centros de producción, en los procesos industriales y actividades que implican el uso de combustibles, dígame, quemadores, calderos, motores de combustión interna, reacciones de oxidación con hidrocarburos en motores y maquinarias, etc. Las

emisiones antrópicas se han denominado Gases de Efecto Invernadero GEI, y una de las herramientas utilizadas para medirla se denomina Huella Ecológica o de Carbono (HC), la cual determina la totalidad de los GEI, emitidos por individuos, organizaciones, empresas, industrias, parque automotor y vehículos por cualquier evento que realicen.

Para medir la HC se emplearon técnicas basadas en la llamada Huella Ecológica (HE), también es conocida como huella medioambiental, se define como la forma de medir el impacto humano sobre el planeta Tierra. Otro enfoque es considerando la superficie productiva de los ecosistemas que se necesita para producir los medios de vida de un individuo, siendo, igualmente, aquella superficie necesaria para absorber los desechos generados. Cuando se habla de sostenibilidad, se ha establecido una escala internacional que facilita el determinar el impacto personal de nuestros hábitos en el medio ambiente. Es posible calcular, entonces la HE cuando se producen bienes y servicios, donde hay un flujo de materiales y energía (entrada y salida) que provienen del entorno y vuelven a él, cuando acaba su vida útil, y los ecosistemas necesitan absorber tales residuos, y los productos finales. El otro aspecto lo constituyen las infraestructuras, espacios para viviendas y equipos, los cuales, a su vez, producen influencia sobre el entorno.

En esta investigación se efectuó el análisis de las emisiones producidas por las maquinarias empleadas en la construcción vial Sayán, y su impacto ambiental, mediante la medición de la Huella de carbono.

Por lo antes mencionado, se justifica el desarrollo de ésta investigación.

## **1.5 Delimitación de la investigación**

A medida que se fueron identificando las fuentes que vienen ocasionando alteraciones de las condiciones climáticas, se comenzaron a contabilizar las emisiones de GEI. Los reportes e investigaciones muestran que éstas han ido en aumento con el transcurso de los años. A partir de los primeros diagnósticos surgieron las cumbres empezando con la de Kyoto, y con ello, las recomendaciones, protocolos y vías a desarrollar e implementar medidas tangibles y reales con las que hacer frente al problema existente. Ante ello, se han involucrado a los diversos sectores y áreas, es decir, se han socializado y con la cantidad de información existente, es que las organizaciones empiezan a llevar a cabo la realización de los inventarios de emisiones de GEI.

### **Delimitación espacial**

La carretera Huaura – Sayán – Churín, se ubica en el Departamento de Lima, y comprende parte de las provincias de Huaura y Oyón, así como los distritos de Huaura, Sayán y Pachangará. Esta vía se ha dividido en los siguientes tres tramos: Huaura – Sayán, Sayán – Picunche, y Picunche – Churín, cubriendo una longitud total estimada de 107. 829 Kilómetros.

La Carretera Huaura–Sayán, es el paso obligado hacia las poblaciones que se ubican al noroeste del departamento de Lima, con gran influencia, tanto en el área turística como en la extracción de minerales, esto obliga a un proceso de integración para la inclusión a la economía formal de varias zonas, incluyendo la racionalización de los recursos e implementando medidas coadyuvantes para el ambiente.

Coordenadas UTM: [/@-10.8436857,-76.8942762](#).

El área en estudio corresponde al campamento ubicado en el km 55 +060 de la carretera Huaura – Sayán, donde se ubicaban oficinas administrativas, patio de máquinas, chancadora, entre otros.

### **Delimitación temporal**

La investigación se desarrolló en el período de 2015 a 2016, en el lugar referenciado, reportado y estimado.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Investigaciones internacionales**

Brito, O. A. (2011), identificó que al utilizar el protocolo de GEI se presentan algunas dificultades para determinar la huella ecológica (de carbono); y, de manera semejante, para determinar la huella de agua se encuentran dificultades al usar la metodología desarrollada por The Water Footprint Network.

Aguiar y col., (2019), en su artículo, referido al aumento poblacional en Costa Rica, comenta que una forma de determinar el estado de las carreteras es conociendo el aumento del parque automotor, pues se produce más deterioro de las autopistas con tal incremento, y consideraron que ante las variaciones climáticas, se prevé que aumente su resiliencia, y al evaluar el impacto ambiental que se produce durante la construcción o rehabilitación de carreteras en la zona de La Abundancia-Florencia, estimaron “la huella de carbono producida por la construcción de la capa de mezcla asfáltica que forma parte de la estructura del pavimento, mediante un Life Cycle Analysis (LCA)”, mediante la técnica de analizar y cuantificar el efecto de un determinado producto en las alteraciones climáticas, o también puede ser de un sistema o un proceso. Harvey et al. (2016), utilizaron la normativa ISO 14067 de la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), para evaluar el proceso de conversión de la materia prima en producto final. En ella se establecen los mecanismos, principios, requisitos y directrices para cuantificar y comunicar la Huella de Carbono Parcial (HCP), junto a normativas sobre el LCA como la ISO 14040, ISO 14044, ISO 14020, ISO 14024 e ISO 14025. Se puede apreciar que el seguimiento de este procedimiento les permitió hacer la caracterización del desempeño ambiental de un proyecto de construcción, seleccionando los materiales y procesos adecuados, poniendo en un mínimo la emisión de GEI, y asegurando la sostenibilidad en la producción de estos.

Vilches, C. (2011), realizó el análisis de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero utilizando el enfoque de Ciclo de Vida del Producto,

aplicando la metodología PAS 2050:2008.

Cordero, O. (2011), presentó una descripción general de la metodología francesa de cálculo Bilan Carbone, efectuando su aplicación metodológica en la Sociedad de Transportes Públicos de la ciudad Limoges S.T.C.Len Francia.

Halpern, D. (2013), realizó el cálculo de la Huella de Carbono usando el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero en una empresa de la industria del transporte de carga.

Berzosa, G. A. (2013), hizo el análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero en diferentes proyectos con los que se busca cubrir diversos tipos de obras de construcción de carreteras, y ello le permitió tomar las medidas para reducir la concentración de éstos en la atmósfera, pues su permanencia es prolongada en casos específicos.

Santillán, P. (2014), realizó la determinación de la huella de carbono, cuantificando las emisiones de GEI producidos por un producto para decidir la compensación de emisiones dentro del proceso productivo como política primordial de la empresa que la diferencia frente a otras.

Rodas, S. (2014), identificó las principales fuentes de gases de efecto invernadero resultantes de actividades docentes, investigativas y de gestión del Campus Central de la Universidad Rafael Landívar, estimando utilizando la hoja de cálculo Excel, Clean Air- Cool Planet Campus Carbon Calculator.

Muñoz, K. (2016), en su investigación determinó la Huella de Carbono adaptando dos metodologías, Green House Gas (Protocolo GHG) y la Norma ISO 14064. De acuerdo a los resultados obtenidos aquí, la autora trabajó con las tres fuentes de emisión, dentro de las cuales identificó las fuentes que generaron mayor cantidad de TonCO<sub>2e</sub>; 189,83 TonCO<sub>2e</sub> correspondieron a viajes aéreos (fuentes de emisiones indirectas); también las emisiones indirectas, con un consumo de energía con un total de 162,09 TonCO<sub>2e</sub>.

Se evidenció dentro de las emisiones directas, el consumo de combustible de vehículos propios que generó un total de 94,78 TonCO<sub>2e</sub>; consumo de resmas de papel A4 con 15,51 TonCO<sub>2e</sub> y el mantenimiento de vehículos propios con 1,37 TonCO<sub>2e</sub>". (1 ton



CO<sub>2</sub>e (equivalente): ocupa 510 m<sup>3</sup>, lo que correspondería a un cubo de 8 metros por lado, por lo que en una ton de CO<sub>2</sub> hay 22.727 moles y 1 mol equivale a 22.4 litros). (Fuente: Muñoz, K., 2016, página 15)

### **2.1.2. Investigaciones nacionales**

Cajia, V. y Cuba, K. (2020), en su tesis de grado, utilizaron la metodología de Greenhouse Gas Protocol, y analizaron las emisiones de alcances 1, 2 y 3, y obteniendo los siguientes resultados, 2727.9 tCO<sub>2</sub>eq, 11.49 tCO<sub>2</sub>eq y 9.71 tCO<sub>2</sub>eq, para el año 2018, obteniendo un valor total de la huella de carbono de 2749.1° tCO<sub>2</sub>eq/año emitido hacia la atmósfera. Y recomendaron mejoras administrativas mediante capacitaciones de técnicas de manejo y evaluación de rutas; asimismo, mejoras de ingeniería, mediante uso de combustible más eco amigable y un dispositivo acondicionado para captación de carbono.

Leiva, (2022), en su tesis de grado, utilizó herramientas para la cuantificación de las emisiones en unidades equivalentes (protocolo GHG, directrices del IPCC, guía del ISSN)

Ponce, R. & Rodríguez, D. (2016), publicaron una investigación, en la que se determinó la HC del Club Campestre El Bosque – Sede Chosica, empleando la metodología del Protocolo GHG, lograron cuantificar las emisiones de ese centro recreacional, durante el funcionamiento de sus instalaciones y que son un conjunto de labores y tareas mecánicas con uso de motores de combustión interna; asimismo, ellos propusieron la neutralización de las emisiones para reducir la huella de carbono. Los resultados muestran que en el Country Club EL Bosque, se utilizan un promedio de 94607.63 litros de combustibles fósiles por año, lo que arroja unas 167.24 toneladas CO<sub>2</sub> equivalente, siendo el porcentaje de participación más representativo el área del caldero calentador, con 33,91%; el calentador a gas, con 18.75%; la cocina industrial de 3 hornillas, con 10.65%; el camión ligero, 7.98%, y otras áreas que completan la diferencia porcentual. Todo esto corresponde al Alcance 1. El alcance 2 tiene una participación total de 423.80 ton de CO<sub>2</sub> equivalente, siendo las áreas más representativas: la operativa – mantenimiento y el área de ventas – servicios.

Saavedra, K. (2017), en su trabajo sobre huella de carbono,

utilizando la ISO 14064-1, mostró los resultados de sus cálculos sobre las emisiones de GEI de la compañía EDEGEL S.A.A. siguiendo la metodología de la norma ISO 14064-1, presentando un inventario de emisiones y una cuantificación global de las emisiones generadas durante 2014.

## **2.2 Definición de términos básicos**

### **Cambio Climático**

Es un fenómeno que ha producido alteraciones climáticas, atribuidas a la actividad humana, directa o indirectamente, y que produce alteraciones de los gases presentes en la atmósfera, y con ello se verifica la variabilidad climática que ha sido comparada con otros periodos de tiempo (WWF). La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) define al cambio climático como un “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992, p. 44).

### **Efecto Invernadero**

Es un fenómeno en el que algunos gases atmosféricos de efecto invernadero, bloquean la disipación de parte de la energía que el suelo recibió por la radiación cósmica. Por extensión, se afirma que es aplicable a todos los planetas dotados de atmósfera. La comunidad científica internacional coincide en que el denominado efecto invernadero está relacionado con la emisión de ciertos gases, como el dióxido de carbono y el metano, debidos a las actividades antropogénicas (CIIFEN, 2017).

Los gases se acumulan en la atmósfera como resultado de las actividades antrópicas, que determinan un aumento de la temperatura global. Todo esto es ocurre debido a los gases acumulados reducen la disipación del calor acumulado en la tropósfera. Parte de esa energía calorífica es absorbida por los océanos, aumentando su temperatura, con las implicancias en el calentamiento del planeta. Como el CO<sub>2</sub> y otros gases capturan la radiación solar de manera semejante al vidrio de un invernadero, el calentamiento global producido así es el llamado efecto invernadero (CIIFEN).

## **Gases de Efecto Invernadero**

GEI o GHG en inglés, son las fracciones molares de los componentes gaseosos atmosféricos, pueden ser de fuente naturales como antrópicas, y que cuando están concentrados, absorben del cosmos los rayos infrarrojos y los reenvían, (CMNUCC, 1992), con la limitante de que, al concentrarse suficientemente, forman nubes que impiden la salida de la radiación, generando el incremento de la temperatura atmosférica.

El protocolo de Kyoto considera un conjunto de gases (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, clorofluorocarbonos, perfluorocarbonos, el hexafluoruro de azufre, y el ozono), como los que, por sus características, coadyuvan en el incremento de la temperatura de la atmósfera, alterando los parámetros climáticos. Se considera al vapor de agua como un gas de efecto invernadero, no obstante, cumple una función de regulación, debido a su propia naturaleza. Estos gases permanecen en la parte media de la atmósfera como una capa, impidiendo que toda la radiación solar devuelta por la superficie pueda salir de la atmósfera, provocando con ello que la temperatura bajo la capa aumente. Sin embargo, se pone énfasis para el presente trabajo en los gases que más recurrentemente se hallan en la naturaleza son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

### **El dióxido de Carbono**

Es el más representativo GEI, porcentualmente hablando, después del vapor de agua, y está relacionado a actividad antrópica industrial o urbana. Este gas tiene también fuentes naturales (erupciones volcánicas). En el ciclo natural del carbono incluye al CO<sub>2</sub>, que juega un rol importante en gran número de procesos biológicos. El CO<sub>2</sub> se forma principalmente durante la combustión de los vehículos y maquinaria operada con hidrocarburos (carbón, petróleo, sus derivados y gas natural), por la quema de leña, por la tala y quema de bosques, y procesos industriales como la fabricación del cemento, entre otros (IDEAM, 2007).

Según Arroyo y Ramírez (2020), este gas actúa como un gran termostato que impide la fuga total de la radiación cósmica que incide en la superficie de la

Tierra. Asimismo, consideran que:

“... es un homeostato del oxígeno atmosférico ( $O_2$ ) regulando su concentración a través de la fotosíntesis y de la degradación de la materia orgánica hasta  $CO_2$  e interviene en la regulación del nivel de pH de los océanos mediante la formación de ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ) el cual es neutralizado por el carbonato de calcio ( $CaCO_3$ ) presente en el medio. Sin embargo, el aumento de  $CO_2$  en la atmósfera conduce a la desestabilización de estos sistemas y está actualmente relacionado con el calentamiento global del planeta, y los mecanismos estabilizadores del ciclo del carbono trabajan demasiado lentamente respecto a las escalas de tiempo de la vida del ser humano por lo que los efectos del calentamiento global durarán tanto como tome a estos procesos actuar, por lo que es inminente que se actúe también al respecto” (Arroyo y Ramírez, 2020, Dióxido de carbono sus dos caras, pág. 1)

“Los GEI retienen parte de la energía que el suelo emite en forma de radiación electromagnética, principalmente en la región infrarroja, después de haber sido calentado por la radiación solar, lo que impide que el calor de la superficie desaparezca notablemente y que la Tierra se enfríe, haciendo posible la vida como la conocemos en el planeta”. (Arroyo y Ramírez, 2020, Dióxido de carbono sus dos caras, pág. 3).

## **Metano**

El gas metano es uno de los GEI, con el cual se puede hacer el cálculo de la capacidad oxidante de la troposfera. El metano ( $CH_4$ ) es el principal componente de estos gases, el mismo que se forma por una reacción de descomposición de la materia orgánica presente en los organismos vivos. Se obtiene de varias fuentes:

1. De los procesos agrícolas relacionadas con: a) Reacciones fermentativas en el tracto digestivo de los animales herbívoros (reacción entérica); b) Reacciones anaerobias de los excrementos de animales de uso pecuario; c) Desechos de la siembra de arroz bajo riego y d) Incineración de lotes de cultivo y de residuos del agro.
2. La ubicación adecuada de los residuos orgánicos.
3. Los procesos de tratamiento anaerobio de los efluentes urbanos e industriales. Se incluyen fuentes primarias de gas natural y combustibles derivados del petróleo y el carbón

mineral. Es conocido que las concentraciones de gases resultantes de la fermentación entérica de los rumiantes es muy significativa debido a la extendida frontera de crianza de vacas y rumiantes destinados a la producción de leche, sus derivados y carnes, según estimaciones, puede llegar hasta el 37% del CH<sub>4</sub> presente en la atmósfera (IDEAM, 2007).

### **Óxido Nitroso**

El óxido nitroso, es otro GEI que aporta con el casi 6% de la mezcla. Se encuentra los mares, en el consumo de hidrocarburos, en la biomasa de los océanos y en el agro. Este gas no reacciona en la tropósfera: es inerte. Sin embargo, en la estratósfera reacciona, con la presencia de la luz, con el ozono presente en esa capa. Se puede decir que óxido nitroso más representativo de los GEI es aportado por los suelos agrícolas, y en mucha menos cantidad por el uso de combustibles fósiles para generar energía, tanto como de la degradación de materia proteica en las aguas residuales domésticas (IDEAM, 2007).

### **CO<sub>2</sub> Equivalente y Potencial de Calentamiento Global (PCG)**

El dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>e) es un referente universal de medición utilizada para indicar el potencial de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero (Mongabay, 2009). La capacidad de aporte de los GEI al incremento general de la temperatura del globo es debido a que el dióxido de carbono, permanece en la atmósfera en un rango estimado de 200 a 450 años. Se considera como potencial 1. En cuanto al gas metano, permanece entre 9 y 15 años: se le asigna un potencial de 28, es decir, tiene 28 veces la capacidad que el dióxido de carbono. Y así, el óxido nitroso, permanece alrededor de 120 años y su potencial de calentamiento global es 265 (datos del IPCC, 2013). Al presente, el efecto de estos gases, se estima que tiene una concentración aproximada de 472 ppm. Ello sería suficiente para producir un incremento de temperatura en alrededor de 2° C.

### **Huella de Carbono**

Una definición interesante sobre HC la dan Ponce, R. & Rodríguez, D, 2016, como sigue:

Es un indicador que mide la cantidad de gases de efecto invernadero,

expresados en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente, asociados a las actividades de una empresa, entidad, evento, producto, servicio o persona individual. La medición de la huella de carbono es la contribución de cada una de estas actividades al calentamiento global, porque sólo se puede actuar sobre lo que se ha medido previamente. El cálculo de la huella de carbono es una herramienta que nos permite detectar dónde se producen los principales impactos de la actividad estudiada (Ponce, R. & Rodríguez, D, 2016, página 23)

Otro aspecto es el impacto de la HC en el ambiente y clima. Las emisiones directas e indirectas, incluyendo los GEI, son lanzados como contaminación atmosférica, debida a la actividad industrial, del ciclo de vida de los productos desechados, es decir, los eventos y actividad de los individuos. Las fuentes se identifican como los procesos de producción de energía eléctrica, del consumo de hidrocarburos, uso de transporte motorizado, y diversos procesos industriales y del agro (García G, 2013).

### **Carbono Neutro**

Igualmente, se puede definir al carbono neutro como:

Carbono neutro hace referencia a una huella de carbono igual a cero. Una organización que quiere conseguir carbono neutro, lo que tiene que hacer es reducir su impacto en el cambio climático, por lo general, primero calcula su huella de carbono y luego identificará las áreas de sus operaciones en las que se puede hacer reducciones de emisiones. (Ponce, R. & Rodríguez, D, 2016, página 24).

Una manera de lograr la huella de carbono es comprar compensaciones de carbono, aportando dinero para proyectos de energía no contaminante como la eólica o solar. También pueden financiar programas de reforestación o conservación de parques naturales. Los primeros ayudan a reducir el uso de energía contaminante mientras que los segundos son limpiadores del carbono del ambiente (Aguilar A., 2012, Carbono Neutral, página 33).

## **Protocolo Greenhouse Gas**

Greenhouse Gas Protocol o Protocolo GHG es un instrumento de uso mundial para calcular los inventarios de las emisiones de los GEI. En las cumbres mundiales de Kyoto y Montreal se diseñaron los mecanismos para realizar el recuento de las emisiones, con el propósito de tomar acciones para el control de las mismas.

Dos organizaciones, World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), juntamente con empresas, gobiernos y grupos de interés, se abocaron al diseño de programas que resulten efectivos para el tratamiento del cambio del clima, y como resultado de ello se logró el GHG Protocol, que hoy se usa en todo el mundo.

Esta herramienta brinda utilidad en lo siguiente:

- Permite preparar inventarios de los GEI.
- Es aplicable a todo tipo de organización y actividad.
- Simplifica y reduce costos de inventariar los GEI.
- Ofrece información para planear estrategias de gestión y reducción.
- Facilita la transparencia en el sistema de contabilización.

De ello se deducen dos aplicaciones:

1. El Estándar Corporativo para conteo e informe del GHG Protocol, para cuantificar y reportar sus emisiones de GEI.
  2. El Estándar de Cuantificación de Proyectos del GHG Protocol, útil para cuantificar las reducciones de emisiones de GEI.
- En el presente trabajo de investigación se empleó el primero.

## **Proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de Carretera**

Conjunto de obras y actividades que comprenden principalmente trabajos de ampliación y asfaltado de la plataforma y red integral de drenaje, mejorando las condiciones de transitabilidad de la vía, mayor capacidad de transporte por la utilización de vehículos de gran tonelaje, reducción de los tiempos de recorrido vehicular, así como la movilización de productos de la región, incentivar el turismo, etc., como parte de la integración socioeconómica de las poblaciones del ámbito geográfico y sus áreas de influencia.

**Cambio Climático:** Según el IPCC, es un fenómeno que altera el clima, y es producido por la variabilidad natural y/ a la actividad humana (IPCC).

**Efecto Invernadero:** Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera planetaria, retienen parte de la energía que el suelo emite al haber sido calentado por la radiación solar (CIIFEN).

**Emisión Atmosférica:** Conjunto de sustancias que se vierten a la atmósfera (Wikipedia).

**Potencial de Calentamiento Global:** es una medida de la contribución estimada al calentamiento mundial de una masa determinada de gases de efecto invernadero (RAMAS).

**Forzamiento radiativo:** Es un indicador de la influencia que la relación del balance de energía del sistema Tierra-atmósfera (entrada y salida). Este factor se erige como índice de un posible mecanismo de cambio climático. (Ponce, R. & Rodríguez, D, 2016).

**Bono de Carbono:** Es un mecanismo de desarrollo limpio creado y desarrollado bajo el Protocolo de Kioto para mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero en los países desarrollados, y fomentar el desarrollo sostenible y la inclusión social en los países en desarrollo (Wikipedia).

**Inventario de gases de efecto invernadero:** Es un procedimiento de conteo de gases de efecto invernadero, que son emitidos o eliminados hacia la atmósfera durante un período de tiempo específico (Secretaría Distrital de Ambiente Bogotá).

**Política Ambiental:** Es el conjunto de normas y procedimientos que una persona, una empresa o una organización utiliza para realizar una determinada acción que altera el medio ambiente (ISO 14001:2015).

## 2.3 Hipótesis de investigación

### 2.3.1 Hipótesis general

H1: Es posible determinar la huella de carbono del proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Huaura – Sayán tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, mediante el protocolo GHG.



H0: No es posible determinar la huella de carbono del proyecto Mejoramiento y Rehabilitación de la Carretera Huaura – Sayán tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, mediante el protocolo GHG.

### **2.3.2 Hipótesis específicas**

- ✓ Es posible evaluar los gases de efecto invernadero a partir de las emisiones de la maquinaria pesada utilizada en el proyecto.
- ✓ Es posible evaluar el cambio de maquinaria y la reforestación, de acuerdo a la Norma ISO 14064 I como una alternativa para reducir el impacto de los gases de efecto invernadero en la región comprendida del proyecto.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño Metodológico.**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

Es aplicada, por su finalidad, porque se pretende utilizar los resultados de la investigación para intentar resolver el problema de contaminación existente.

#### **3.1.2 Nivel de Investigación**

Descriptivo, porque se describe y se mide la realidad problemática.

#### **3.1.3 Diseño**

Es no experimental, ex post facto, porque no se controla la variable independiente, y se basa en hechos y eventos ya ocurridos.

La Investigación se diseñó en dos partes: La primera, fue la formulación y planeamiento de la Investigación descriptiva, y la segunda, la ejecución, que consta de la obtención de datos de campo, con recuperación de datos directamente tomados de los espacios objeto de estudio (Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo)

#### **3.1.4 Enfoque**

Es cuantitativa.

Con criterio técnico, se analizaron las emisiones de GEI y la carga de emisiones de CO<sub>2</sub>eq., a objeto de identificar el nivel de afectación de los espacios de estudio.

Es longitudinal, por el análisis de cambios en el tiempo en determinadas variables o relaciones entre estas. Con la data obtenida se hacen inferencias.

### **3.2. Población y Muestra.**

#### **3.2.1 Población**

El área y poblaciones aledañas a la carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo.

#### **3.2.3 Muestra**

Para la investigación, estamos considerando que la muestra será el campamento y las oficinas administrativas del proyecto.

#### **Ubicación geográfica:**



Figura 1: Imagen del tramo (fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones)



Figura 2: Toma aérea Google Maps  
(Coordenadas entre -11.067389217815368, -77.60911789441047 y -10.83548499084468, -76.88539355383415)

### 3.3. Técnica para recolección de datos

La data recopilada se obtuvo de dos formas:

- i. Información directa del Proyecto.
- ii. Cálculos y estimaciones mediante el uso de fórmulas pre establecidas por el IPCC

La primera, se consigna en las tablas adjuntas en el anexo y la segunda se muestra a continuación, en el capítulo de resultados.

Los cálculos utilizados para las emisiones de **alcance 1**, de la Compañía, se

realizaron con la siguiente formulación:

**Cálculo de dióxido de carbono:**

$$CO_2 = (Cantidad\ total * (Factor\ de\ emisión\ de\ CO_2 * Poder\ calorífico * Densidad))$$

**Cálculo de metano:**

$$CH_4 = ((Cantidad\ total * (Factor\ de\ emisión\ de\ CH_4 * Poder\ calorífico * Densidad)) * Conversión\ GWP\ CH_4)$$

**Cálculo de óxido nitroso:**

$$N_2O = ((Cantidad\ total * (Factor\ de\ emisión\ de\ N_2O * Poder\ calorífico * Densidad)) * Conversión\ GWP\ N_2O)$$

Otros gases que aportan son los compuestos fluorinados: HFCs (Hidrofluorocarbonados), PFCs (Perfluorocarburos), SF6 (Hexafluoruro de azufre) y NF3 (Trifluoruro de nitrógeno). Las emisiones de estos gases se ponderan por su potencial de calentamiento global (GWP) y se expresan en equivalentes de CO<sub>2</sub>.

Existen otros 34 gases complejos que aportan como gases de efecto invernadero, aunque todos se refieren como equivalentes de CO<sub>2</sub> para efectos prácticos

Asimismo, efectos prácticos, los cálculos para las emisiones de energía del **alcance 2**, se realizaron con las fórmulas que a continuación se detallan:

**Cálculo de dióxido de carbono:**

$$CO_2 = ((Cantidad\ total\ utilizada\ basada\ en\ la\ ocupación * Factor\ de\ emisión))$$

**Cálculo de metano:**

$$CH_4 = ((Cantidad\ total\ utilizada\ basada\ en\ la\ ocupación * CH_4\ Factor\ de\ emisión) * Conversión\ GWP\ CH_4)$$

**Cálculo de óxido nitroso:**

$$N_2O = ((Cantidad\ total\ utilizada\ basada\ en\ la\ ocupación * Factor\ de\ emisión\ N_2O) * Conversión\ GWP\ N_2O)$$

En cuanto a las emisiones de **Alcance 3**, según lo expresado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA), son casi siempre las más importantes, pues a menudo representan más de 70% de la huella de carbono de una empresa. Sin embargo, las emisiones directas de la empresa son las de los

alcances 1 y 2, y pueden ser controladas tomando medidas como el cambio a energías renovables o vehículos eléctricos; pero, las emisiones de alcance 3 están bajo el control de los proveedores o clientes, las cuales se ven afectadas por decisiones externas a la empresa. Es la razón por la que, para los efectos de esta investigación, no son significativas.



Figura 3: Emisiones de alcance 3

Fuente: (<https://es.weforum.org/agenda/2022/09/cual-es-la-diferencia-entre-las-emisiones-de-alcance-1-2-y-3-y-que-hacen-las-empresas-para-reducir-las-tres/>)

### 3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

#### *Procesamiento y análisis de datos.*

Con base en los cuadros y gráficas obtenidas, se utiliza el procedimiento del Protocolo GHG, para obtener las TCO<sub>2</sub>.eq. De acuerdo a la cantidad de datos disponibles se ha utilizado Excel. Interpretación de los resultados, se establece una relación con la normativa internacional vigente.

Figure [5.2] Overview of GHG Protocol scopes and emissions across the value chain

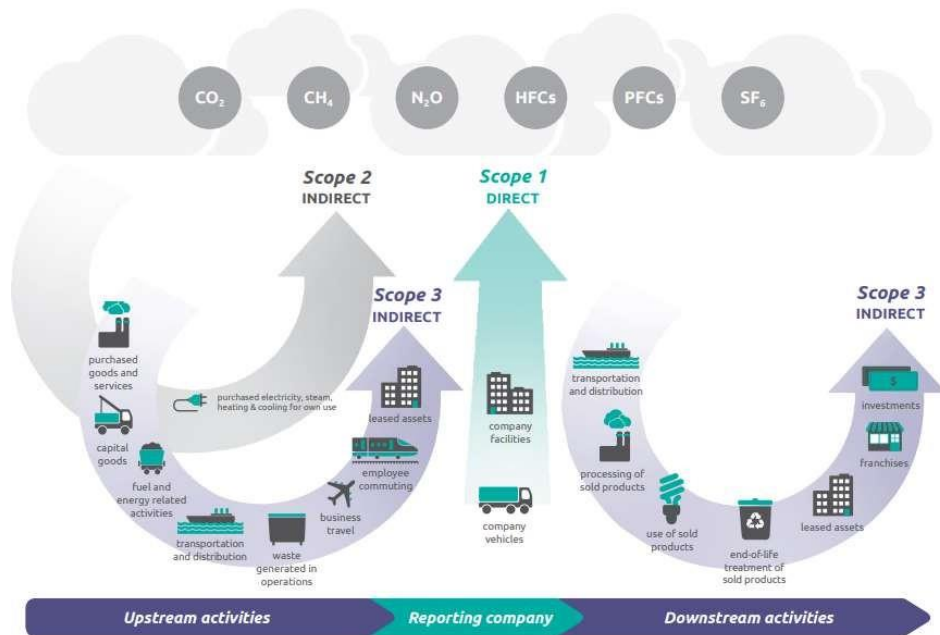


Figura 4: Greenhouse Gas Protocol

Fuente: (<https://es.weforum.org/agenda/2022/09/cual-es-la-diferencia-entre-las-emisiones-de-alcance-1-2-y-3-y-que-hacen-las-empresas-para-reducir-las-tres/>)

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En base a los cálculos y estimaciones realizados, a continuación se muestran los resultados logrados

Tabla 1:

*Clasificación operacional de un proyecto de acuerdo al tipo de alcance*

Alcance	Descripción
Tipo 1	Emisión directa de G.E.I. debidos a carburación de combustibles
Tipo 2	Emisión indirecta de G.E.I. debidos al consumo de energía
Tipo 3	Emisiones indirectas de G.E.I. debidos al servicio de agua, uso de papel y vehículos de transporte doméstico (mayormente se trata de empresas externas y de servicios)

Fuente: Elaboración propia del autor

Para realizar los cálculos correspondientes, se utilizó la tabla de factores de conversión del IPCC (del año 2006):

Tabla 2:

*Datos del poder calorífico inferior, densidad y los factores de las emisiones de G.E.I.*

Combustible	Poder calorífico neto, (kJ/kg)	Densidad (kg/l)	CO <sub>2</sub> (kg/gJ)	CH <sub>4</sub> (kg/gJ)	N <sub>2</sub> O (kg/gJ)	PCG CO <sub>2</sub>	PCG CH <sub>4</sub>	PCG N <sub>2</sub> O
GLP	47210	0.540	60.5	0.060	0.00025	1	21	310
Diesel B5	45450	0.880	75.0	0.005	0.00390	1	21	310
Aceites lub.	41000	0.855	74.1	0.002	0.00059	1	21	310
Gasolina 98	47700	0.7199	70.1	0.035	0.00295	1	21	310

Fuente: IPCC (2007)

Resultados:

De acuerdo con Crispín (2018), se procedió a utilizar la fórmula de emisión directa siguiente:

$$E.D. = \frac{C.C.*PCN}{10^3} * (FE_{CO_2} + FE_{CH_4} * PCG_{CH_4} + FE_{N_2O} * PCG_{N_2O})$$

La huella total de carbono :

$$E.T.=E.D. + E.I.+E.O.I.$$

*E.D. Emisión directa; E.I., emisión indirecta, E.O.I, otras emisiones indirectas.*

(1 gal = 3.78541 litros)

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 3

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub> y EI en ton. CO<sub>2</sub>*

ENERO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	10788	2849.889444	28.47783876	3.070546968
Tractores	41133	10866.19415	108.5816594	11.70752766
Esparc. Asfalto	0	0	0	0
Camión lanzador c	0	0	0	0
Cargadores	39672	10480.2386	104.7249554	11.29168885
Excavadoras	75716	20002.06054	199.8728253	21.55075401
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	0	0	0	0
Retroexcavadoras	6878	1816.976232	18.15633806	1.957658699
Tractor de neumát	0	0	0	0
Cisternas	4087	1079.671687	10.78873999	1.163267098
Camiones grúa	3751	990.9098354	9.90177727	1.06763271
Volquetes	92821	24520.72563	245.0260912	26.4192844
Camiones de hormig	6282	1659.529615	16.58303514	1.78802151
Camión esparcidor	0	0	0	0
Camión cisterna	19422	5130.752019	51.26961294	5.528009197
Ambulancias	608	160.6166835	1.45464	0.156842676
Automóviles	7053	1863.206363	16.8743025	1.819426636
Camiones carrocería	4558	1204.096782	12.03207166	1.297326018
Cama baja	2680	707.981434	7.0745836	0.762798097
Ómnibuses	10444	2759.014215	27.56975788	2.972635571
Pick up	12430	3283.660158	29.738775	3.206504053
Rodillo compactador	14897	3935.372919	39.32465369	4.240075842
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>353220</b>	<b>93310.89631</b>	<b>927.4516578</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia



*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

FEBRERO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	15166	4006.435234	40.03475182	2.874539372
Tractores	37066	9791.805907	97.84571482	7.025430329
Esparc. Asfalto	0	0	0	0
Camión lanzador c	0	0	0	0
Cargadores	172673	45615.40229	455.8170052	32.72816412
Excavadoras	75079	19833.78287	198.1912918	14.23035352
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	0	0	0	0
Retroexcavadoras	8589	2268.974827	22.67298453	1.627945316
Tractor de neumát	0	0	0	0
Cisternas	4172	1102.126322	11.01312044	0.790754204
Camiones grúa	2543	671.7898457	6.71293511	0.481996151
Volquetes	129238	34141.08379	341.1585953	24.49556372
Camiones de hormig	7571	2000.047551	19.98569867	1.434995225
Camión esparcidor	0	0	0	0
Camión cisterna	23314	6158.910131	61.54359778	4.418898254
Ambulancias	634	167.4851601	1.516845	0.108911145
Automóviles	6819	1801.390074	16.3144575	1.171396057
Camiones carrocería	4653	1229.193139	12.28284981	0.881922174
Cama baja	2857	754.7399093	7.54182289	0.541511208
Ómnibuses	9565	2526.806872	25.24940005	1.812934794
Pick up	11298	2984.617254	27.030465	1.940817224
Rodillo compactador	18117	4786.007328	47.82471309	3.43386719
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>529354</b>	<b>139840.5985</b>	<b>1392.736249</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

MARZO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	16273	4298.873834	42.95697721	3.899573887
Tractores	33565	8866.939116	88.60388005	8.043335433
Esparc. Asfalto	0	0	0	0
Camión lanzador c	0	0	0	0
Cargadores	45125	11920.76948	119.1196213	10.81351144
Excavadoras	74598	19706.71605	196.9215625	17.87626208
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	2785	735.7195125	7.35175945	0.667382368
Retroexcavadoras	9084	2399.740055	23.97967068	2.176840729
Tractor de neumát	74	19.54874109	0.19534298	0.017732961
Cisternas	4778	1262.214661	12.61282106	1.144974131
Camiones grúa	3360	887.6185142	8.8696272	0.805172264
Volquetes	138505	36589.16736	365.6213439	33.19059062
Camiones de hormig	6189	1634.961603	16.33753653	1.483098555
Camión esparcidor	773	204.2050927	2.04054221	0.185237548
Camión cisterna	23607	6236.312579	62.31705039	5.657054061
Ambulancias	674	178.0520472	1.612545	0.146384564
Automóviles	5948	1571.296108	14.23059	1.291832917
Camiones carrocería	5893	1556.766638	15.55616461	1.412166713
Cama baja	3171	837.6899728	8.37071067	0.759881325
Ómnibuses	11140	2942.87805	29.4070378	2.669529472
Pick up	12829	3389.064857	30.6933825	2.786302032
Rodillo compactador	20753	5482.365186	54.78314681	4.973136906
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>419124</b>	<b>110720.899</b>	<b>1101.581313</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

ABRIL				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	19591	5175.397117	51.71573407	4.381503119
Tractores	36273	9582.317371	95.75237721	8.112411957
Esparc. Asfalto	0	0	0	0
Camión lanzador c	0	0	0	0
Cargadores	53427	14113.92689	141.0349918	11.94888302
Excavadoras	75229	19873.40869	198.5872573	16.82487357
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	4063	1073.331555	10.72538551	0.908684966
Retroexcavadoras	10564	2790.714876	27.88653028	2.362625642
Tractor de neumát	230	60.75960068	0.6071471	0.051439218
Cisternas	5110	1349.919824	13.4892247	1.142845232
Camiones grúa	3654	965.2851342	9.64571958	0.817212618
Volquetes	140173	37029.80655	370.0244802	31.34951951
Camiones de hormig	5726	1512.649885	15.11532302	1.280612876
Camión esparcidor	3018	797.2716298	7.96682586	0.674971998
Camión cisterna	26515	7004.525269	69.99350155	5.930047226
Ambulancias	751	198.3933048	1.7967675	0.15222722
Automóviles	6273	1657.152065	15.0081525	1.271533087
Camiones carrocería	6552	1730.856103	17.29577304	1.465346763
Cama baja	4149	1096.050362	10.95240573	0.927918761
Ómnibuses	10736	2836.152491	28.34057072	2.401093231
Pick up	14395	3802.758486	34.4400375	2.917857291
Rodillo compactador	22707	5998.55762	59.94125739	5.078392697
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>449136</b>	<b>118649.2348</b>	<b>1180.319463</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

MAYO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	22908	6051.656227	60.47185116	4.836999279
Tractores	38981	10297.69563	102.9008744	8.230795743
Esparc. Asfalto	1882	497.1720368	4.96804714	0.397382253
Camión lanzador c	304	80.30834176	0.80249008	0.064189269
Cargadores	61728	16306.82013	162.9477226	13.03380005
Excavadoras	75868	20042.21471	200.2740704	16.01944566
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	5341	1410.943597	14.09901157	1.12774634
Retroexcavadoras	12044	3181.689698	31.79338988	2.543077497
Tractor de neumát	480	126.8026449	1.2670896	0.101351478
Cisternas	5442	1437.624986	14.36562834	1.14907238
Camiones grúa	3947	1042.687582	10.41917219	0.833404756
Volquetes	141841	37470.44574	374.4276166	29.94957284
Camiones de hormig	5263	1390.338167	13.89310951	1.111276724
Camión esparcidor	522	137.8978763	1.37795994	0.110219732
Camión cisterna	29423	7772.73796	77.66995271	6.212634441
Ambulancias	828	218.7345624	1.98099	0.15845467
Automóviles	6598	1743.008023	15.785715	1.262661728
Camiones carrocería	7210	1904.681395	19.0327417	1.522383656
Cama baja	4149	1096.050362	10.95240573	0.876056836
Ómnibuses	10331	2729.162759	27.27146387	2.181379411
Pick up	15960	4216.187943	38.1843	3.054271169
Rodillo compactador	24740	6535.619655	65.3079098	5.223824086
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>475790</b>	<b>125690.48</b>	<b>1250.193512</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8.  
Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>

JUNIO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	22007	5813.637096	58.09341839	4.425338223
Tractores	41985	11091.26885	110.8307435	8.442669391
Esparc. Asfalto	2548	673.1107066	6.72613396	0.5123716
Camión lanzador c	821	216.8853572	2.16725117	0.165093047
Cargadores	60182	15898.40995	158.8666381	12.10186327
Excavadoras	78328	20692.07827	206.7679046	15.75080167
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	6125	1618.054583	16.16859125	1.231662499
Retroexcavadoras	10155	2682.668456	26.80686435	2.042046151
Tractor de neumát	477	126.0101284	1.25917029	0.095918859
Cisternas	4896	1293.386978	12.92431392	0.984525648
Camiones grúa	5864	1549.105645	15.47961128	1.179178595
Volquetes	152765	40356.2626	403.2644641	30.71917088
Camiones de hormig	8868	2342.678864	23.40948036	1.783246211
Camión esparcidor	897	236.9624426	2.36787369	0.180375716
Camión cisterna	26619	7031.999176	70.26803763	5.352754949
Ambulancias	891	235.3774096	2.1317175	0.162386225
Automóviles	6778	1790.559015	16.216365	1.235301724
Camiones carrocería	7481	1976.272055	19.74811937	1.504337495
Cama baja	5294	1398.527504	13.97494238	1.064558575
Ómnibuses	10568	2791.771565	27.89708936	2.125095394
Pick up	16999	4490.662834	40.6701075	3.098095899
Rodillo compactador	29058	7676.315115	76.70643666	5.843207983
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>499606</b>	<b>131982.0046</b>	<b>1312.745274</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9.  
Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>

JULIO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	12686	3351.28824	33.48812222	3.286871655
Tractores	33006	8719.26687	87.12824862	8.551670017
Esparc. Asfalto	3197	844.558449	8.43934469	0.828324821
Camión lanzador c	549	145.030525	1.44923373	0.14224283
Cargadores	50679	13387.9818	133.7809038	13.13064548
Excavadoras	69661	18402.498	183.889018	18.04877553
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	3759	993.023213	9.92289543	0.973935878
Retroexcavadoras	9279	2451.25363	24.49442583	2.404137008
Tractor de neumát	585	154.540723	1.54426545	0.151570228
Cisternas	4421	1167.90519	11.67042317	1.145456376
Camiones grúa	3917	1034.76242	10.33997909	1.014872795
Volquetes	108343	28621.2062	286.0006011	28.0710654
Camiones de hormig	8443	2230.40569	22.28757811	2.187534083
Camión esparcidor	717	189.411451	1.89271509	0.18577069
Camión cisterna	16832	4446.54608	44.43260864	4.361077069
Ambulancias	750	198.129133	1.794375	0.176118574
Automóviles	5817	1536.68955	13.9171725	1.365975659
Camiones carrocería	6150	1624.65889	16.2345855	1.593430607
Cama baja	3830	1011.77944	10.1103191	0.992331581
Ómnibuses	8150	2153.00324	21.5141255	2.111619422
Pick up	13784	3641.34929	32.97822	3.236824562
Rodillo compactador	23311	6158.11761	61.53567847	6.039749735
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>387866</b>	<b>102463.406</b>	<b>1018.844839</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

AGOSTO				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	16709	4414.0529	44.10791693	4.062622599
Tractores	29665	7836.66763	78.30877705	7.2127416
Esparc. Asfalto	4120	1088.38937	10.8758524	1.001735897
Camión lanzador c	249	65.778872	0.65730273	0.060541805
Cargadores	53045	14013.0131	140.0265997	12.89734968
Excavadoras	83657	22099.8518	220.8352389	20.34034465
Maquina cortadora pav	19	5.01927136	0.05015563	0.004619656
Recicladora de asfalto	2362	623.974682	6.23513674	0.574296162
Retroexcavadoras	10055	2656.25124	26.54288735	2.444770497
Tractor de neumát	581	153.484035	1.53370637	0.141264213
Cisternas	5076	1340.93797	13.39947252	1.234177528
Camiones grúa	3907	1032.12069	10.31358139	0.949947124
Volquetes	111948	29573.5469	295.516972	27.21901219
Camiones de hormig	7683	2029.63483	20.28135291	1.868042937
Camión esparcidor	829	218.998735	2.18836933	0.201562878
Camión cisterna	17490	4620.37137	46.1695773	4.252514768
Ambulancias	886	234.056549	2.119755	0.195243058
Automóviles	5819	1537.2179	13.9219575	1.282301752
Camiones carrocería	6525	1723.72345	17.22449925	1.58648707
Cama baja	4795	1266.70559	12.65769715	1.165855249
Ómnibuses	8865	2341.88635	23.40156105	2.155434158
Pick up	16087	4249.73781	38.4881475	3.54500572
Rodillo compactador	23049	6088.9045	60.84405873	5.60412881
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>413421</b>	<b>109214.326</b>	<b>1085.700575</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

SEPTIEMBRE				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	20732	5476.81757	54.72771164	4.677656421
Tractores	32324	8539.10144	85.32792548	7.293100817
Esparc. Asfalto	5043	1332.22029	13.31236011	1.137826612
Camión lanzador c	667	176.202842	1.76072659	0.15049184
Cargadores	55411	14638.0445	146.2722955	12.50210399
Excavadoras	97653	25797.2056	257.7814598	22.03295304
Maquina cortadora pav	15	3.96258265	0.03959655	0.003384374
Recicladora de asfalto	965	254.926151	2.54737805	0.217728075
Retroexcavadoras	10831	2861.24885	28.59134887	2.443743811
Tractor de neumát	577	152.427346	1.52314729	0.130185595
Cisternas	5731	1513.97075	15.12852187	1.293056577
Camiones grúa	3897	1029.47897	10.28718369	0.879260422
Volquetes	115553	30525.8876	305.0333428	26.07163961
Camiones de hormig	6923	1828.86398	18.27512771	1.562001515
Camión esparcidor	941	248.586018	2.48402357	0.212313076
Camión cisterna	18148	4794.19667	47.90654596	4.094641555
Ambulancias	1022	269.983965	2.445135	0.208989214
Automóviles	5821	1537.74624	13.9267425	1.190338761
Camiones carrocería	6900	1822.78802	18.214413	1.556812141
Cama baja	5760	1521.63174	15.2050752	1.2995997
Ómnibuses	9580	2530.76945	25.2889966	2.161487001
Pick up	18390	4858.12633	43.998075	3.760578907
Rodillo compactador	22693	5994.85921	59.90430061	5.120106944
Scania P420	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>445577</b>	<b>117709.046</b>	<b>1169.981433</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia



Tabla 12.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

OCTUBRE				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	17544	4634.63667	46.31212488	4.048639443
Tractores	28955	7649.10538	76.43454035	6.681962783
Esparc. Asfalto	3787	1000.42003	9.99680899	0.87392827
Camión lanzador c	1084	286.36264	2.86151068	0.250155333
Cargadores	46178	12198.9428	121.8992991	10.65652486
Excavadoras	100104	26444.6916	264.2515361	23.10106035
Maquina cortadora pav	10	2.64172177	0.0263977	0.002307706
Recicladora de asfalto	0	0	0	0
Retroexcavadoras	10581	2795.2058	27.93140637	2.44178374
Tractor de neumát	400	105.668871	1.055908	0.092308241
Cisternas	5202	1374.22366	13.73208354	1.200468672
Camiones grúa	3576	944.679704	9.43981752	0.825235673
Volquetes	110764	29260.767	292.3914843	25.56107497
Camiones de hormig	4933	1303.16135	13.02198541	1.13839138
Camión esparcidor	976	257.832045	2.57641552	0.225232108
Camión cisterna	18072	4774.11958	47.70592344	4.17048632
Ambulancias	989	261.266283	2.3661825	0.206853385
Automóviles	6307	1666.13392	15.0894975	1.319134782
Camiones carrocería	6582	1738.78127	17.37496614	1.518932103
Cama baja	4589	1212.28612	12.11390453	1.059006293
Ómnibuses	9069	2395.77747	23.94007413	2.09285859
Pick up	16556	4373.63456	39.61023	3.462754946
Rodillo compactador	19949	5269.97076	52.66077173	4.603642741
Scania P420	19358	5113.845	51.10066766	4.467257315
TOTALES	435565	115064.154	1143.893536	100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

NOVIEMBRE				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	14356	3792.45577	37.89653812	3.511375953
Tractores	25585	6758.84514	67.53851545	6.257909847
Esparc. Asfalto	2531	668.61978	6.68125787	0.619064679
Camión lanzador c	910	240.396681	2.4021907	0.222579557
Cargadores	36944	9759.5769	97.52366288	9.03624082
Excavadoras	102555	27092.1776	270.7216124	25.08422687
Maquina cortadora pav	4	1.05668871	0.01055908	0.000978372
Recicladora de asfalto	0	0	0	0
Retroexcavadoras	10330	2728.89859	27.2688241	2.526644859
Tractor de neumát	222	58.6462233	0.58602894	0.054299628
Cisternas	4672	1234.21241	12.33300544	1.14273812
Camiones grúa	3255	859.880436	8.59245135	0.796149953
Volquetes	105975	27995.6464	279.7496258	25.92073465
Camiones de hormig	10904	2880.53342	28.78405208	2.667041195
Camión esparcidor	1011	267.078071	2.66880747	0.247283442
Camión cisterna	18301	4834.61501	48.31043077	4.476295021
Ambulancias	855	225.867211	2.0455875	0.189537808
Automóviles	6793	1794.5216	16.2522525	1.505883425
Camiones carrocería	6263	1654.51034	16.53287951	1.531885455
Cama baja	3417	902.676328	9.02009409	0.835774006
Ómnibuses	10603	2801.01759	27.98948131	2.593418726
Pick up	14722	3889.14279	35.222385	3.2635972
Rodillo compactador	17205	4545.0823	45.41724285	4.208221181
Scania P420	13525	3572.92869	35.70288925	3.308119237
<b>TOTALES</b>	<b>410938</b>	<b>108558.386</b>	<b>1079.250374</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14.

*Cálculos de ED en ton de CO<sub>2</sub>*

DICIEMBRE				
Equipo /Vehículo	Litros/mes	galones/mes	CO2 formado (TM)	Participación %
Motoniveladoras	9835	2598.13336	25.96213795	3.49399965
Tractores	14523	3836.57252	38.33737971	5.159466895
Esparc. Asfalto	2457	649.071039	6.48591489	0.872878204
Camión lanzador c	736	194.430722	1.94287072	0.261472673
Cargadores	23187	6125.36026	61.20834699	8.237454996
Excavadoras	61737	16309.1977	162.9714805	21.93279679
Maquina cortadora pav	0	0	0	0
Recicladora de asfalto	0	0	0	0
Retroexcavadoras	7470	1973.36616	19.7190819	2.65380553
Tractor de neumát	219	57.8537067	0.57810963	0.077802331
Cisternas	2864	756.589115	7.56030128	1.017469751
Camiones grúa	2831	747.871433	7.47318887	1.005746112
Volquetes	87608	23143.5961	231.2649702	31.12377441
Camiones de hormig	6040	1595.59995	15.9442108	2.145781178
Camión esparcidor	539	142.388803	1.42283603	0.191486102
Camión cisterna	12058	3185.38811	31.83034666	4.283746597
Ambulancias	481	127.066817	1.1507925	0.154874325
Automóviles	4703	1242.40175	11.2519275	1.514290958
Camiones carrocería	4123	1089.18189	10.88377171	1.464744337
Cama baja	2533	669.148124	6.68653741	0.8998781
Ómnibuses	8007	2115.22662	21.13663839	2.844581108
Pick up	10738	2836.68084	25.690665	3.457464662
Rodillo compactador	12593	3326.72022	33.24262361	4.473811651
Scania P420	7692	2032.01238	20.30511084	2.732673646
<b>TOTALES</b>	<b>282974</b>	<b>74753.8576</b>	<b>743.049243</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

*Factores de Emisión en términos de ton. CO2*

Factores de emisión de CO <sub>2</sub> por defecto de transporte terrestre				Factores de emisión N <sub>2</sub> O y CH <sub>4</sub>	
Combustible	Por defecto kJ/TJ	Inferior	Superior	CH <sub>4</sub> por defecto	N <sub>2</sub> O por defecto
Gasolina para motores	69300	67500	73000	33	3.2
Diesel	74100	72600	74800	3.9	8.0
GLP	63100	61600	65600	92	3.9
Aceites lubricantes	79100	77800	85200	Na	Na

Fuente: IPCC (2007)

Tabla 16

*Factores de conversión de combustible a CO<sub>2</sub>/TM*

Combustible/ Litro	Peso (gr)	Carbono (%)	Carbono (gr)	Peso O <sub>2</sub> /Litro (gr)	CO <sub>2</sub> Formado(gr)	Factor CO <sub>2</sub> formado/ TM
Gasolina	750	87	652.5	1740	2392.5	0.0023925
Diésel B5	835	86.2	719.77	1920	2639.77	0.00263977

Fuente: IPCC (2007)

Tabla 17

*Emisiones indirectas – Consumo eléctrico del 01 de enero al 31 de diciembre de 2015*

Empresa prestadora del servicio	Consumo	Unidades	Factor de conversión	kg de CO <sub>2</sub>	Toneladas de CO <sub>2</sub>
EDELNOR	208,148.60			28,724.50680	28.72451
COELVISAC	111,280.00	kWh	0.138	15,356.64000	15.35664
COELVISAC	124,200.00			17,139.60000	17.13960
COELVISAC	136,380.00			18,820.44000	18.82044
<b>TOTALES</b>	<b>580,008.60</b>			<b>80,041.18680</b>	<b>80.04119</b>

Fuente: Elaboración propia

**Huella de carbono total:**

$$E.T. = E.D.+ E.I.+ E.O.I.$$

Tabla 18

*Huella de Carbono Total*

Mes	Alcance 1	Alcance 2	Huella de carbono total en ton de CO <sub>2</sub>
Enero	<b>927.4516578</b>		
Febrero	<b>1392.736249</b>		
Marzo	<b>1101.581313</b>		
Abril	<b>1180.319463</b>		
Mayo	<b>1250.193512</b>		
Junio	<b>1312.745274</b>		
Julio	<b>1018.844839</b>	<b>80.04119</b>	<b>13405.7475+80.04119</b>
Agosto	<b>1085.700575</b>		
Septiembre	<b>1169.981433</b>		
Octubre	<b>1143.893536</b>		
Noviembre	<b>1079.250374</b>		
Diciembre	<b>743.049243</b>		
<b>TOTAL</b>	<b>13405.7475</b>		<b>13485.7594</b>

Fuente: Elaboración propia

Los resultados se deben ajustar con las emisiones indirectas, de las cuales se han tomado en consideración solamente aquellas que son responsabilidad directa de la Empresa, más no las indirectas que dependen de terceros, quienes ofrecen servicios diversos.

## CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, y considerando las hipótesis que se han planteado en este trabajo de investigación, es posible realizar el análisis siguiente:

Los valores obtenidos en la presente investigación, al compararlos con los valores obtenidos por Crispín, muestran que hay concordancias, dependiendo de los Alcances:

	<b>Ton CO2</b>	<b>%</b>	<b>Crispin Ton CO2</b>	<b>%</b>
Alcance 1	13405.7475	99.4066934	132.83	24.0913378
Alcance 2	80.04119	0.59352379	418.53	75.9086622
Tota	13485.7594	100.000217000	551.36	100.00000000

En los resultados obtenidos por Cajia, V. y Cuba, K. (2020), que utilizaron la metodología Greenhouse Gas Protocol, en los Alcance 1 y 2, se puede apreciar lo siguiente:

Que los resultados de la huella de carbono obtenidos en las emisiones de alcances 1, 2 y 3, y obteniendo los siguientes resultados, 2727.9 tCO<sub>2</sub>eq, 11.49 tCO<sub>2</sub>eq y 9.71 tCO<sub>2</sub>eq, para el año 2018, obtuvieron una cantidad total de la huella de carbono equivalente a 2749.1° tCO<sub>2</sub>eq/año emitido hacia la atmósfera. Comparando con los resultados obtenidos en esta investigación durante la construcción de la carretera Huaura – Sayán, tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, éstos últimos fueron mucho mayores, debido a la gran cantidad de maquinaria pesada utilizada, con un total de emisiones gaseosas de 13405.7475 ton de CO<sub>2</sub>/año

En cuanto a los gases de efecto invernadero, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y O<sub>3</sub>, se han determinado que éstos se acumulan en la atmósfera, como resultado de las actividades humanas, derivando en un calentamiento global, lo cual es un fenómeno que se produce cuando las nubes de gases acumulados no permiten la disipación de los rayos infrarrojos que atraviesan la atmósfera, pero quedan atrapados por estas nubes de gases. Por el lado de la presente investigación, se realizaron los cálculos correspondientes, priorizando las emisiones de CO<sub>2</sub>, y quedando como gases de efecto invernadero el CO<sub>2</sub>, el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, producidos en proporciones menores, sin embargo, no despreciables, consignados en la tabla 15. En la tabla 18 se presenta la sumatoria de emisiones, las que constituyen la huella de carbono total, que equivalen

a 13485.7594 ton de CO<sub>2</sub>, (no se incluyen otros gases no evaluados como CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y O<sub>3</sub>).

En cuanto a la hipótesis negativa (H0), ésta queda descartada porque el proyecto de mejoramiento y rehabilitación de la carretera Huaura – Sayán, tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, de acuerdo a los datos obtenidos, sí hacen posible la determinación de la huella de carbono, y el consecuente impacto.

Por lo antes dicho, se confirma la hipótesis H1, utilizando el protocolo GHG y la norma ISO14064 I que está referida a la gestión de la huella de carbono, lo que compromete a la empresa a adoptar los protocolos de reducción de las emisiones resultantes de la combustión de los motores a gasolina, petróleo diésel y gas natural, además de los correspondientes aceites lubricantes.

La empresa de construcción de este tramo vial, utilizó maquinaria pesada, como los cargadores frontales, vibradores, mezcladoras, compresores, camiones, volquetes, motoniveladoras, etc., de los cuales si es posible evaluar y cuantificar los gases de efecto invernadero.

Entre los ítems recomendados por el IPCC y la norma ISO 14064 I se encuentran las alternativas a la huella de carbono, y son, entre otros, el cambio de maquinaria, la reforestación, etc. que deben contemplarse dentro de un plan operativo anual, y que están orientados a reducir el impacto de los gases de efecto invernadero en la región comprendida para el desarrollo del proyecto vial.

Por tanto, se puede considerar que es necesario el compromiso de la empresa de construcción, con el solo propósito de reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero, presentes en el proceso de la obra.



## **CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Las conclusiones de la presente investigación, son:

- i. Se ha logrado estimar la huella de carbono del Proyecto de Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, mediante el protocolo GHG, dando como resultados ingentes cantidades de gases de incluidas dentro de los Alcances 1 y 2.
- ii. Se ha logrado estimar las emisiones de gases derivados del uso de combustibles líquidos (diésel, gasolina y GNP y GNV), lo que pueden determinar posibles impactos en la salud poblacional, tanto como en los suelos, y cuerpos de agua de la zona.
- iii. En cuanto a las emisiones secundarias, éstas aportan significativamente, por lo que, se puede considerar necesario el inventario del gasto de insumos comburentes, (diésel, gasolinas, gas natural y energía eléctrica), puesto que en los procesos de construcción es el factor gravitante para la determinación cuantitativa de las emisiones de gases de efecto invernadero que se lanzan en un periodo anual.
- iv. El Proyecto de rehabilitación y mejoramiento en referencia, en su cuadro directivo, es consciente de la necesidad de contribuir a disminuir las emisiones de G.E.I., por lo que hay ya buena disposición para buscar alternativas a las fuentes de emisiones directas e indirectas de la maquinaria de que dispone actualmente, pero ello requiere de un largo período de adecuación tecnológica y de renovación, con la búsqueda de otras alternativas como las fuentes eólicas, la energía solar, entre otras.
- v. Dentro de las emisiones indirectas, se halla el consumo de combustibles, las que pueden ser sustituidas con el uso de otras fuentes de energía eléctrica de consumo, y en otras fuentes indirectas de emisión relevantes están el consumo de agua, la compra de papel y el transporte de personal..
- vi. La estimación de los gases de efecto invernadero (GEI) generados en el proyecto vial del que se ocupa esta investigación, se determinó utilizando las fórmulas convenientes y las conversiones necesarias para el año 2015.

## RECOMENDACIONES

El presente trabajo de investigación contribuye a generar la opción de utilizarse como referencia y/o base de estudio para posteriores evaluaciones en obras viales. Por ello, se considera conveniente recomendar:

- i. Realizar estudios técnicos complementarios para pretender mejorar la eficiencia de los recursos energéticos (Alcance 1), utilizados como combustibles para movilización de la maquinaria utilizada en construcción de obras viales.
- ii. Ejecución de las medidas de disminución y/o fijación, y efectuar, los acuerdos precisos para su desempeño.
- iii. En tanto, que el Alcance 2 es el más característico por el consumo de electricidad, se propone inventariar dispositivos eléctricos que sea renovado permanentemente, con el fin de valorar su consumo y de ser el caso efectuar medidas de ahorro.
- iv. Se recomienda elaborar un plan de forestación y reforestación, para implementar una plantación con especies adecuadas a la orografía y clima, como la Guadua angustifolia (bambú) y Schinus molle (molle), que contribuyen a la retención de CO<sub>2</sub>eq de 5.21 y 0,286 T/ha/año respectivamente.
- v. Implementar un programa de educación ambiental para sensibilización al personal para reunir las orígenes y efectos del cambio climático, con la finalidad de efectuar amortiguamiento en la producción de GEI
- vi. Implementar los protocolos de gestión con el fin de atenuar los efectos de las expresiones de GEI, generadas en el proceso de construcción de obras viales como la que ocupa la presente investigación.
- vii. La metodología utilizada puede ser aplicada a períodos más largos, y en los proyectos de mediano y largo plazo se deben considerar que es posible operar reduciendo las

emisiones de los gases de efecto invernadero.

## CAPÍTULO VII - REFERENCIAS

- Aguilar Moya, J. P., Loria Salazar, L. G., & Espinoza Alfaro, M. (2019). Caso de estudio: Cuantificación de la huella de carbono en la construcción de la carretera La Abundancia-Florencia, San Carlos. *Ambientico*, (270), 45+. <https://link.gale.com/apps/doc/A676650936/IFME?u=anon~c9c42f8d&sid=googleScholar>
- Aguilar A. (2012) “Carbono Neutral”, [https://anuor.blogspot.com/2012/03/que-es-ser-alcance-1-2-y-3/?\\_adin=02021864894](https://anuor.blogspot.com/2012/03/que-es-ser-alcance-1-2-y-3/?_adin=02021864894)
- Arroyo, M. y Ramírez – Monroy, A., (2020), Dióxido de carbono sus dos caras, Universidad Autónoma de Puebla, revista Anales de Química, México.
- Berzosa G. A. (2013), “Análisis de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a lo largo del ciclo de vida de las carreteras”, Universidad Complutense de Madrid.
- Brito C. (2011), “Diagnóstico de Implementación de Metodología de Cálculo de la Huella de Agua y Huella de Carbono en empresa DSM”, Universidad Austral de Chile.
- Cajia M., V. y Cuba H., K., (2020), “Implementación de mejoras de energía para reducir la huella de carbono de la Empresa Transportes Pólux S.A.C.”, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.
- CIIFEN Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno del Niño (2017), “Efecto Invernadero”, *Science*, **330**, 356-359. Referencia electrónica: [http://www.ciifen.org/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&control\\_knob\\_governing\\_Earth's\\_temperature](http://www.ciifen.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&control_knob_governing_Earth's_temperature).
- Cordero O. (2011), “Cálculo de la Huella de Carbono según la metodología francesa Bilan Carbone: Aplicación a la sociedad de los transportes públicos de la ciudad Limoges S.T.C.L. en el año 2009”, Universidad de Zaragoza.
- Crispín J. A., (2018), “Determinación de la huella de carbono de la empresa JRC ingeniería y construcción SAC en la unidad minera El Brocal”, tesis para obtener el grado de maestro en medio ambiente y seguridad en minería, EPG, UNCP, Huancayo.
- Espíndola C. & Valderrama J. (2012), “Huella del Carbono. Parte 1: Conceptos, Métodos de

Estimación y Complejidades Metodológicas”,  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642012000100017](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642012000100017)

EUROPA PRESS (2010), “CO<sub>2</sub>, Gas invernadero con más influencia”,  
<https://www.europapress.es/ciencia/laboratorio/noticia-co2-gas-invernadero-mas-influencia-20101015120550.html>

Global Footprint Network (2018), “Free Public Data Set”,  
<https://www.footprintnetwork.org/licenses/public-data-package-free-2018/>

Halpern D. (2013), "Medición y Reducción de la Huella de Carbono de Chilexpress",  
Universidad de Chile.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (2013), “Quinto Informe de Evaluación del IPCC: Cambio Climático 2013”,  
<https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>

Jancovici Jean Marc (2003), “Qu’est-ce que le bilan carbone?”,  
<https://jancovici.com/changement-climatique/les-ges-et-nous/bilan-carbone/>

Lacis, A.A, G.A. Schmidt, D. Rind, and R.A. Ruedy, ( 2010), “Atmospheric CO<sub>2</sub>: Principal Control Knob Governing Earth’s Temperature”,  
[https://pubs.giss.nasa.gov/docs/2010/2010\\_Lacis\\_la09300d.pdf](https://pubs.giss.nasa.gov/docs/2010/2010_Lacis_la09300d.pdf)

Lenntech (2018), “Historia sobre el Efecto Invernadero y Calentamiento Global de la Tierra”,  
<https://www.lenntech.es/efecto-invernadero/historia-calentamiento-global.html>

Mongabay (2012), “Dióxido de carbono equivalente”,  
<https://global.mongabay.com/es/rainforests/carbono-lexico/Dioxido-de-carbono-equivalente.html>

Muñoz, K. (2016), “Cálculo de la Huella de Carbono de la Corporación Financiera Nacional. Caso de estudio: Oficina Principal Quito, 2013”, Pontificia Universidad Católica de Ecuador.

NUEVA ISO 14001 (2015), “La importancia de la política ambiental”,  
<https://www.nueva-iso-14001.com/2015/04/iso-14001-la-importancia-de-la-politica-ambiental/>

- Ponce C. R. & Rodríguez D. D. (2017), “Determinación de la Huella de Carbono del Country Club El Bosque – Sede Chosica”, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Presidencia del Consejo de Ministros (2003), “Estrategia Nacional sobre Cambio Climático”, DECRETO SUPREMO N° 086-2003-PCM.
- Rodas S. (2014), “Estimación y Gestión de la Huella de Carbono del campus central de la Universidad Rafael Landívar”, Universidad Rafael Landívar.
- Saavedra, K. (2017), “Cálculo de la Huella de Carbono de EDEGEL S.A.A. en el año 2014, según Metodología de la Norma ISO 14064-1”, Universidad de Piura.
- Santillán P. (2014), “Determinación de la Huella de Carbono bajo las consideraciones de la norma ISO 14064 en el área de acería de la empresa metalúrgica ecuatoriana ADELCA C.A.”, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Secretaría General de Ambiente Bogotá (2018), “Que es un inventario de gases efecto invernadero”, <http://ambientebogota.gov.co/es/que-es-un-inventario-de-gases-efecto-invernadero>
- Sernanp (2018), “Bonos de Carbono”, <http://www.sernanp.gob.pe/bonos-de-carbono>
- Spencer Weart & American Institute of Physics (2018), “The Carbon Dioxide GreenhouseEffect”, <https://history.aip.org/history/climate/co2.htm>
- Spencer Weart & American Institute of Physics (2018, “Other Greenhouse Gases”, <https://history.aip.org/climate/othergas.htm>
- Vicerrectorado de Infraestructuras, Equipamiento y Sostenibilidad (2014), “Balance de emisiones de CO2”, Universidad Politécnica de Cartagena.
- Vilches C. (2011), “La huella de carbono en empresa turística Secret Patagonia: un análisis decaso”. Universidad Austral de Chile.
- Wikipedia (2010), “Bonos de carbono”, [https://es.wikipedia.org/wiki/Bonos\\_de\\_carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Bonos_de_carbono)
- Wikipedia (2018), “Cambio Climático”, [https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio\\_climático](https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_climático)
- Wikipedia (2018), “Joseph Fourier”, [https://es.wikipedia.org/wiki/Joseph\\_Fourier](https://es.wikipedia.org/wiki/Joseph_Fourier)
- Wikipedia (2014), “Huella de Carbono”, [https://es.wikipedia.org/wiki/Huella\\_de\\_carbono](https://es.wikipedia.org/wiki/Huella_de_carbono)
- World Resources Institute (2005), “Protocolo de Gases Efecto Invernadero”, WWF
- World Wildlife Fund (2011) “Cambio Climático y Energía”,

[http://www.wwf.org.mx/que\\_hacemos/cambio\\_climatico\\_y\\_energia/](http://www.wwf.org.mx/que_hacemos/cambio_climatico_y_energia/)

## ANEXOS

### Anexo 1. Evidencia fotográfica









## Anexo 2. Principales indicadores de Potencial de Calentamiento Global

Tabla 19:  
Indicadores fundamentales de Potencial de Calentamiento Global.

<b>POTENCIALES DE CALENTAMIENTO GLOBAL DE LOS PRINCIPALES GEI</b>							
<b>Potencial de calentamiento Mundial</b>							
<b>(PCM) para Tiempo dado de Horizonte</b>							
<b>Nombre común o Designación Industrial (años)</b>	<b>Formula química</b>	<b>Tiempo de vida (años)</b>	<b>Eficiencia radioactiva -2 ppb<sup>-1</sup></b>	<b><sup>3</sup>SIE# (100-años)</b>	<b>20-años</b>	<b>100-años</b>	<b>500-Años</b>
Dióxido de Carbono	CO <sub>2</sub>	Ver debajo <sup>4</sup>	<sup>5</sup> - <sup>5</sup>	1	1	1	1
Metano	CH <sub>4</sub>	12 <sup>6</sup>	3,7x10 <sup>-4</sup>	28	72	25	7,6
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	114	3,03x10 <sup>-3</sup>	265	289	298	153
<b>Hidrofluorocarbonados</b>							
HFC-23	CHF <sub>3</sub>	270	0,19	11 700	12 000	14 800	12 200
HFC-32	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	4,9	0,11	650	2 330	675	205
HFC-125	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	29	0,23	2 800	6 350	3 500	1 100
HFC-134 <sup>a</sup>	CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	14	0,16	1 300	3 830	1 430	435
HFC-143 <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> CF <sub>3</sub>	52	0,13	3 800	5 890	4 470	1 590
HFC-152 <sup>a</sup>	CH <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub>	1,4	0,09	140	437	124	38
HFC-227ea	CF <sub>3</sub> CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	34,2	0,26	2 900	5 310	3 220	1 040
HFC-236fa	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	240	0,28	6 300	8 100	9 810	7 660
HFC-245fa	CHF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	7,6	0,28		3 380	1 030	314
HFC-365mfc	CH <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	8,6	0,21		2 520	794	241
HFC-43-10mee	CF <sub>3</sub> CHFCH <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	15,9	0,4	1 300	4 140	1 640	500
<b>Compuestos fluorados</b>							
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	3 200	0,52	23 900	16 300	22 800	32 600
Trifluoruro de nitrógeno	NF <sub>3</sub>	740	0,21		12 300	17 200	20 700
PFC-14	CF <sub>4</sub>	50 000	0,1	6 500	5 210	7 390	11 200
PFC-116	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	10 000	0,26	9 200	8 630	12 200	18 200

Fuente: IPCC, 2007

### Anexo 3. Valores de poder calorífico inferior, densidad y factores de emisión de los combustibles fósiles

Tabla 20:

*Valores de poder calorífico inferior, densidad y factores de emisión de combustibles fósiles*

<b>Tipo de combustible</b>	<b>Valor Calórico Neto (kJ/kg)</b>	<b>Densidad (kg/L)</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>/GJ Por defecto</b>	<b>kg CH<sub>4</sub>/GJ Por defecto</b>	<b>kg N<sub>2</sub>O /GJ Por defecto</b>
Gasolina 90 Plus	47 697,6	0,7215	69,3	0,033	0,003
Lubricantes	40 200,0	0,853	73,3	0,003	0,0006
Diésel B5	45 500,0	0,87	74,1	0,004	0,004
GLP	47 300,0	0,542	63,1	0,062	0,0002

*Fuente: REPSOL (2009), REPSOL (2011) e IPCC (2006).*

#### Anexo 4. Factores de Emisión de CO<sub>2</sub> por tipo de vehículo

Tabla 21.

*Factores de Emisión de CO<sub>2</sub> de acuerdo al tipo de vehículo*

<i>Tipo de Vehículo</i>	<i>Factor de Emisión</i>
Híbrido (gasolina/eléctrico) pequeño	100,1
Automóvil pequeño a gasolina, en carretera	175,1
Automóvil pequeño a gasolina, en ciudad	215,5
Automóvil mediano a gasolina, en carretera	186,8
Automóvil mediano a gasolina, en ciudad	254,7
Automóvil grande a gasolina, en carretera	224,1
Automóvil grande a gasolina	311,3
Station Wagon Mediana, en carretera	207,5
Station Wagon Mediana, en ciudad	280,1
Mini Van, en carretera	233,5
Mini Van, en ciudad	311,3
Van grande, en carretera	311,3
Van grande, en ciudad	400,2
Pick-up, en carretera	254,7
Pick-up, en ciudad	329,6
Pick-up Grande, en carretera	311,3
Pick-up Grande, en ciudad	373,5
Automóvil a GLP	266,0
Automóvil a diésel	233,0
Camión Ligero a gasolina	400,0
Camión Pesado a gasolina	924,0
Camión Ligero a Diésel	374,0
Camión Pesado a Diésel	870,0
Motocicleta Ligera	93,0

*Fuente: ICFPA (2005)*

## Anexo 5. Factores de Emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por tipo de vehículo

Tabla 22:  
Factores de Emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por tipo de vehículo

<i>Vehículo</i>	<i>Combustible</i>	<i>Tecnología de control de emisiones</i>	<i>N<sub>2</sub>O</i>		<i>CH<sub>4</sub></i>	
			<i>En marcha</i>	<i>Arranque en frío</i>	<i>En marcha</i>	<i>Arranque en frío</i>
			<i>mg/km</i>	<i>mg/arranque</i>	<i>mg/km</i>	<i>mg/arranque</i>
<i>Vehículo ligero (automóvil)</i>	<i>Gasolina</i>	Vehículo de bajas emisiones	0	90	6	32
		Catalizador tridireccional avanzado	9	113	7	55
		Catalizado tridireccional inicial	26	92	39	34
		Catalizador de oxidación	20	72	82	9
		Catalizador de no oxidación	8	28	96	59
		Sin controlar	8	28	101	62
	<i>Diésel</i>	Avanzada	1	0	1	-3
		Moderada	1	0	1	-3
		Sin controlar	1	-1	1	-3
	<i>GLP</i>	-	5	0	24	0
		-	27 – 70	0	215 - 725	0
	<i>Camión ligero</i>	<i>Gasolina</i>	Vehículo de bajas emisiones	1	59	7
Catalizador tridireccional avanzado			25	200	14	82
Catalizado tridireccional inicial			43	153	39	72
Catalizador de oxidación			26	93	81	99
Catalizador de no oxidación			9	32	109	67
Sin controlar			9	32	116	71
<i>Diesel</i>		Avanzada y moderada	1	-1	1	-4
		Sin controlar	1	-1	1	-4

<b>Vehículo pesado</b>	<b>Gasolina</b>	Vehículo de bajas emisiones	1	120	14	94
		Catalizador tridireccional avanzado	52	409	15	163
		Catalizado tridireccional inicial	88	313	121	183
		Catalizador de oxidación	55	194	111	215
		Catalizador de no oxidación	20	70	239	147
		Sin controlar	21	74	263	162
	<b>Diésel</b>	Avanzado, moderado o sin control	3	-2	4	-11
		-	93	0	67	0
	<b>GLP</b>	-	185	0	5983	0
		-				
	<b>GNC</b>	Catalizador	3	12	40	24
		Sin controlar	4	15	53	33

\* Datos de referencia de los Factores de emisión para vehículos de Estados Unidos.


\*\* Datos de referencia de los factores de emisión negativos indican que un vehículo que arranca en frío produce menos emisiones que uno que arranca en caliente o caliente en marcha.

\*\*\* Los vehículos tienen etapas y tiempo de arranque: En frío se midieron a una temperatura ambiente de 20°C a 30°C.

Fuente: ICFPA (2005)



## Anexo 6. Ficha técnica del Proyecto Huaura – Sayán – Puente Tingo

 MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES		CONSORCIO SUPERVISOR HUaura	
<b>FICHA QUINCENAL Nº 11-2013</b>			
<b>FQ-11-13</b>			
MES: <b>Septiembre 2013</b>		2da. QUINCENA: Del 16/09/2013 al 30/09/2013	
<b>I. INFORMACION BASICA NECESARIA A REPORTAR:</b>			
01. OBRA :	REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA HUaura-SAYAN-CHURIN, TRAMO: HUaura-SAYAN-PUENTE TINGO		
02. TRAMO :	Inicio : Km. 00+000	Final : Km. 99+281,81	LONGITUD : 99,281 Kms
03. UBICACION :	PROVINCIA DE HUaura, PROVINCIA DE OYON - DEPARTAMENTO DE LIMA.		
04. CONTRATISTA :	CONSORCIO VIAL HUaura		
05. SUPERVISOR :	CONSORCIO SUPERVISOR HUaura		
06. PROYECTISTA :	C.P.S. DE INGENIERIA		
07. MONTO_CONTRATO :	531,425,832.26	Inc. KDV	
7.1. CONTRATO DE OBRA N° :	036-2013-MTC/020		
	CONTRATO PRINCIPAL	ADICIONALES/DEDUCTIVOS	TOTAL
	SI	SI	SI
	SI 531,425,832.26	SI 0.00	SI 531,425,832.26
			PORCENTAJE DE ADICIONALES
			0.00%
7.2. CONTRATO DE SUPERVISION N° :	038-2013-MTC/020		
	CONTRATO PRINCIPAL	SERV. COMPLEMENTARIOS	TOTAL
	SI	SI	SI
	SI 33,423,969.33	SI 0.00	SI 33,423,969.33
			PORCENTAJE DE ADICIONALES
			0.00%
08. PLAZO DE EJECUCION DE OBRA (EN DIAS) :	INICIAL : 720 días calendario	AMPLIACION : 26 días	TOTAL : 746 días calendario
PLAZO DE SUPERVISION (EN DIAS) :	INICIAL : 822 días	AMPLIACION : 26 días	TOTAL : 848 días
09. FECHA DE INICIO DE OBRA :	24-abr-13		
FECHA DE INICIO DE SUPERVISION :	01-abr-13		
10. FECHA TERMINO DE OBRA :	09-may-15		
FECHA TERMINO DE SUPERVISION :	02-jul-15		
11. AVANCE ACUMULADO DE OBRA, (en %)	PROGRAMADO	3.814%	REAL : 3.011%
<b>12. PRINCIPALES TRABAJOS EJECUTADOS:</b>			
<b>TRAZO, TOPOGRAFIA, DISEÑO VIAL, SEÑALIZACION</b>			
- El contratista viene ejecutando los mejoramientos de subrasante en los siguientes tramos: Km. 3+200/325 (L.D.), Km. 3+930 - Km. 4+540 (L.D.), Km. 3+548/800 (L.D.) asimismo continúa ejecutando las excavaciones en explanaciones en los tramos: Km. 4+540 - Km. 5+100, Km. 5+300/650, además continúa con los trabajos de fundación de terraplén en los tramos: Km. 5+000/100, Km. 5+280/400 y Km. 5+575/650.			
- En el Tramo II, el contratista continúa ejecutando los cortes y eliminación del material excedente en el sector: Km. 69+330/550 y el mejoramiento del sector Km. 62+300/680			
- El Contratista continúa con los trabajos de la partida Mantenimiento de tránsito y seguridad vial, de acuerdo a sus cronogramas semanales de trabajo.			
<b>OBRAS DE ARTE</b>			
- En la quincena el contratista ha realizado la colocación del acero de refuerzo, anclado, vaciado de concreto y relleno para estructuras en las siguientes Alcantarillas MCA: (1.00x0.80) ubicadas en las siguientes progresivas: Km. 2+686 Km. 3+547, Km. 3+965, Km. 5+187, Km. 6+100 y Km. 6+966 Km. 64+485, ALC. MCA (3.60x1.00) ubicadas en los Km. 6+802.50; ALC. MCA (1.50x0.80) ubicadas en los Km. 12+152, Km. 17+709 y Km. 20+557, por otro lado el contratista ha iniciado los trabajos de embocillados en las entradas y salidas de las alcantarillas ubicadas en los siguientes Km.: 60+246, 60+370, 60+460, 60+674, 60+835, 61+145 y 61+615			
- En la quincena el contratista ha continuado con los trabajos de limpieza y descolmatación de cauce en el sector Km. 59+600 - Km. 60+000			
- Durante la quincena se han aprobado los planos de replanteo y la autorización para la ejecución de las siguientes estruc.: Reubicación de canal Km. 3+965-Km. 5+029, ALC. MCA (1.00x0.80); Km. 24+345.80, Km. 24+701.15, Km. 25+176, Km. 25+817 y Km. 26+670; ALC. MCA (2.00 x 1.00) Km. 26+406			
<b>SUELOS Y PAVIMENTOS</b>			
- Durante la quincena se han realizado los controles de calidad de los agregados de la cantera Huacón y Acaray, control y verificación del suelo de fundación para la cimentación de las alcantarillas tipo MCA, control de vaciado de mezcla de concreto en las alcantarillas tipo MCA, además se ha verificado el grado de compactación en los rellenos estructurales de las ALC. TMC, pruebas de densidades y compactación en las banquetas de corte ejecutadas			
<b>13. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES :</b>			
<b>1. Problemas presentados durante la quincena</b>			
- A la segunda quincena del mes de Septiembre, el Supervisor ha notificado al contratista acelerar los trabajos de replanteo de trazo, principalmente entre el Km. 44+500 al Km. 59+000			
<b>2. Situaciones resueltas durante la quincena</b>			
- Mediante Carta N° 274-2013/CON-1302-S/JS, la Supervisión ha aprobado los diseños de mezcla para concreto de resistencia a la compresión de $f_c = 100, 140$ y $280 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados de la Cantera Huacón, notificando que tales diseños deben implementarse en obra.			
<b>3. Otros comentarios y recomendaciones</b>			
- El día 16/09/13 a las 17:00 horas, se efectuó una reunión de coordinación en la Oficina del Viceministro de Transportes, con la participación de los siguientes personas: Ing. Alejandro Chang (Viceministro de Transportes), Ing. Marco Gamboa (Gerente de Provias), Ing. Pedro Silva (Administrador de Contratos), Ing. Flavio Meequita (Gerente de Operaciones CVH), Ing. Elmir Lopes (Residente de Obra CVH), Ing. Luis Paredes (Jefe de Supervisión CBH), Ing. Alejandro Ormaño (Gerente CHEVES) e Ing. Ronald Breaña (Asuntos Sociales CHEVES). En dicha reunión se informó al Viceministro que en campo se concató en la procedencia de construir cinco (05) desvíos, a fin de permitir ejecutar trabajos correspondientes a la carretera, acordándose que CHEVES dirigirá una carta manifestando que dichos desvíos no afectará el desarrollo de sus trabajos, incluyéndose además que se convocará a una nueva reunión.			
- Mediante Aliento N° 356, el Supervisor indica al Contratista que la progresiva de inicio corresponde al Km. 0+218, de acuerdo a la información entregada por PROVIAS.			
- Mediante Aliento N° 370, el Supervisor reitera una vez más acelerar los trabajos de replanteo, al mismo tiempo se solicita presentar una relación de los postes con su identificación respectiva, telefonía eléctrica, etc y sus coordenadas UTM, a fin de tramitar oportunamente con las empresas concesionarias su reubicación.			
- Mediante Aliento N° 374, el Supervisor notifica al contratista mantener señalización visible en los sectores en los que se ha aprobado el replanteo a fin de facilitar la evaluación por parte de los especialistas.			
- A la segunda quincena del mes se viene gestionando y coordinando con PROVIAS la realización de un Convenio Marco entre PROVIAS Y LA Agencia Agraria de Huacho - Dirección Regional Agraria del Gobierno Regional de Lima, a fin de ejecutar el programa de Apoyo Social planteado en el Estudio relacionados con los proyectos de "Capacitación de crianza de ganado mejorado" y "Capacitación Técnica de Cultivos" cuyos costos deberán ser asumidos por PROVIAS.			
- Mediante Carta N° 1283-2013-MTC/20.5 de fecha 20.Sep.2013, la Entidad encuentra conforme el Calendario de Avance de Obra Actualizado por la Ampliación de Plazo N° 01 (CAOA N° 01), indicando que cuya vigencia deberá regir el control de ejecución de la Obra según los avances efectuados por el Contratista.			
<b>4. Temas pendientes</b>			
<b>5. Evaluación del cumplimiento de metas programadas</b>			
- Al 30de Septiembre del 2013, el avance de obra se encuentra Atrasada respecto a lo programado en el Cronograma de Avance de Obra Actualizado por la Ampliación de Plazo N° 01. Debe indicarse además que se encuentra pendiente la emisión de la Resolución correspondiente al Presupuesto Adicional N° 01.			



## Anexo 7: Matriz de consistencia

Título: “DETERMINACIÓN DE HUELLA DE CARBONO DEL PROYECTO MEJORAMIENTO Y REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA HUAURA – SAYÁN, TRAMO HUAURA – SAYÁN – PUENTE TINGO, MEDIANTE EL PROTOCOLO GHG”

<i>Problema General</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Justificación</i>	<i>Hipótesis General</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Metodología</i>
¿Se puede determinar la huella de carbono del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo, mediante el protocolo GHG?	Determinar la huella de carbono del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo, mediante el protocolo GHG.	Contabilizar las emisiones generadas por el proyecto	Es posible determinar la huella de carbono del proyecto	<b>Variable Independiente (x):</b> Protocolo GHG	TCO <sub>2eq</sub> Tonelada de Dióxido de Carbono equivalente	1° Desarrollo de los antecedentes, marco teórico y conceptual de acuerdo a las referencias recopiladas. 2° Ubicación y reconocimiento del lugar a investigar. 3° Recopilación de información, brindada por los municipios de la provincia. 4° Validar la información y relacionar con los datos obtenidos físicamente. 5° Análisis estadístico de los datos y discusión de la información. 6° Redacción y presentación de los resultados.
¿Es posible estimar las emisiones de gases de combustión directa de la maquinaria utilizada en el proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo?	Estimar las emisiones de gases de combustión directa de la maquinaria utilizada en el proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura - Sayán, Tramo Huaura - Sayán - Puente Tingo.	Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura - Sayán - Puente Tingo,	Mejoramiento y Rehabilitación de la carretera Huaura – Sayán tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo, mediante el protocolo GHG.	<b>Variable Dependiente (y):</b> Huella de Carbono	TCO <sub>2eq</sub> Tonelada de Dióxido de Carbono equivalente	
¿De qué manera aportan en la huella de carbono las emisiones secundarias del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo?	Evaluar el aporte en la huella de carbono de las emisiones secundarias del proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán, Tramo Huaura – Sayán – Puente Tingo.					

**Anexo 8:**  
*Emisiones de CO<sub>2</sub> según la fuente motorizada*



Fuente: <https://www.movilidad-idae.es/destacados/emisiones-de-co2-por-modos-de-transporte-motorizado>