

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización  
en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental**



**“ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO SEGÚN LA ISO  
14064-1 ALCANCE 1 Y 2 DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE  
CONCRETO PREMEZCLADO Y PREFABRICADO”**

Presentado por:

**Galarza Baldeón Cinthia Estefania**

Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**LIMA – PERÚ  
2016**

## **Dedicatoria**

A mis padres Dilma Baldeón y Venancio Galarza; por su apoyo, por su amor incondicional y por ser mi principal motivo de superación.

A mis hermanos: Gregory y Gabriela, y a mi sobrina Kiara por la dicha de tenerlos y contar siempre con ellos.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	3
I. INTRODUCCION .....	6
II. REVISIÓN DE LITERATURA:.....	9
2.1 CAMBIO CLIMÁTICO:.....	9
2.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI):.....	11
4.2.1 Fuentes de Gases de Efecto Invernadero:.....	11
4.2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero: .....	11
4.2.3 Factor de emisión o remoción de GEI:.....	11
4.2.4 Emisión directa de GEI: .....	12
4.2.5 Emisión indirecta de GEI: .....	12
4.2.6 Declaración de GEI: .....	12
4.2.7 Potencial de Calentamiento Global (PCG)/ Glogal Warming Potencial:.....	12
4.2.8 Equivalente de Carbono CO2e:.....	12
2.3 NEUTRALIDAD DEL CARBONO: .....	13
2.4 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	14
2.4.1 Industria de la construcción: .....	14
2.4.2 Concreto: .....	15
2.5 ISO 14064-I.....	15
2.6 CASOS DE ORGANIZACIONES QUE HAN MEDIDO SU HUELLA DE CARBONO: 17	
III. METODOLOGÍA .....	22
3.1 UBICACIÓN:.....	22
3.2 MATERIALES: .....	22
3.3 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	23
3.3.1 Reconocimiento de las fuentes de emisión de GEI en la planta.....	24
3.3.2 Determinación del alcance de la implementación: .....	28
3.3.3 Información de la data de actividad de cada fuente o actividad involucrada .....	28
3.3.4 Determinación de las emisiones de GEI: .....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	36
V. CONCLUSIONES .....	49

VI.	RECOMENDACIONES .....	51
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	52
VIII.	ANEXOS.....	56

## RESUMEN

Debido a que en los últimos siglos se han dado cambios drásticos en la temperatura terrestre, y que estos cambios son influenciados por las actividades antropogénicas que incluyen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por industrias, se debería conocer el origen de estas emisiones para que estas industrias puedan proponer mejoras en sus tecnologías con mayor emisión de GEI; ello permitirá que la empresa sea reconocida como ambientalmente responsable e incluso permitirle participar del mercado de bonos de carbono, si llega a ser una industria baja de emisiones de GEI o carbono neutral.

En base a la información previa, se ha planteado realizar el cálculo de emisiones de GEI de una planta de concreto premezclado y prefabricado, en función a la NTP ISO 14064-1 alcance 1 y 2, ya que para realizar la contabilización e inventario de GEI se siguen los lineamientos contemplados en esta norma; debido a que, es la primera contabilización de GEI para esta planta, se propone como año base el año 2013.

En ese sentido, se han identificado las fuentes y sumideros de GEI de la planta de concreto premezclado y prefabricado, para los alcances determinados (1 y 2), y se han calculado las emisiones de GEI según las fórmulas y factores de emisión descritas en documentos como: el IPCC 2006, DEFRA 2009, IEA 2013 divididos por alcance y tipo de emisión, lo que fue convertido a Tn de CO<sub>2</sub>e.

La presente investigación concluye que la mayor parte de las emisiones de GEI en una industria de concreto premezclado y prefabricado peruana, para el alcance 1 y 2, proviene del suministro de concreto premezclado en el alcance 1 y del consumo de energía eléctrica en el alcance 2; por ello, se sugiere el uso del banco de condensadores en el caso de la energía eléctrica, que puede disminuir hasta un 42.69% aproximadamente las emisiones de CO<sub>2</sub>e producidas por esta actividad.

## SUMMARY

Because in last centuries it have past drastic changes in the temperature of Earth, and this changes are influenced by anthropogenic activities, including industries greenhouse gases emissions (GHGs), we should know the source of GHG emissions, so in order to this industries can suggest improvements in their technologies with more GHG emissions, it will allow the industrial company to be recognized as environmentally responsible and even allow it to participate in the market of carbon credits if its industry is able to get a low GHG emissions or get a neutral quantity of carbon.

Based on the above information, it has raised the calculation of GHG emissions from a plant of ready mix and prefabricated concrete, according to ISO 14064-1 NTP Scope 1 and 2, as for accounting and inventory of GHG the guidelines referred to in this standard are followed; because it is the first GHG accounting for this plant, 2013 it is proposed as the base year.

In this regard, we have identified the sources and sinks of GHG ready mix and prefabricated concrete plant, for certain ranges (1 and 2), and calculated GHG emissions according to the formulas and emission factors described in documents such as the IPCC 2006, DEFRA 2009, IEA 2013 divided by scope and type of emission, which was converted to tons of CO<sub>2</sub>e.

This research concludes that most of GHG emissions in ready mix and prefabricated concrete Peruvian industry, for Scope 1 and 2, come from the supply of ready-mix concrete, in scope 1 and consumption of electric energy in the range 2; therefore, we suggest the use of the capacitor bank in the case of electrical energy, which can decrease by approximately 42.69% of CO<sub>2</sub>e emissions produced by this activity.

**Tabla N°1 Listado de Unidades y Abreviaturas**

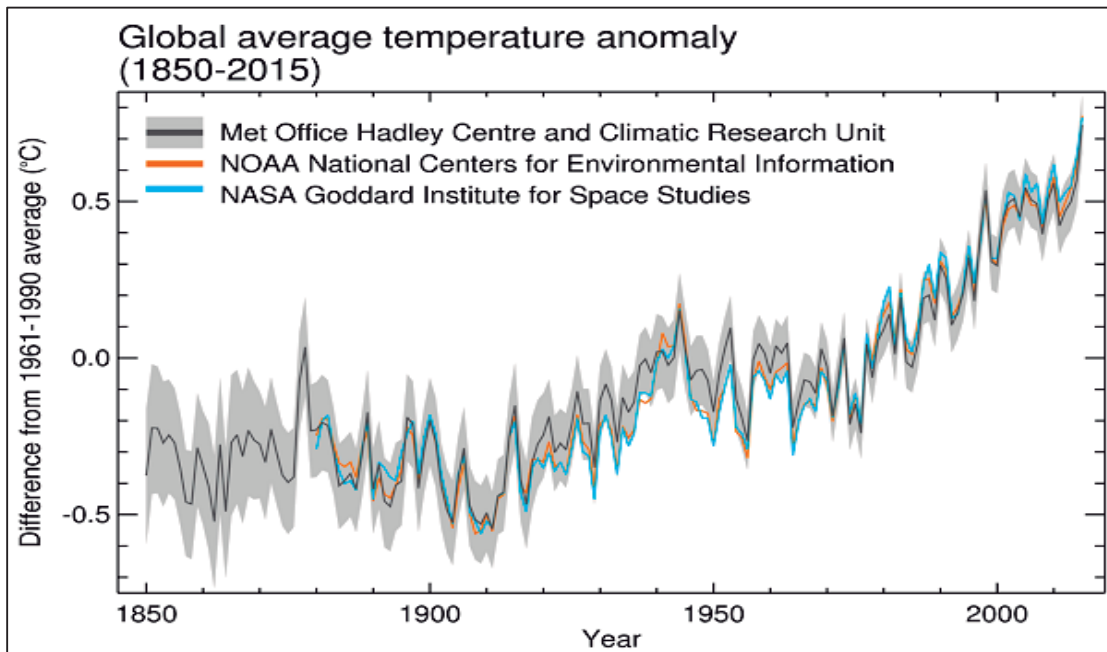
Inglés	Significado	Español	Significado
CATIE	Tropical Agricultural Research and Higher Education Center	CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CERs	Certified Emissions Reduction	CERs	Certificados de reducción de emisiones.
CFC	Clorofluorcarbon	CFC	Clorofluorcarbono
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> e	Carbon Dioxide Equivalent	CO <sub>2</sub> e	Dióxido de carbono equivalente
Gg	Gigagramos	Gg	Gigagramos
CH <sub>4</sub>	Methane	CH <sub>4</sub>	Metano
GHG	Greenhouse Gas	GEI	Gas de efecto invernadero
GWP	Global Warming Potential	PCG	Potencial de calentamiento global
DEFRA	Department of Energy and Climate Change	DEFRA	Departamento de energía y cambio climático.
EF	Emissions Factor	FE	Factor de emisión
HFC	HidroFluor Carbon	CFC	Clorofluorcarbono
IEA	International Energy Agency	IEA	Agencia Internacional de energía
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
N <sub>2</sub> O	Nitrous Oxide	N <sub>2</sub> O	Dióxido de Nitrógeno
MJ	MegaJoule	MJ	Mega Joule
MWh	Mega Watt hour	MWh	Mega Watt hora
Tn CO <sub>2</sub> e	Tonne Of Carbon Dioxide Equivalent	Tn CO <sub>2</sub> e	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
Tn GHG	Tonne Of Greenhouse Gas	Tn GEI	Tonelada de gas de efecto invernadero
TJ	TeraJoule	TJ	Tera Joule
UNEP	United Nations Environmental Programme	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	WBCSD	Consejo Mundial de negocios para el Desarrollo Sostenible.
WRI	World Resources Institute	WRI	Instituto Mundial de Recursos

## I. INTRODUCCION

El clima es el resultado de la dinámica de un sistema en el que interactúan la atmósfera, la superficie terrestre, los glaciares, los océanos, las aguas continentales y los seres vivos. La razón por la cual la superficie de la tierra se mantiene caliente es la presencia de los gases de efecto invernadero, principalmente el dióxido de carbono y el vapor de agua. Estos gases actúan como un manto que refleja la radiación de onda larga proveniente de la superficie terrestre, mencionado por Hernández 2010.

Pero en actualidad, se puede verificar que están ocurriendo cambios drásticos en la temperatura, este cambio es innegable, y prueba de ello, es la evolución de la temperatura en la superficie terrestre.

**Figura N°1 Promedio Global de temperatura en la tierra**



*Fuente: Met Office Uk, 2015, con datos de Met Office, en colaboración con la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia (Reino Unido), Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS) y Centro Nacional de Datos Climáticos. (EE.UU.)*



El Perú no es ajeno a esto, ya que sería el tercer país en el mundo más afectado por el cambio climático, según: Vargas, 2009 y MINAM, 2014; ambos basados en las declaraciones del Instituto Tyndall Center de Inglaterra, 2003.

Asimismo; Vargas, en su trabajo de investigación para el Banco Central de Reserva del Perú realizado en el 2009; afirma que las fuentes principales de los GEI emitidos por la humanidad son la actividad industrial, el sector energía, y en menor medida, la actividad agropecuaria; la autora basa su aseveración en la cantidad de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y NO<sub>2</sub> que provienen de emisiones del transporte, fuentes industriales y uso de fertilizantes dada la naturaleza de gases de efecto invernadero (en adelante GEI).

Según la Revista América Economía (2014), el crecimiento de la economía peruana se aceleró en 5% en el segundo semestre del año, impulsada principalmente por los sectores de minería, manufactura y construcción.

El Producto Bruto Interno (PBI) del Perú en el 2013 ha crecido un promedio de 5.8%, el crecimiento específico del sector construcción fue de 8,9% el mismo año (Banco Central de Reserva 2014).

El crecimiento del sector construcción va de la mano con el crecimiento de las empresas que producen concreto premezclado y derivados en nuestro país, ello permite hacernos la interrogante de: ¿Cuál es la cantidad de emisiones de Gases de efecto invernadero que puedan emitir estas industrias?, ya que en los procesos de fabricación, transporte y suministro del concreto se maneja una gran flota de unidades, y otros; los cuales son considerados fuentes de emisión de GEI.

El cálculo de las emisiones de GEI, a su vez puede derivarse en la determinación de la huella de Carbono con una transformación práctica de estos gases a Dióxido de Carbono Equivalente (que para efectos prácticos del proyecto se redactará como CO<sub>2</sub>e), así se puede determinar el CO<sub>2</sub>e que pueda tener la empresa como organización que produce y distribuye concreto premezclado y prefabricado, basándose en la ISO 14064-1.

El alcance a calcular es el 1 y 2, que incluye la huella de carbono directa de la organización y la energía importada o comprada, sin tener en cuenta las emisiones de las actividades de los proveedores (alcance 3).

El presente trabajo de titulación se realiza con la finalidad de estimar la huella de carbono de una empresa que produce concreto premezclado y prefabricado en la ciudad de Lima, ya que el sector al cual pertenece esta industria se encuentra en crecimiento.

Asimismo, se describirá la metodología a emplear para el cálculo de emisiones de GEI en toneladas de CO<sub>2</sub>e, con el fin de que sirvan de muestra para las instituciones que deseen determinar su huella de carbono, y para que la estimación sea comparable, se hará el cálculo por un año, comprendiendo los períodos del 01.01.2013 al 01.12.2013.

Finalmente, estos cálculos servirán de data, para identificar que fuentes de emisiones se tienen en la empresa y en sus actividades; de igual forma, una vez identificadas se pueden plantear oportunidades de mejora en algunos procesos (dependiendo de la factibilidad), para disminuir la huella de carbono de la organización; en base a ello, se plantean los objetivos:

- Estimar la Huella de carbono según la ISO 14064-1 alcance 1 y 2 de una Planta productora de concreto premezclado y prefabricado.

**Objetivos específicos:**

- Identificar las fuentes de generación de gases de efecto invernadero de la Planta productora de concreto premezclado y prefabricado.
- Procesar la data de actividad de los gases de efecto invernadero producidos en la Planta productora de concreto premezclado y prefabricado.
- Analizar los resultados de la cantidad de emisiones de GEI de la Planta productora de concreto premezclado y prefabricado en unidades de CO<sub>2</sub> Equivalente con relación a otras plantas concreteras del mundo que hayan medido huella de carbono.
- Proponer alternativas viables de reducción de huella de carbono para la Planta productora de concreto premezclado y prefabricado.

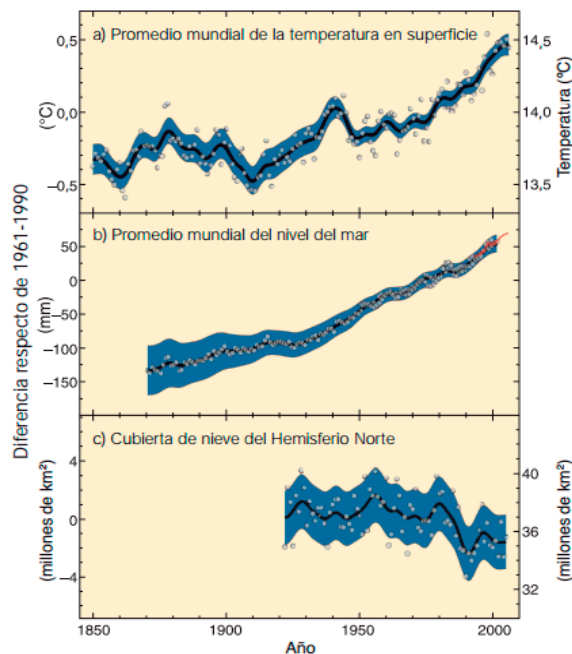
## II. REVISIÓN DE LITERATURA:

### 2.1 CAMBIO CLIMÁTICO:

Según el Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (1992), el cambio climático es un cambio en el clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad observada a lo largo de períodos de tiempo comparables. Por lo general cambio climático hace referencia a las interferencias humanas, mientras que variabilidad climática se refiere a los cambios naturales, mencionado por García 2011.

En calentamiento del sistema climático es inequívoco como evidencian ya los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar (IPCC, 2007).

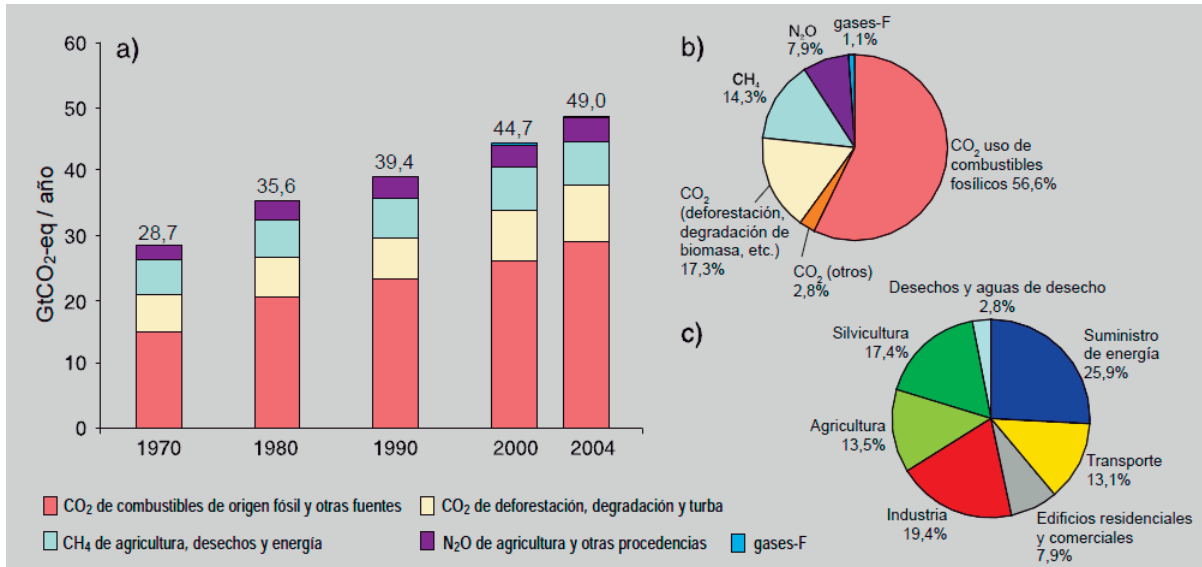
**Figura N° 02: Calentamiento del Sistema climático**



Fuente: IPCC, 2007

El IPCC 2007, en su Informe de Síntesis, da a conocer las principales causas de la variación climática, considerando a la emisión de GEI antropogénica que ha incrementado en un 70% desde la era preindustrial:

**Figura N° 03: Emisiones mundiales de GEI Antropogénos**



Fuente: IPCC, 2007

A recomendación del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático), la CMNUCC (Convención Marco sobre el Cambio Climático) ha desarrollado dos principales ejes estratégicos para hacer frente a los desafíos de un clima cambiante: mitigación y adaptación. La mitigación consiste en disminuir las emisiones de los gases de efecto invernadero y/o incrementar la absorción de dióxido de carbono de la atmósfera mediante sumideros. La adaptación se refiere a actividades realizadas por individuos o sistemas para evitar, resistir o aprovechar los cambios y los efectos del clima, actuales o previstos. (Ministerio del Ambiente, Chile, 2013).

## 2.2 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI):

Componente gaseoso de la atmósfera, tanto natural como antropogénico, que absorbe y emite radiación a longitudes de onda específicas dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes (IPCC, 2007).

Figura N° 04 Esquema del Efecto Invernadero a escala atmosférica



Fuente: UNEP-GRID, Arendal, 2007

### 4.2.1 Fuentes de Gases de Efecto Invernadero:

Unidad o proceso físico que libera un GEI hacia la atmósfera (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

### 4.2.2 Emisiones de gases de efecto invernadero:

Masa total de un GEI liberado a la atmósfera en un determinado periodo (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

### 4.2.3 Factor de emisión o remoción de GEI:

Factor que relaciona los datos de la actividad con las emisiones o remociones de GEI (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

#### **4.2.4 Emisión directa de GEI:**

Emisión de GEI proviene de fuentes de GEI que pertenecen o son controlados por la organización (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

#### **4.2.5 Emisión indirecta de GEI:**

Emisión de GEI que proviene de la generación de electricidad, calor o vapor de origen externo consumidos por la organización (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

#### **4.2.6 Declaración de GEI:**

Declaración objetiva o aseveración de hecho realizada por la parte responsable (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

#### **4.2.7 Potencial de Calentamiento Global (PCG)/ Global Warming Potencial:**

Factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una actividad con base en la masa de un GEI determinado, con relación a la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado. (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

#### **4.2.8 Equivalente de Carbono CO<sub>2e</sub>:**

Unidad para comparar la fuerza de radiación de un GEI con el Dióxido de carbono. (Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental ISO 14064-I, MINAM, 2011).

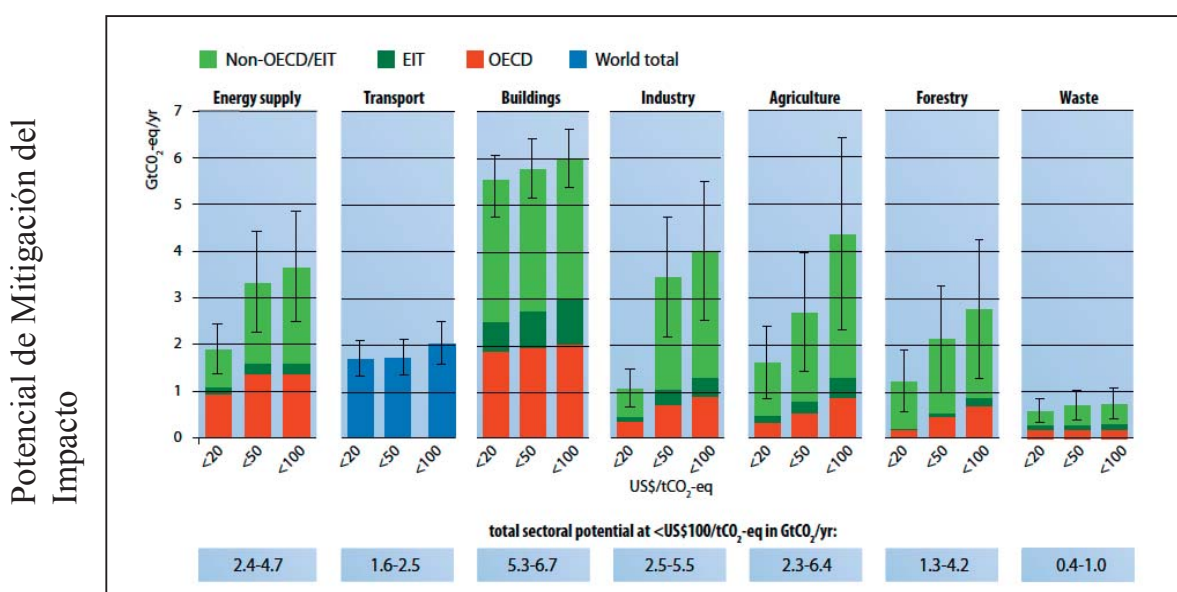
## 2.3 NEUTRALIDAD DEL CARBONO:

Actualmente no existe un estándar reconocido internacionalmente para determinar si una industria es carbono neutral o no, sin embargo muchas empresas, industrias, eventos, etc. se han autoproclamado carbono neutrales debido a que han compensado sus emisiones contabilizadas, de tal manera que el balance neto sea igual a cero, con acciones como reforestación (captura de carbono), compra de bonos de carbono u otros métodos (Hernández, 2010).

Es importante mencionar que la economía baja en carbono, es aquella economía que emite un mínimo de emisiones GEI a la atmósfera.

Asimismo, según la UNEP (2011) existe un mayor potencial de mitigación de las emisiones de GEI en el sector construcción.

**Figura N° 05 Potencial de Mitigación del Impacto de CO2e**



Fuente: UNEP (2011), *Green Economy Report, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Cap. 9, con datos IPCC (2007).*

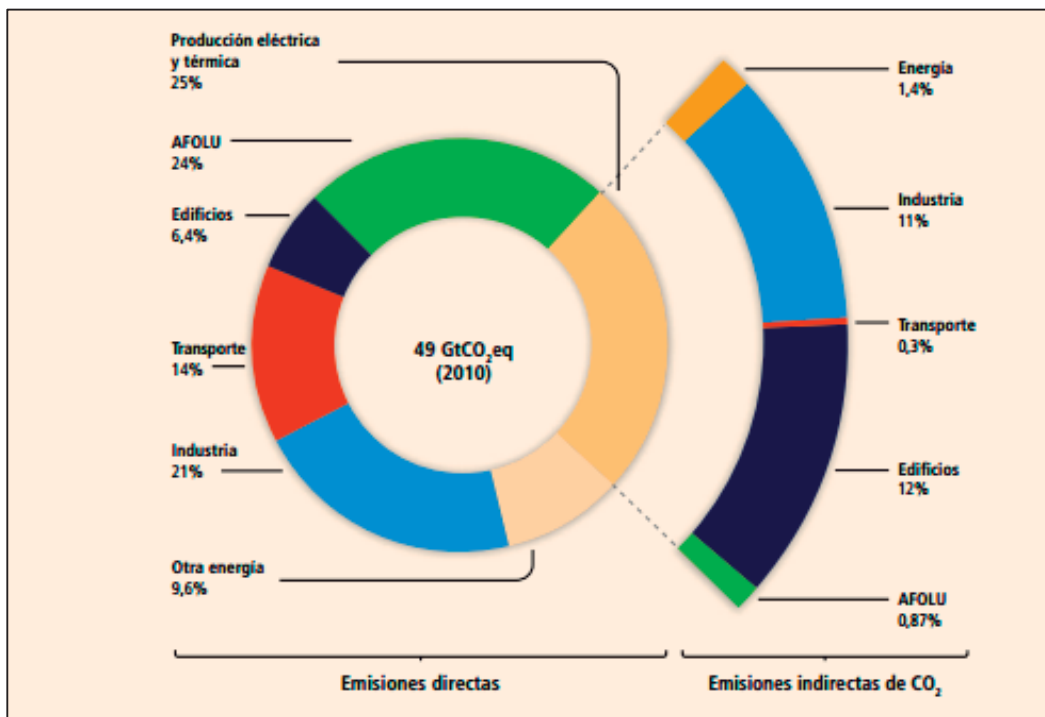
## 2.4 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

### 2.4.1 Industria de la construcción:

Según la RAE (Real Academia de la Lengua Española), Industria en su segunda acepción se define como el Conjunto de Operaciones materiales ejecutadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos naturales; y construcción en su primera acepción proveniente de fabricar, edificar, hacer de una planta una obra de arquitectura o ingeniería, un monumento o en general cualquier obra pública.

Es preciso mencionar que la industria de la construcción tiene diversos aportes de emisiones GEI, el concreto es un producto muy usado en esta industria y que por su elaboración propiamente dicha tiene baja emisión de CO<sub>2</sub>. (National Ready Mixed Concrete Association, 2012).

Figura N° 06 Emisiones de GEI por sectores económicos.



Fuente: IPCC, 2014.



#### **2.4.2 Concreto:**

También denominado hormigón en algunos países de Latinoamérica, es el material resultante de la mezcla de cemento (u otro conglomerante) con áridos (piedra, grava, arena) y agua; mencionado por De León en el año 2013.

#### **2.4.3 Concreto Premezclado:**

El proceso industrial corresponde a una Planta automatizada de dosificación de insumos, para ello se usan aditivos, cemento, agregados y agua, en cantidades dosificadas. (Ecoconsult, 2009).

#### **2.4.4 Concreto prefabricado:**

El concreto prefabricado son bloques de concreto, elaborados en plantas de producción, de las cuales también se pueden obtener los King Block (Ladrillos), King Concreto y Adoquines. El proceso productivo es similar teniendo como única diferencia el tamaño de los moldes para su procesamiento (Ecoconsult, 2009).

### **2.5 ISO 14064-I**

#### **2.5.1 Estándar ISO 14064**

Es la última adición de la familia de estándares internacionales para el manejo ambiental. El estándar ISO 14064 provee herramientas a los gobiernos e industrias para programas dirigidos a la reducción de GEI.

La implementación de ISO 14064 intenta alcanzar los siguientes beneficios (SGS, 2013):

- Promover consistencia, transparencia y credibilidad en la cuantificación, monitoreo, reporte y verificación con los GEI.
- Permitir a las organizaciones identificar y manejar las responsabilidades, ventajas y riesgos relacionados con los GEI.
- Facilitar el comercio de créditos de GEI.

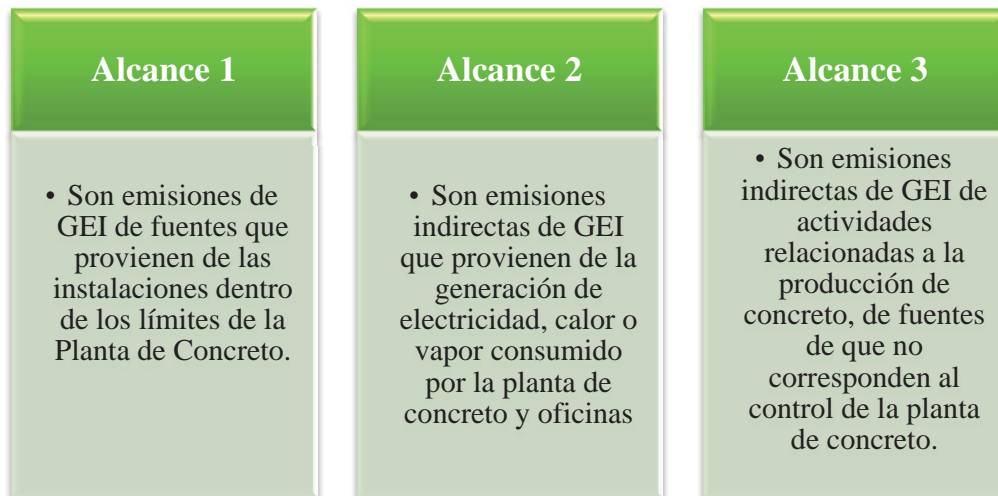
La norma ISO 14064 se compone de tres estándares que detallan especificaciones y guías para el nivel organizacional de proyectos, validación y verificación, que pueden ser usados independientemente o como un juego integrado de herramientas para agrupar las diferentes necesidades de la cuantificación y verificación de GEI.

### 2.5.2 Norma Técnica Peruana ISO 14064-1

Esta ISO describe los principios específicos y requerimientos a nivel de organización para la cuantificación y el reporte de las emisiones y remociones de GEI incluyendo los requerimientos para el diseño, desarrollo, manejo, reporte y verificación de los inventarios de GEI de las organizaciones (SGS, 2013).

Esta norma, divide los alcances de medición en 3 alcances, dependiendo del enfoque de cálculo de huella de carbono; es así que para el alcance 1 y 2 interviene la huella como organización, y para el alcance 3 intervienen las emisiones indirectas (de los proveedores).

**Figura N° 07: Alcances de estimación de Huella de Carbono según la Norma ISO 14064-1**



## **2.6 CASOS DE ORGANIZACIONES QUE HAN MEDIDO SU HUELLA DE CARBONO:**

### **2.6.1 En el Perú:**

#### **a) Ecolodge Ulcumano**

La medición de la huella de carbono del Ecolodge Ulcumano, da como resultado 0,17 kilogramos de CO<sub>2e</sub> producidos por huésped en una noche. Las actividades que producen más generación de GEI son: la iluminación, la preparación y conservación de alimentos, el calentamiento de agua y el transporte logístico y de huéspedes. (Calle y Guzmán, 2010).

#### **b) Refinería La Pampilla:**

Según el Informe de Huella de Carbono de Repsol 2011, el inventario de GEI para el ejercicio 2011 de las actividades de Refinería La Pampilla SAA aborda desde dos perspectivas distintas, utilizando en cada una un criterio de asignación distinto. Dichos criterios son:

**Criterio de Control Operativo:** La compañía notifica el 100% de las emisiones donde Repsol tiene responsabilidad de operación (control) o participación mayoritaria.

**Criterio de participación accionarial:** La compañía notifica las emisiones de GEI procedentes de sus actividades de acuerdo a la proporción de acciones que posea en las mismas, contabilizando el porcentaje de emisiones correspondientes a la participación accionarial.

Para el cálculo de su inventario no fueron consideradas las emisiones de fuentes que aportan menos del 1% del total las mismas que en el ejercicio del 2011 se estimaron para CO<sub>2e</sub>. (REPSOL, 2011).

## 2.6.2 En el mundo:

### a) Caso: CEMEX

Esta compañía global especializada en el sector de la construcción está presente en más de 50 países en el mundo, realiza la producción de concreto premezclado pero a su vez es productor de cemento y agregados.

CEMEX declaró y difundió la huella de carbono calculada durante el año del 2010, se convirtió así, en la primera empresa en el sector construcción a nivel internacional que divulga los resultados de sus emisiones; que fueron 298 Kg CO<sub>2e</sub> por tonelada de concreto premezclado producido; asimismo CEMEX divulgó los resultados de CO<sub>2e</sub> para la producción de arena, agregados y cemento (CEMEX, 2014).

CEMEX ha compartido su metodología de cálculo, el cual ya es imitado en algunos países.

### b) Caso: Huella de Carbono de la industria concretera en Guatemala

En la investigación realizada por De León en el 2013, se realizó la determinación de la huella de carbono de la industria concretera en Guatemala, teniendo en cuenta el transporte de insumos, combustible y energía para producir el concreto; la cual generó la siguiente información:

**Tabla N°2 Huella de Carbono de industria de concreto de Guatemala.**

Medición	Industria de Concreto Guatemala	Mixto Listo
Producción de concreto/año	763 000 m <sup>3</sup>	519 600 m <sup>3</sup>
Generación de CO <sub>2</sub> /Año	288 250 Ton	196 235 Ton
CO <sub>2</sub> proveniente de cemento	244 279 Ton	166 300 Ton

*Fuente: De León, 2013.*

Este cálculo se hizo en base a la Metodología de Huella de Carbono de Cemex México; dando como resultado que se genera aproximadamente 0.37 toneladas de CO<sub>2</sub>e por cada m<sup>3</sup> de concreto producido y 1 tonelada de CO<sub>2</sub>e por cada tonelada de cemento producido.

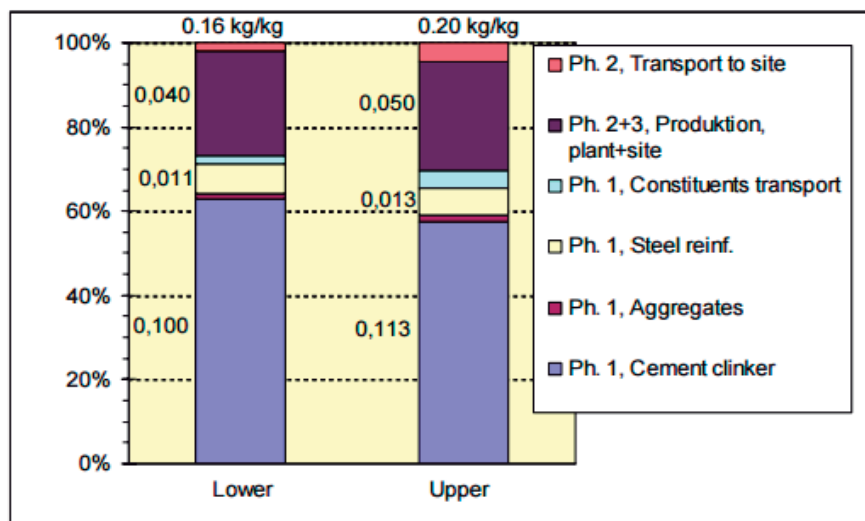
**c) Huella de carbono de los edificios de concreto visto desde la perspectiva del ciclo de vida en Dinamarca.**

En el año 2008, Vestergaard, realizó un análisis de la huella de carbono de los edificios de concreto visto desde la perspectiva del ciclo de vida en Dinamarca.

En esta evaluación se determinó que, la cantidad de CO<sub>2</sub>e por cantidad producida de concreto preparado (basado en cifras danesas) es de 0.42 Tn CO<sub>2</sub>e/ m<sup>3</sup> de Concreto producido.

Asimismo, debido a que se trata del análisis de emisiones durante todo el ciclo de vida (Alcance 3), Vestergaard hizo un comparativo de las industrias con mayor y menor emisión de CO<sub>2</sub>e, se adjunta gráfico comparativo; teniendo como consideración que la densidad del concreto es de 2400 kg/m<sup>3</sup>, es decir una emisión de 0.17 Kg/Kg.

**Figura N° 08: Distribución de CO<sub>2</sub>e en los diversos constituyentes y las fases de la producción de concreto en Dinamarca.**



Fuente: Vestergaard, 2008.

La columna izquierda incluye los valores más bajos y la columna derecha los valores superiores.

Las figuras en las columnas representan el CO<sub>2</sub>e en kg / kg.

La figura en la parte superior de cada columna es el total CO<sub>2</sub>e.

#### d) Emisiones de CO<sub>2</sub>e del concreto-Estudio en Hong Kong.

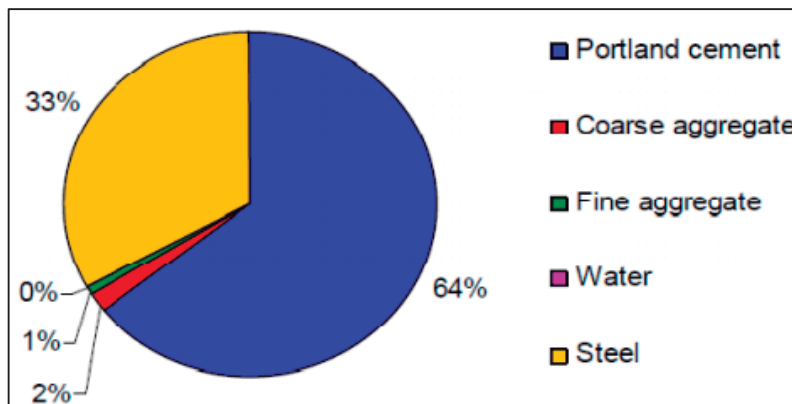
Leung en el año 2009, determinó las emisiones de CO<sub>2</sub> del concreto, hizo la investigación previas de las emisiones per cápita en Hong Kong, para luego aterrizar en las emisiones de CO<sub>2</sub> del concreto, que incluye dentro la comparación con las emisiones por producción de cemento, en los resultados obtenidos por Leung determina que se emiten 0.12 TnCO<sub>2</sub>/Tn Concreto producido y 0.88 Tn CO<sub>2</sub>/Tn Cemento producido.

Según lo indicado por Leung el proceso de mayor emisión es la manufactura del cemento Portland, que requiere de transporte de material y gran cantidad de energía para procesos de combustión (preparación de cemento).

Asimismo, se indica que los agregados tienen mucha menor emisión que el cemento portland, ya que el GEI proviene básicamente del transporte.

Finalmente, hizo un cuadro comparativo de la emisión de los insumos para preparación de concreto.

**Figura N° 09: Porcentaje de emisión de CO<sub>2</sub> por insumo de concreto, en industria de Hong Kong.**



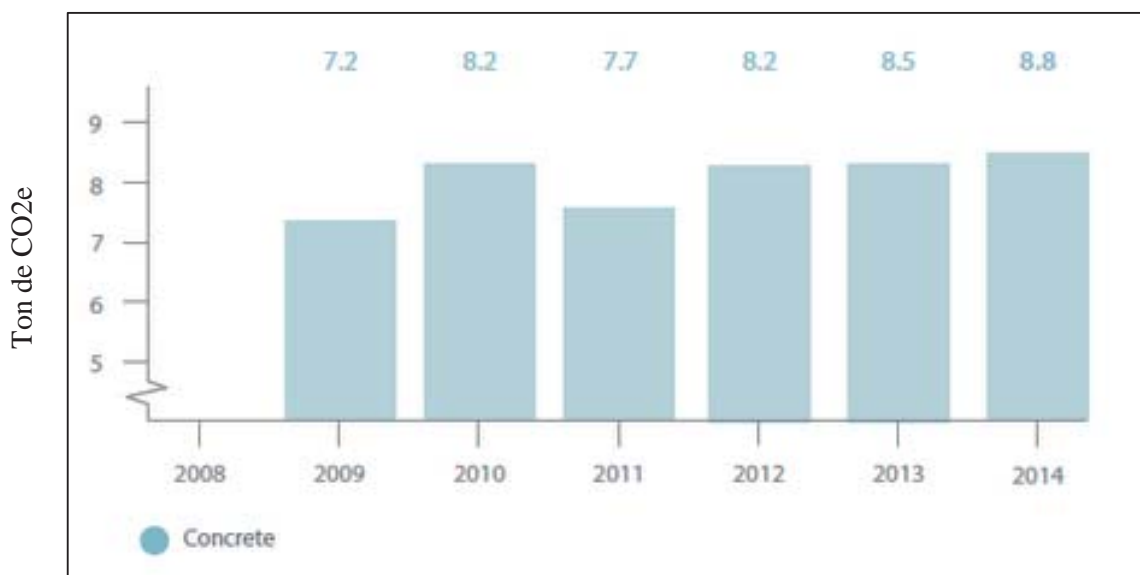
Fuente: Leung, 2009.

**e) Emisiones de CO2e del concreto-Sustainable Concrete.**

Según el Sustainable Concrete 2016, el valor de emisión de CO2e/Tn de concreto es relativamente constante en alrededor de 8.8 kg de CO2 (para el año 2014) / tonelada de concreto y que ello está asociado a las distancias promedio de entrega del concreto, sin embargo destacan que el actual promedio no es exacto, ya que existen indicadores en el suministro que no han sido contabilizados en su totalidad.

Este estudio fue realizado por el Sustainable Concrete de Inglaterra, donde se indica que los cálculos de reducción se realizan respecto al año base 2008.

**Figura N° 10: Variación de las emisiones de CO2 del concreto/Tn de concreto producido en el transporte en Inglaterra.**



*Fuente: Sustainable Concrete UK, 2016.*

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 UBICACIÓN:**

La presente investigación se desarrolló en las instalaciones de una planta de fabricación de concreto premezclado y prefabricado, en el distrito del Cercado de Lima; provincia de Lima, Departamento de Lima.

Los cálculos fueron realizados con los recursos proporcionados por la empresa concretera.

#### **3.2 MATERIALES:**

- Reporte de consumo de refrigerantes al sistema de chiller.
- Registros del proveedor de consumo de aire acondicionado y extintores de CO<sub>2</sub> en la planta de concreto.
- Facturas de consumo de energía eléctrica de la planta de concreto para el año 2013.
- Registros de consumo de petróleo diesel, entre otros insumos propios de la institución con data de actividad que emiten gases de efecto invernadero.
- Reporte de producción de bloques de concreto y concreto premezclado.
- Computadora
- Norma ISO 14064-I
- Hoja de cálculo y herramientas de Excel



### 3.3 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La metodología usada para la elaboración del inventario de GEI está basada en la NTP ISO 14064-I, que describe las consideraciones a tener para la elaboración del Inventario y el cálculo de GEI, según los alcances determinados.

#### a) Principios aplicados en el inventario y cálculo de GEI

Para el asegurar que la información brindada sea cierta e imparcial, según lo indicado por la NTP ISO 14064-1: 2011 y el Protocolo de GEI 2005, se cumplieron los principios fundamentales:

- **Relevancia.-** Datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario.
- **Cobertura Total.-** Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI.
- **Coherente.-** Permite comparación significativa en la información relacionada con los GEI
- **Exactitud.-** Reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible
- **Transparencia.-** Divulgar información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable.

#### b) Diseño del Inventario de GEI, según la NTP ISO 14064-1

- **Limite Organizacional**

A nivel organizacional se consolidaron las emisiones y remociones de GEI por medio del enfoque de control.

**Enfoque de Control:** Se consideraron todas las emisiones y/o remociones de GEI en la planta de concreto.

- **Limites Operativos**

Se clasificaron las emisiones de GEI, según lo establecido en la NTP ISO 14064-1:2011, que incluyen: emisiones directas, emisiones indirectas por energía.

Se plantearon acciones dirigidas para la disminución de GEI (ISO 14064-2), con fines comparativos se estableció un año base, que es el primer año de medición para esta planta: 2013.

### 3.3.1 Reconocimiento de las fuentes de emisión de GEI en la planta

Inicialmente, se hizo la revisión de los estudios ambientales de la planta de concreto, y para fines del cálculo final en Tn CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> de concreto producido.

En los estudios ambientales se indica que la producción anual de concreto es:

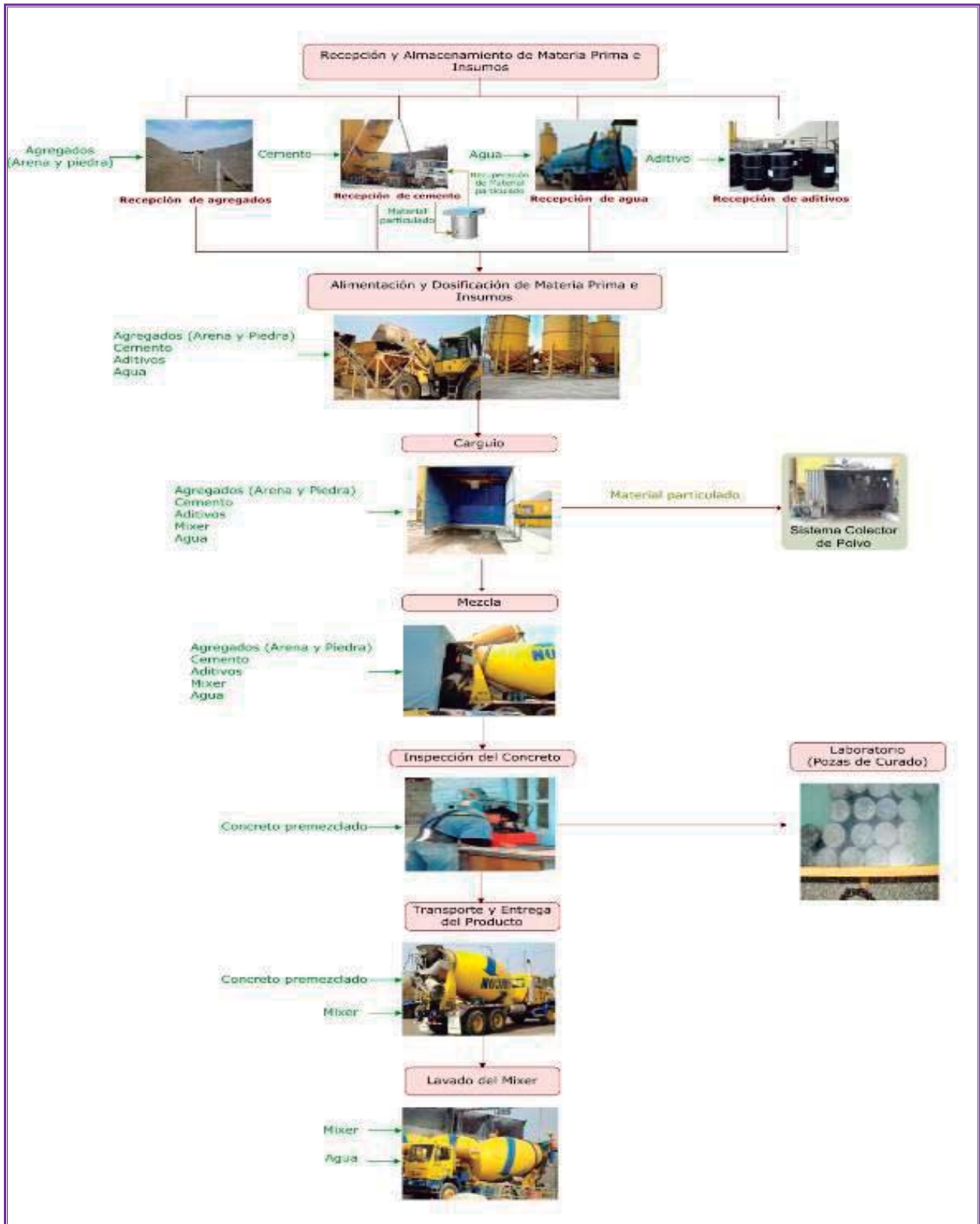
- 7000 m<sup>3</sup> de concreto al año en la 1ra línea de producción.
- 10 000 m<sup>3</sup> de concreto premezclado en la 2da línea de producción.
- Adicionalmente, se tienen 2 líneas de producción de concreto prefabricado en cada una de estas se producen 18 000 piezas de bloques de concreto.

**Tabla N°3 Producción de concreto por tipo y línea de producción.**

Tipo de concreto	Línea N°1	Línea N°2
Concreto Premezclado	7 000 m <sup>3</sup>	10 000 m <sup>3</sup>
Concreto prefabricado	18 000 pzas.	18 000 pzas.

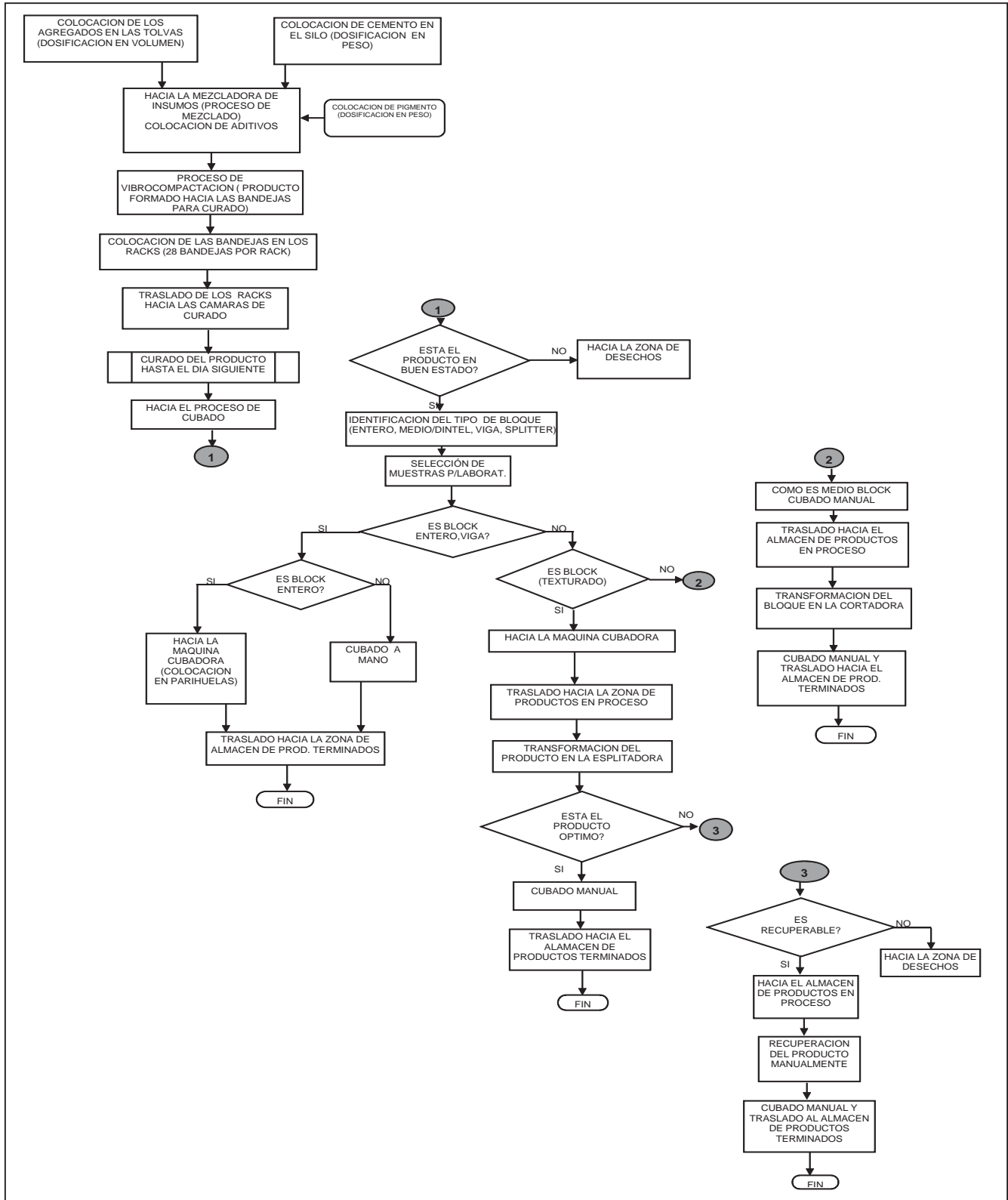
Luego de conocer el total de producción y revisar los respectivos estudios ambientales de la planta se hizo la determinación de las fuentes y actividades de emisión de GEI, según lo descrito en el Diagnóstico Ambiental Preliminar y Declaración de Impacto Ambiental de la Planta, además de visitas directas con el responsable del área, quien proporcionó información relacionada de los procesos y equipos a su cargo, frecuencias de actividades, insumos utilizados, entre otras informaciones relevantes para la elaboración del inventario.

Figura N° 11: Flujograma de producción de concreto premezclado.



Fuente: Consultoría Carranza E.I.R.L., 2011.

**Figura N° 12: Flujograma de producción de concreto prefabricado.**



Fuente: Ecoconsult Perú S.A.C., 2009.

Figura N° 13: Actividades complementarias realizadas en la Planta de Concreto.



Fuente: Consultoría Carranza E.I.R.L., 2009.

### 3.3.2 Determinación del alcance de la implementación:

- **Alcance 1 y 2:** Que implica todas las emisiones directas de la organización e indirectas de energía.

**Figura N° 14: Actividades identificadas con emisión de GEI según Alcance.**



*Fuente: Elaboración propia*

### 3.3.3 Información de la data de actividad de cada fuente o actividad involucrada

Las determinación de las datas de actividades involucradas en las emisiones de GEI, pueden variar en nuevas cuantificaciones, ello dependerá de la constancia o cambio de actividades, procesos, etc.

Según la GRP Climate Registry 2008, son necesarios 3 pasos para la determinación de Tn de CO2e:

1. Identificar el consumo total anual por tipo de emisión
2. Determinar el factor de emisión apropiado.
3. Calcular el total de emisiones de CO2

#### Alcance 1.- Emisiones directas GEI

- Determinación de data de actividad de diesel por fuente móvil.

La planta de concreto cuenta con un grifo dentro, el cual provee de combustible diesel a todas las unidades fijas y móviles que requieren de este combustible para su funcionamiento, las unidades tienen una clave la cual se digita en el grifo junto al número de unidad, esta información es transferida por un sistema electrónico denominado “Gas Boy”, este sistema guarda en archivos el consumo de combustible diesel de cada unidad dentro de planta en tiempo real.

Para la determinación del consumo de diesel, se usó la data proporcionada por el área de Mantenimiento, quienes almacenan la información del sistema “Gas Boy” con la siguiente información: tipo de unidad, número de unidad, cantidad consumida y asignación de responsable.

Finalmente de la data de actividad proporcionada, se diferencié por tipo de unidad y se hizo la suma correspondiente:

#### Para unidades mixer:

Consumo de diesel en el período 2013 (Mixer<sub>1</sub>) + Consumo de diesel en el período 2013 (Mixer<sub>2</sub>) + ..... + Consumo de diesel en el período 2013 (Mixer<sub>n</sub>) = Total de diesel consumido en el período 2013 por las unidades Mixer

#### Para unidades bombas:

Consumo de diesel en el período 2013 (Bomba 1) + Consumo de diesel en el período 2013 (Bomba 2) + ..... + Consumo de diesel en el período 2013 (Bomba n) = Total de diesel consumido en el período 2013 por las unidades Bomba

Otras unidades móviles:

Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha a + Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha b +...+ Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha n = Total de diesel consumido por el grupo electrógeno en el 2013.

- Determinación de data de actividad de diesel por fuente estacionaria.

La información al igual que para las fuentes móviles de emisión por diesel se da por el sistema “Gas Boy” el cual registra el consumo anual por este equipo.

Para grupo electrógeno:

Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha a + Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha b +...+ Consumo de diesel de grupo electrógeno en la fecha n = Total de diesel consumido por el grupo electrógeno en el 2013.

- Determinación de data de actividad de refrigerantes de aire acondicionado.

Se tomaron todas las recargas del refrigerante R-22 a los sistemas de aire acondicionado de la planta, para el período 2013.

- Determinación de data de actividad de refrigerantes en proceso productivo.

Este consumo corresponde a las fugas del sistema de enfriamiento utilizado en el proceso productivo. La fuga de refrigerantes comprende la emisión de gases fluorados.

La data de actividad (consumo de refrigerante) fue proporcionada por el proveedor de este servicio, como medio de aseguramiento se tienen los comprobantes por el servicio realizado (recarga de refrigerante R-22 al sistema chiller).

- Determinación de data de actividad de fertilizantes de úrea o NPK.

El consumo de fertilizantes para la planta se determina por la cantidad de fertilizante NPK aplicado a las áreas verdes según Informe del proveedor y factura del cobro por el servicio para el período 2013.



- Determinación de data de actividad de extintores de CO<sub>2</sub>.

Las emisiones de CO<sub>2</sub> por extintores para la planta se determina por la cantidad de extintores de CO<sub>2</sub> recargados durante el período 2013 por uso o vencimiento, esta información la da el proveedor en su factura por servicios.

#### Alcance 2.- Emisiones indirectas de GEI

- Determinación de data de actividad de energía eléctrica.

Para obtener el consumo efectivo de la planta de concreto por energía eléctrica, se recabó información de las facturas de consumo proveídas por la empresa, de estas se obtiene el total de energía consumida.

Energía HP + Energía FP + Energía Reactiva = Energía consumida

HP: Hora Punta

FP: Fuera Punta

#### **3.3.4 Determinación de las emisiones de GEI:**

La Metodología que se usada se basó en la norma NTP ISO 14064 – I:2011, el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero propuesto por el World Resources Institute (WRI) y el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD), y el Lineamiento Nacional para el Inventario de Gases de Efecto Invernadero, publicado por el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2006. Asimismo, el potencial de calentamiento global (PCG) utilizado se basó en el IPCC AR4 2007.

El cálculo de la huella de carbono se hizo en base a lo establecido en el IPCC 2006 y a la NTP ISO 14064-1: 2011, de este modo el cálculo final podrá ser verificado en base a cualquiera de estos documentos.

Para ello, se hizo por una multiplicación del factor de emisión por la data de actividad.

El factor de emisión, está determinado según la fuente de emisión.

**Figura N° 15: Fórmula para obtención de GEI en Tn**



Es importante resaltar que si en el país hay un factor de emisión específico para la actividad de un gas de efecto invernadero se tomarán los nacionales (ello basado en el cuadro de decisión proporcionado por el IPCC 2006), de no existir, se tomará el indicado por el IPCC 2006.

#### Alcance 1.- Emisiones directas GEI

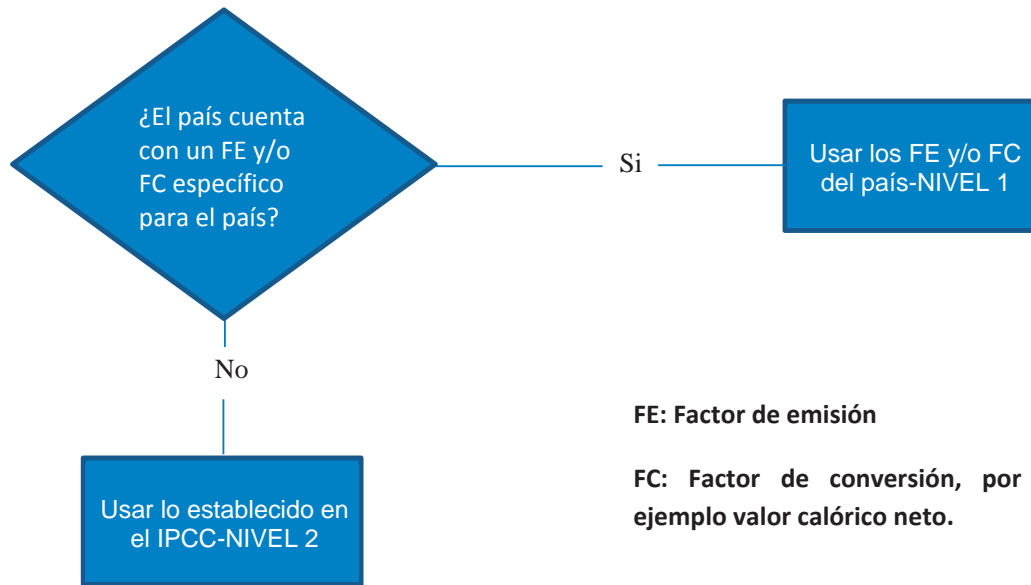
Las emisiones directas a contabilizar proceder de la industria concretera, por ejemplo las procedentes de maquinaria, vehículos, equipos de proceso, así como las emisiones fugitivas de equipos o instalaciones.

- Emisiones directas provenientes de combustión móvil.

Este tipo de emisiones son generadas por la combustión en el motor diesel, comprende las unidades mezcladoras, unidades bombas, grúas, cargadores frontales, entre otros equipos móviles, esta combustión se asocia la generación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O.

Se usarán los factores de emisión y sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPPC) para emisión por combustión móvil y el factor de conversión (valor calórico neto) del diesel según la NTP 321.006, ello fue determinado según el cuadro de decisión propuesto por el IPPC, en base a ello se deriva lo siguiente:

**Figura N° 16: Cuadro de decisión para uso de Factor de Conversión y/o Emisión**



- Emisiones directas provenientes de generación de energía estacionaria.

Son las emisiones de gases de efecto invernadero: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, producidas por los procesos de combustión de combustibles fósiles de los generadores de energía, que son del tipo de grupos electrógenos.

La metodología de cuantificación empleada para el cálculo de las emisiones directas por energía estacionaria se basó en los datos de actividad (consumo de combustible) y factores de emisión sugeridos por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006) para energía por combustión estacionaria, y el Factor de conversión (valor calórico neto) según la NTP 321.006.

Del mismo modo que para las emisiones directas por generación de energía móvil, prevalecerán los factores de emisión y conversión del país, si los tuviera.

- Emisiones fugitivas de refrigerantes en oficinas.

Estas emisiones corresponden a las fugas en el sistema de aire acondicionado de las áreas administrativas y operativas de la planta. La fuga de refrigerantes comprende la emisión de

gases fluorados, específicamente Clorofluorcarbono (HFC), la emisión de estos GEI se asocian a la recarga de HFC en los equipos de climatización.

La metodología de cuantificación empleada para el cálculo de las emisiones directas por fugas de refrigerante de HFC por aire acondicionado, se basó en los datos de actividad (cantidad recargada) y el potencial de calentamiento global del gas recargado, según lo publicado en el DEFRA 2009; cabe resaltar que en el IPCC 2006, no se encuentra factores de emisión ni potencial de calentamiento global para refrigerantes, por ello se decidió usar el GWP del DEFRA 2009, el cual contempla el factor de emisión.

- Emisiones fugitivas de refrigerantes en proceso productivo.

La metodología de cuantificación empleada para el cálculo de las emisiones directas se basó en los datos de actividad (cantidad de gas recargada) y el potencial de calentamiento del refrigerante R-22 recargado, según lo establecido en el DEFRA, 2009.

- Emisiones fugitivas por aplicación de fertilizantes a áreas verdes.

La metodología de cuantificación de GEI usada, está basada en lo indicado por el IPCC 2006, capítulo 11, en el cual se describe el factor de emisión para el tipo de emisión GEI, que está asociado al NO<sub>2</sub>, debido a que el fertilizante contiene nitrógeno.

- Emisiones por fugas de extintores.

Estas corresponden al sistema contraincendios del área administrativa y del área de producción. La fuga de extinguidores comprende la emisión de CO<sub>2</sub> en extintores por fugas (uso de extintores en ensayos o capacitaciones).

La metodología de cuantificación empleada para el cálculo de las emisiones está basada en los datos de recarga (cantidad suministrada); considerando que los ingresos de CO<sub>2</sub> son iguales a las salidas, siendo el factor de emisión 1.

## Alcance 2.- Emisiones indirectas de GEI

- Emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica adquirida en edificios administrativos.

Se tomará la cantidad de energía consumida durante el 2013 y se multiplicará por el factor de conversión según lo descrito en el IEA 2013, que indica un valor específico para el Perú (actualizado al año 2011) con ello determinar las emisiones de CO<sub>2</sub>e por energía eléctrica.

**c) Cálculo de emisiones de GEI en Tn de CO<sub>2</sub>e**

Luego de cuantificadas las emisiones de GEI, éstas se convirtieron a CO<sub>2</sub>e, según el potencial de calentamiento global (PCG) para cada actividad.

El resultado estará expresado en toneladas como unidad de medida, convirtiendo cada tipo de GEI a toneladas de CO<sub>2</sub>e.

**Figura N° 17: Fórmula para obtención de GEI en Tn CO<sub>2</sub>e**



**Tabla N°4: Potencial de Calentamiento Global por tipo de GEI**

GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	R-22
PCG (Tn CO <sub>2</sub> e/Tn GEI)	1	25	298	1,810
Fuente	IPCC AR4 2007	IPCC AR4 2007	IPCC AR4 2007	DEFRA 2009

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Las actividades de la planta de concreto, en los alcances 1 y 2 están asociadas a las emisiones de GEI, según se detalla:

**Tabla N°5: Tipo de GEI emitido por actividad.**

Actividad	GEI emitido
<b>Combustión móvil</b>	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub>
<b>Combustión estacionaria</b>	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub>
<b>Enfriamiento por refrigerantes</b>	HFC, PFC
<b>Uso de extintores de CO<sub>2</sub></b>	CO <sub>2</sub>
<b>Aplicación de fertilizantes</b>	NO <sub>2</sub> indirecto
<b>Energía eléctrica</b>	CO <sub>2</sub> CH <sub>4</sub> NO <sub>2</sub>

*Este cuadro se realizó en función al Vol. 4 del IPCC 2006.*

### 4.1 RESULTADOS

Luego de haber identificado las fuentes de emisión y obtener las datas de actividades de cada fuente; se procedió a realizar los cálculos (Anexo 10.2) según la metodología ya descrita.

- La huella de carbono de la planta de concreto como Organización (Alcance 1 y 2) es de 6832.45 Ton de CO<sub>2</sub>e.
- El alcance 1 emite en total 5864.10 Tn de CO<sub>2</sub>e y el alcance 2 emite 968.35 Tn de CO<sub>2</sub>e.
- El proceso de producción emite 644.99 Tn de CO<sub>2</sub>e, el proceso de suministro emite 5213.67 Tn de CO<sub>2</sub>e, el proceso de mantenimiento de áreas verdes emite 0.0002 Tn

de CO<sub>2</sub>e, los procesos administrativos emiten 5.44 Tn de CO<sub>2</sub>e y el proceso de uso de energía eléctrica 968.35 Tn de CO<sub>2</sub>e.

- Se hizo también el cálculo por tipo de fuente de emisión: estacionaria (1112.30 Tn CO<sub>2</sub>e), fugitiva (19.01 Tn de CO<sub>2</sub>e) y móvil (5701.14Tn de CO<sub>2</sub>e).
- Finalmente se presenta un cuadro resumen de los cálculos y emisiones de GEI en Ton CO<sub>2</sub>e.

**Tabla N°6: Resumen de los resultados obtenidos en el cálculo de emisiones de GEI en Tn de CO2e**

ALCANCE	PROCESO	Clasificación de Fuente	Fuente de Emisión	Tipo de fuente de emisión (Fija (S); Móvil (M); Proceso (P); Fugitiva (F))	Data de Actividad	Factor de emisión	Tn CO2 Eq	Tn CO2Eq (Por proceso)	%	%(Por Proceso)	Exclusiones para el cálculo del siguiente año	
Alcance 1	Producción	Grupo Electrogeno	Diessel	S	Consumo de Combustible	NTP 321.006	143,95	644.99	2.11%	9.4%		
		Cargador Frontal	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	375.09		5.49%			
		Camioneta de JP	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	1.47		0.02%			
		Grúa	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	110.91		1.62%			
			Chiller - Refrigerantes	Refrigerante	F	Cantidad recargada	DEFRA 2009, Anexo 5, Tabla 5b	13.58		0.20%		
			Mixer	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	3527.50		51.63%		
			Bombas	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	1466.26		21.46%	76.3%	
			Motor aux. Bomba	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	125.61	5213.67	1.84%		
			Camioneta de ensayos	Diessel	M	Consumo de Combustible	NTP 321.006	94.31		1.38%		
			Fertilizante	Urea - NPK (20/20/20)	F	Cantidad de Fertilizante colocado	IPCC 2006 Vol. 4 Cap. 11 Ecuación 11.1 Cuadro 11.1	0.0002	0.0002	0.00%		0.0%
			Aire Acondicionado R-22	R-22	F	Cantidad recargada	DEFRA 2009, Anexo 5, Tabla 5b	5.43	5.44	0.08%	0.1%	Excluir por no material
			Extintor	CO2	F	Cantidad recargada	SGS del Peri-Programa de Cambio Climático	0.01		0.00%		Excluir por no material
		<b>TOTAL Alcance 1</b>					<b>5864.10</b>	<b>5864.10</b>	<b>85.83%</b>	<b>85.83%</b>	<b>85.8%</b>	



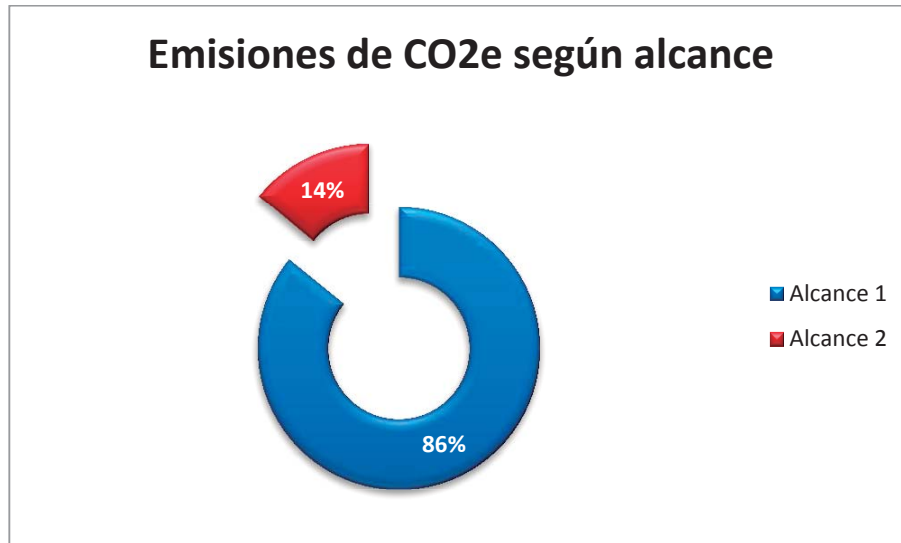
<b>Alcance 2</b>	<b>Energía</b>	Energía Eléctrica	Electricidad	S	Consumo de Energía Eléctrica	IEA Statistics (International Energy Agency)	968.35	968.35	14.17%
		<b>TOTAL Alcance 2</b>					<b>968.35</b>	<b>968.35</b>	<b>14.17%</b>
		<b>TOTAL Planta de Concreto Premezclado y Prefabricado (Tn CO2e)</b>					<b>6832.45</b>	<b>6832.5</b>	<b>100%</b>

**Tabla N°7: Resumen de los resultados obtenidos por tipo de fuente**

<b>Fuente</b>	<b>Estacionario</b>	<b>Fugitiva</b>	<b>Móvil</b>	<b>TOTAL</b>
Ton CO2e	1112.30	19.01	5701.14	6832.5
Porcentaje	16.3%	0.3%	83.4%	100%

## 4.2 DISCUSIONES:

**Figura N° 18: Porcentaje de emisiones de GEI según alcance en la Planta de concreto.**

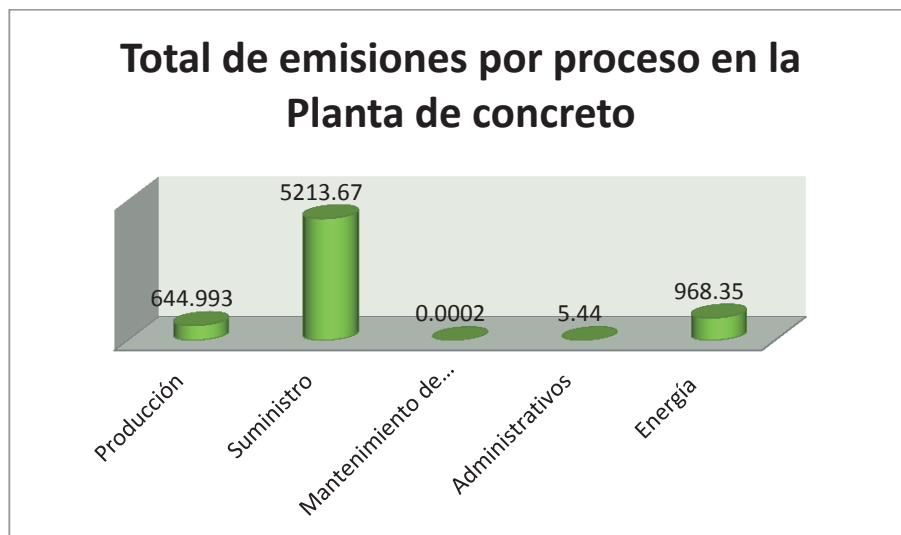


*Fuente: Elaboración propia*

Según la Figura N° 18 el mayor porcentaje de emisiones de GEI en Tn CO<sub>2</sub>e según alcance lo tiene el alcance 1 con un 86% del total de emisiones. Respecto al alcance 2 solo le corresponde un 14% del total de emisiones.

Es importante señalar que los alcances determinados no incluyen el ciclo de vida total del concreto premezclado, ya que dichos alcances (1 y 2) se calculan con fines de obtener la verificación de huella de carbono como organización.

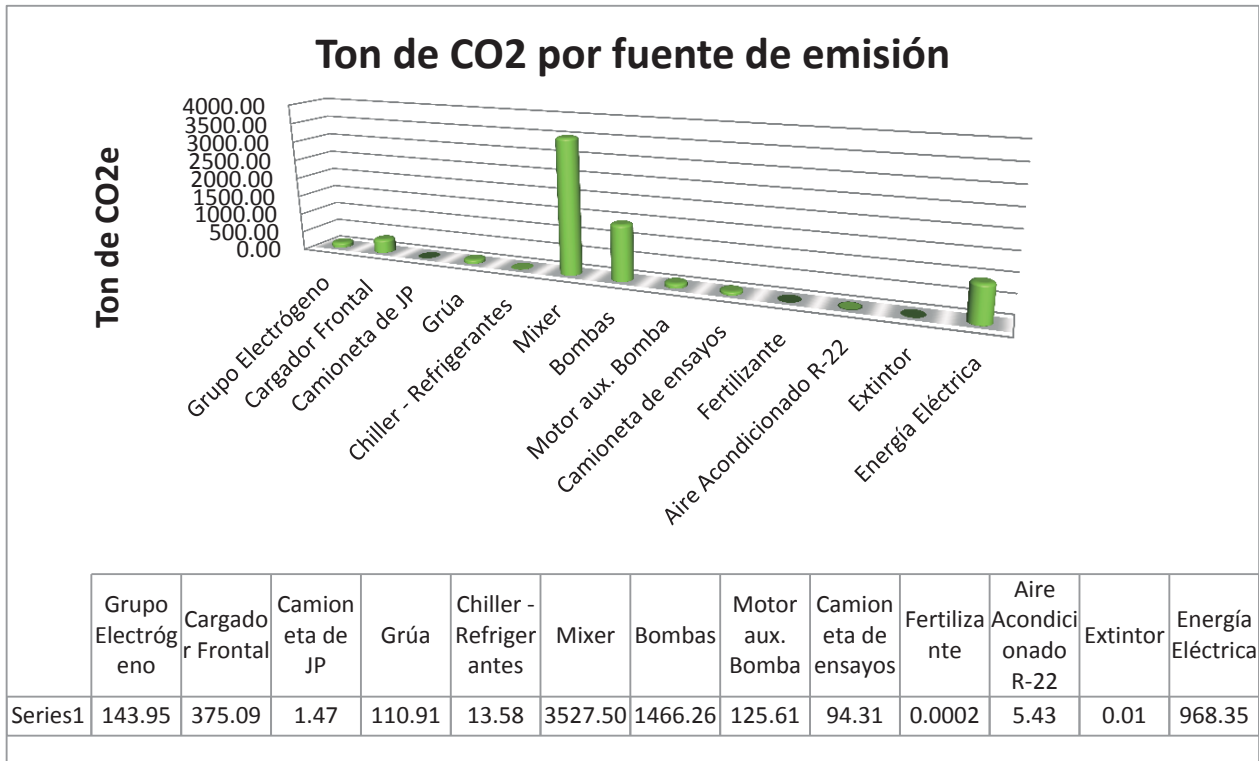
**Figura N° 19: Total de emisiones por proceso en la Planta de Concreto.**



*Fuente: Elaboración propia*

El proceso de la planta de concreto que tiene la mayor cantidad de emisión de GEI, es el suministro de concreto premezclado, seguido del consumo de energía y las actividades propias de la producción del concreto (Figura N° 19 Total de emisiones por proceso en la Planta de Concreto). En contraposición, el proceso de mantenimiento de áreas verdes es el menor (0.0002 Tn de CO<sub>2</sub>e), y en porcentaje su equivalencia es menor al 0.5%; por cuanto, se puede excluir del cálculo para el siguiente año (2014) por ser un aporte no material, según lo indicado en la NTP ISO 14064-1: 2011.

**Figura N° 20: Tn de CO2 por fuente de emisión en la Planta de Concreto.**



*Fuente: Elaboración propia*

Según la Figura N° 20: Tn de CO2 por fuente de emisión en la planta de concreto:

El total de emisiones de CO2 fue de 6832.45 Tn de CO2e, en la que se resaltan que las actividades con mayor emisión de GEI son: el suministro de concreto con unidades mezcladoras y bombas, así como el consumo de energía eléctrica. Para las otras actividades, las emisiones de CO2e fue mucho menor según los datos procesados; ello tiene que ver con los factores de emisión de cada actividad, con la data de actividad de cada proceso y con el potencial de calentamiento global del GEI.

Por ejemplo: las emisiones del refrigerante R-22 por equipos de climatización fue de 5.43 Tn CO2e y la data de actividad (consumo) fue de 3 Kg. de refrigerante, la alta emisión se debe a que el potencial de calentamiento global del R-22 es de 1840 según el DEFRA 2009. Sin embargo, en las demás actividades como el suministro se tiene una mayor data de actividad (consumo), lo que incrementa la huella de carbono aunque el potencial de

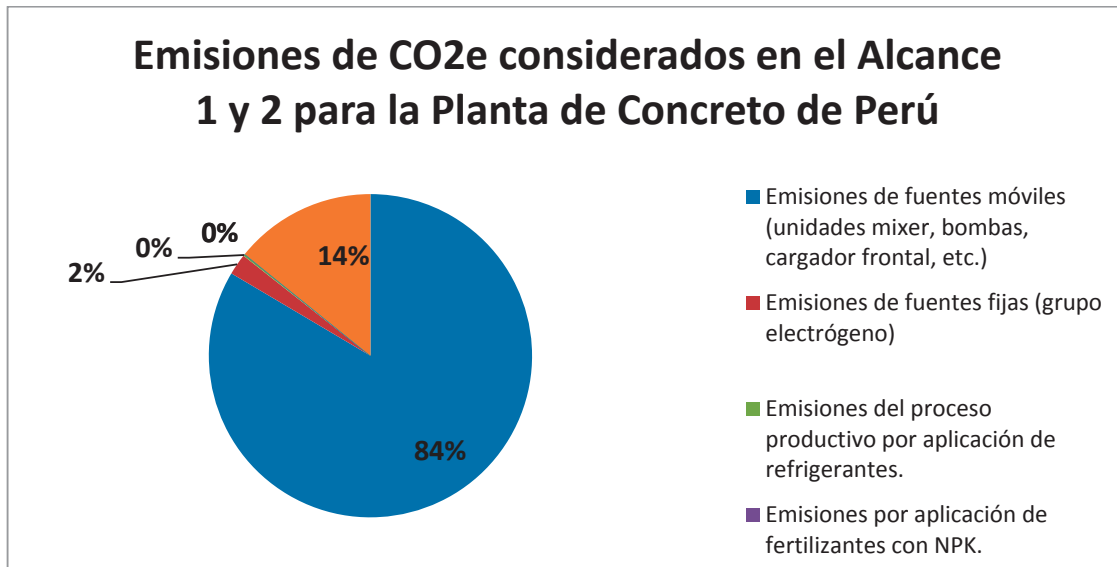
calentamiento global no sea tan alto (ver cada cálculo en el Anexo 10.2 para mayor detalle).

El cálculo de la huella de carbono de la planta productora de concreto premezclado y prefabricado de Perú, se ha basado en la ISO 14064-1 alcance 1 y 2 (a nivel organizacional), por ello incluyó:

- Emisiones de fuentes móviles (unidades mixer, bombas, cargador frontal, camionetas de ensayos)
- Emisiones de fuentes fijas (grupo electrógeno)
- Emisiones del proceso productivo por aplicación de refrigerantes.
- Emisiones por aplicación de fertilizantes con NPK.
- Emisiones por uso de extintores de CO<sub>2</sub>.
- Emisiones por energía eléctrica.

Del total de emisiones las fuentes móviles (transporte de insumos dentro de planta y suministro de concreto en obra) fue lo que mayor cantidad de emisiones tuvo, representando un 84% del total de emisiones.

**Figura N° 21: Porcentaje de emisiones de CO2e según el alcance considerado en la medición de la industria peruana.**



La industria de concreto de Dinamarca (Vestergaard 2008), contempla dentro de su medición los siguientes procesos:

- Transporte de insumos al lugar.
- Proceso productivo del concreto.
- Transporte de constituyentes (aditivos)
- Refuerzo de acero
- Producción de agregados
- Producción de cemento

El mayor porcentaje de emisión, según el análisis de Vestergaard 2008, fue por la producción del Clinker o cemento, con más del 60% de emisiones respecto del total del alcance de su cálculo (Figura N°8).

Leung en el año 2009, realizó un estudio similar en Hong Kong, teniendo como alcance de medición:

- Producción de cemento
- Producción de agregados gruesos
- Producción de agregados finos.

- Agua
- Refuerzo de acero

De este estudio se obtuvo que el mayor aporte de emisiones de CO<sub>2</sub>e es por la producción del cemento, representando un 64% del total de emisiones (Figura N°9).

Los resultados de medición pueden ser variables según el alcance estimado, de acuerdo a ello se puede determinar en qué parte o procesos de la industria del concreto se tiene la mayor cantidad de emisión ya que según lo determinado para la industria peruana el 87% de emisiones proviene de todas las fuentes móviles, pero no se tiene en cuenta la producción de insumos dentro del alcance; y en el caso de las industrias de Dinamarca y Hong Kong la producción del cemento es lo que involucra la mayor cantidad de emisiones; sin embargo dentro de su alcance no se incluye el suministro de concreto a obra ni las actividades logísticas, ello evidencia que el porcentaje de emisiones de CO<sub>2</sub>e variará en función del alcance; sin embargo, el fin debe ser el mismo, la reducción progresiva de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

**Tabla N°8: Comparativo de propuestas de reducción**

Para obtener la propuesta de mejora y reducción más viable, se hará un comparativo entre las posibles acciones a tomar y se comparará a nivel económico, tecnológico y de reducción de GEI.

Propuesta	Económico	Tecnológico	Reducción de GEI
<p><i>Cambiar todos los equipos de climatización; de R22 a R410a:</i></p> <p>Debido a que no se puede transformar los equipos de climatización de R22 a R410a (ya que las presiones de trabajo de los equipos son distintas y si se coloca refrigerante R410A en un sistema diseñado para R22 la presión será tan alta y que la unidad se romperá).</p> <p>Ello según la empresa Frionline, consultado 03 mayo del 2016.</p>	<p>El costo por equipo de climatización R410a es de aproximadamente S/799.90.</p> <p>Debido a que se han identificado 13 equipos de climatización en la Planta de concreto, el costo sería: S/.10398.70 nuevos soles, para el año 2016.</p>	<p>Los equipos nuevos tendrían una garantía de 1 año según la casa de ventas de equipos de aire acondicionado, luego de ello el mantenimiento o reparación será por cuenta del cliente.</p>	<p>Debido a que el PCG del R22 es 1810 y que el PCG del R410a es 1715; al adquirir esta tecnología disminuyen las emisiones de GEI en 0.255 Tn de CO2e; lo que implica una disminución de más del 4% por esta actividad.</p>



<p><b><i>Adquirir un banco de condensadores que compense la energía eléctrica reactiva.</i></b></p> <p>Debido a que se ha determinado que uno de los principales puntos de emisión de Tn de CO2e proviene de la energía eléctrica lo cual fue reconocido por la UNEP 2014, y que se ha reafirmado con el presente trabajo. Para optimizar el consumo de energía eléctrica se propone hacer uso de los bancos de condensadores que evita el consumo de la energía reactiva, ya que esta no tiene “trabajo útil” pero circula entre el generador y la carga; esta energía también es contabilizada en las facturas de consumo de energía eléctrica.</p>	<p>En la cotización para adquirir e instalar un banco de condensadores en una Planta de Concreto (Anexo 10.5), el precio total es de S/. 20 378.31</p>	<p>Al consultarle a la empresa peruana que elabora bancos de condensadores, indican que la eficiencia del banco de condensadores es del 80%, es decir compensa el 80% de la energía reactiva por lo que solo estaría en el consumo un 20% de esta energía; si se adquiere esta tecnología la empresa tendría un año de garantía.</p>	<p>Sin un banco de condensadores la empresa consume 3260429.8 KW/año y las emisiones 968.3476506 Tn CO2e/año, cuando se hace el cálculo del consumo con un banco de condensadores sería de 1868554.28 KW/año y las emisiones de GEI en Tn de CO2e 554.96062116 Tn CO2e/año, lo que implica una disminución de 413.387 Tn CO2e/año y es el 42.69% de emisiones por esta actividad.</p>
---	--	--	---

<p><b>Considerar en la flota de unidades el cambio de diesel a Gas Natural vehicular (GNV)</b></p> <p>Debido a que se ha determinado que el mayor aporte de emisiones en la planta de concreto proviene del suministro (76% de aporte), se considera muy importante el contrarrestar las emisiones por esta actividad.</p>	<p>El costo de convertir cada unidad mixer de diesel a GNV (Anexo 10.5) es de aproximadamente 162680 soles por unidad, considerando una flota aproximada de 30 unidades y un factor de cambio del dólar a 3.32 soles, el costo total sería 4 880 400 soles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor USA: \$ 35000</li> <li>• Accesorios para funcionamiento: \$1100.</li> <li>• Instalación y mano de obra: \$ 3000</li> <li>• Total \$ 49 000 por unidad</li> </ul>	<p>En el cambio de unidades diesel a GNV no hay garantías a excepción del motor de USA ya que la empresa productora de concreto tiene un área de Mantenimiento que se encargaría de esta labor.</p> <p>Se toma como referencia la instalación del motor de USA, ya que según el Ing. tiene mayor garantía.</p>	<p>Se ha calculado las emisiones aproximadas de unidades mezcladoras (a diesel=0.3399 Tn CO2e y GNV=0.1109 Tn CO2e) con similares recorridos en ruta (para otra planta de concreto) durante un día, y se obtuvo que la disminución de las emisiones de GEI en Tn de CO2e fue de aproximadamente 67.53% de Tn de CO2e.</p>
--	---	--	---

Fuente: *Elaboración propia*

Del cuadro comparativo se infiere que las mejoras menos costosas son: La adquisición de equipos de climatización R410a y la adquisición de un banco de condensadores; asimismo se evidencia que las tecnologías que logran mayor reducción de GEI son el cambio de unidades diesel a GNV y el banco de condensadores.

## V. CONCLUSIONES

- Luego de aplicación de la Norma ISO 14064-1: 2011 se obtiene el total de emisiones de GEI. Este cálculo ha seguido los lineamientos de la norma; también fue necesario utilizar algunos documentos de apoyo como: IPCC 2006, DEFRA 2009, IEA 2013; ya que los factores de emisión y potencial de calentamiento global de cada GEI no se detalla con precisión en la norma. Gracias a ello se obtuvo la huella de carbono de la planta de concreto premezclado y prefabricado resultando un total de 6832.45 Tn de CO<sub>2</sub>e.
- Se identificaron las principales fuentes de generación de los GEI, que fueron mayormente unidades móviles por combustión móvil, grupos electrógenos por combustión estacionaria, refrigerantes, fertilizantes y extintores por fugas, según se muestra:

**Tabla N°9: Resumen de los resultados obtenidos por fuente de emisión:**

<b>Grupo Electrónico</b>	<b>143.95</b>
<b>Cargador Frontal</b>	375.09
<b>Camioneta de JP</b>	1.47
<b>Grúa</b>	110.91
<b>Chiller - Refrigerantes</b>	13.58
<b>Mixer</b>	3527.50
<b>Bombas</b>	1466.26
<b>Motor aux. Bomba</b>	125.61
<b>Camioneta de ensayos</b>	94.31
<b>Fertilizante</b>	0.0002
<b>Aire Acondicionado R-22</b>	5.43
<b>Extintor</b>	0.01
<b>Energía Eléctrica</b>	968.35

*Fuente: Elaboración propia*

- En el proceso de recopilación y análisis de data de actividad, se determinó que la energía eléctrica podía ser reducida si no se tomaba en cuenta la energía reactiva, que es energía que no hace trabajo útil; asimismo que el total de unidades mezcladoras de concreto asignadas a esta planta son provistos de diesel, y que la actividad asociada (suministro de concreto) es la que tiene la mayor cantidad de emisiones.
- Se hizo la comparación de las emisiones de GEI con industrias del mundo y se determinó que actividades son las que emiten la mayor cantidad de GEI según el alcance propuesto por autor, ya que el porcentaje de emisiones de cada actividad de estará directamente relacionado con el alcance de medición propuesto por el autor.
- Finalmente se concluye que con un adecuado manejo de los recursos y mejora en la tecnología se puede lograr una reducción, y que mediante el cuadro comparativo de propuestas de mejora se evidencia que la instalación de un banco de condensadores sería la alternativa de reducción más viable tanto económica, tecnológica y de reducción de huella de carbono.

## VI. RECOMENDACIONES

- En adelante adquirir solo unidades mezcladoras a GNV, ya que permiten reducir en gran medida las emisiones de GEI en Tn de CO<sub>2</sub>e; si se instalara una planta de concreto nueva solo con unidades a GNV se podría hacer un nuevo cálculo y ello puede ser materia de otra investigación.
- Si se retira algún equipo de climatización, se recomienda adquirir los equipos que recarguen con Refrigerante R-410a.
- Para realizar un cálculo óptimo se debe seguir los lineamientos de la NTP ISO 14064-1, sin embargo se recomienda usar las fórmulas del IPCC 2006, ya que incluyen cuadros de decisión para determinar los factores de emisión y conversión.
- Se recomienda calcular los factores de emisión propios para el país; ello permitirá que la estimación de huella de carbono sea más exacta, y se puede conseguir con el apoyo en investigación de Ministerios competentes en esta materia.

## VII. BIBLIOGRAFIA

- Asesores y Consultores mineros S.A. 2001. Diagnóstico Ambiental Preliminar de la Planta Ancieta. Unión de Concreteras S.A. Lima-Perú. 5 p.
- Banco Central de Reserva del Perú 2014. Cuadros estadísticos homepage (en línea). Consultado el 15 oct. 2014. Disponible en <http://www.bcrp.gob.pe>
- Calle C.; Guzmán, R. 2010. Cálculo de la Huella de Carbono del Edcolodge Ulcumano ubicado en el sector de la Suiza, distrito de Chontabamba, provincia de Oxapampa, Región Pasco. Tesis para optar el grado de Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, PE. 52 p.
- Consultoría Carranza E.I.R.L. 2013, Declaración de Impacto Ambiental de la Planta Pisco. Unión de Concreteras S.A. Lima-Perú 12, 13 p.
- General Reporting Protocol 2008; The Climate Registry; version 1.1. North America 86, 102 p.
- Hernández P. 2010. Alternativas para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a través de plantaciones forestales. Tesis para adquirir el grado de Magister en Socio economía Ambiental. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12 p.
- CEMEX (Cementos Mexicanos S.A.B. de C.V, MX) 2014. CEMEX homepage (en línea). ES. Consultado 15 nov. 2014. Disponible en <http://www.cemex.es>
- Comité Técnico de Normalización de Gestión Ambiental 2011. ISO 14064-I, Ministerio Nacional del Ambiente. Perú. 1, 2, 3, 4 p.

- De León Alan, 2013. Reducción del consumo de cemento en concretos premezclados, para el incremento en la rentabilidad de esta industria y la disminución del impacto ambiental que este genera. Tesis para optar el grado de Ing. mecánico industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. 65 p.
- DEFRA 2009. Guidelines to Defra / DECC (Department of Energy and Climate Change) GHG Conversion Factors for Company Reporting. 14 p.
- Ecoconsult 2009. Declaración de Impacto Ambiental de Planta Ancieta. Unión de Concreteras S.A. Lima-Perú. 8, 14, 16 p.
- García Cristina, 2011. El cambio Climático: Los aspectos Científicos y Económicos más relevantes. Revista Científica de Ciencias Sociales y Jurídicas. Universidad Complutense de Madrid, España. 7 p.
- Hernández Paulo, 2010. Alternativas para la compensación de emisiones de gases de efecto invernadero a través de plantaciones forestales. Tesis para adquirir el grado de Magister en Socio economía Ambiental. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Postgrado del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 12, 21 p.
- International Energy Agency 2013. CO<sub>2</sub> Emissions From Fuel Combustion Highlights. France, Paris. 114 p.
- Ministerio Nacional del Ambiente 2013. ¿Por qué Perú es el tercer país más vulnerable al cambio climático? homepage (en línea). Consultado el 10 oct. 2014. Disponible en <http://www.metoffice.gov.uk>
- Naciones Unidas.1992. Climate monitoring and data sets. Framework Convention on Climate Change. Consultado el 20 oct. 2014. Disponible en <http://www.metoffice.gov.uk>

- National Ready Mixed Concrete Association 2012. Concrete CO2 Fact Sheet .U.S. 5, 6 p.
- Leung S. 2009. Carbon Dioxide (CO2) Emissions of Concrete. Arup Materials Technology. Hong Kong. 52 diapositivas.
- Oficina de Cambio Climático 2013. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático. Ministerio del Medio Ambiente. Santiago de Chile.
- Osinergmin 2016. Diferencias Físico – Químicas del Gas Natural y el GLP. Consultado de 6 de marzo del 2016. Disponible en: [srvgart07.osinerg.gob.pe/WebDGN/Contenido/diferencias-físico-químicas-gn-glp.html](http://srvgart07.osinerg.gob.pe/WebDGN/Contenido/diferencias-físico-químicas-gn-glp.html)
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2007. Cambio Climático 2007. Informe de Síntesis. 5, 12, 13, 82 p.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático AR4, 2007. Consultado el 20 de junio del 2015. Disponible en: [http://unfccc.int/ghg\\_data/items/3825](http://unfccc.int/ghg_data/items/3825).
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 2: Combustión estacionaria. Energía 6, 16, 24 p.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 3: Combustión móvil. Energía 16, 21, 34 p.
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático, 2006. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4: Opción metodológica e identificación de categorías principales. Energía 8, 10, 11 p.



- Protocolo de Gases de Efecto Invernadero: estándar corporativo de contabilidad y reporte. Trads. G Carbajal; G Quadri, Ed. rev. México. 12 p.
- Real Academia de la Lengua Española. Diccionario de la Lengua Española. Consultado el 16 de nov. 2014. Disponible en <http://www.rae.es>
- REPSOL 2011. Informe de Gases de Efecto Invernadero Refinería La Pampilla 2011. Lima Perú. 6-10 p.
- Revista América Economía 2014. Economía & Mercados homepage (en línea). Consultado el 16 oct. 2014. Disponible en <http://www.americaeconomia.com>
- SGS 2008. Grupo SGS & Programa de Cambio Climático (Diapositiva). Lima Perú, Perú. 68 diapositivas. 55 d.
- Sustainable Concrete. The Leading Material in Sustainable Construction (en línea). Consultado el 11 de marzo del 2016. Disponible en: [http://www.sustainableconcrete.org.uk/co2\\_emissions.aspx](http://www.sustainableconcrete.org.uk/co2_emissions.aspx)
- United Nations Environment Programme, 2014. The Emissions Gap Report, ME. 27 p.
- UNEP (2011), Green Economy Report, Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Cap. 9, con datos IPCC (2007).
- Vestergard N. 2008; Carbon Footprint of Concrete Buildings seen in the Life Cycle Perspective. Danish Technological Institute, Concrete Centre. Denmark 5, 6, 7 p.
- Vargas Paola, 2009. El cambio climático y sus efectos en el Perú. Serie de documentos de trabajo D.T. N° 2009-14. Banco Central de Reserva del Perú. Perú 3,9 p.

## **VIII. ANEXOS**

- 8.1 HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE DIESEL.
- 8.2 CÁLCULOS PARA OBTENCIÓN DE HUELLA DE CARBONO.
- 8.3 CÁLCULO DE UNA UNIDAD A DIESEL Y UNA UNIDAD A GNV.
- 8.4 COSTO DE CAMBIO DE UNIDADES DIESEL A GNV.
- 8.5 PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA DE INSTALACIÓN DE BANCO DE CONDENSADORES SEGÚN LA EMPRESA BBTI.

ANEXO 10.1 HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL DIESEL – REFINARÍA LA PAMPILLA.

**FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

(Conforme al D.S. 026-94-EM)

**Petróleo Diesel N° 2**

1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO		
<b>Empresa:</b> REFINERÍA LA PAMPILLA S.A.  <b>Dirección:</b> Casilla Postal 10245 Km. 25 Carretera a Ventanilla. Lima-1  <b>Tel# (51-1) 517-2021</b> (51-1) 517-2022  <b>Fax# (51-1) 517-2026</b>	<b>Nombre comercial:</b> Petróleo Diesel N° 2  <b>Nombre químico:</b> Diesel.	
	<b>Sinónimos:</b> Combustible para motor diesel; Petróleo diesel.	
	<b>Fórmula:</b> Mezcla compleja de hidrocarburos del petróleo.	<b>N° CAS:</b> 68334-30-5
	<b>N° CE (EINECS):</b>	<b>N° Anexo I (Dir. 67/548/CEE):</b>

2. COMPOSICIÓN			
<b>Composición general:</b> Combinación compleja de hidrocarburos producida por la destilación del petróleo crudo. Compuesta de hidrocarburos con un número de carbonos en su mayor parte dentro del intervalo de C <sub>9</sub> a C <sub>20</sub> y con un intervalo de ebullición aproximado de 149°C a 385°C.			
Componentes peligrosos	Rango %	Clasificación	
		R	S
Combustibles para motor diesel.	> 99	R10 Carc. Cat. 3; R40 Xn; R65 R66 N; R51/53	S16-36/37-61-62

3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS	
FÍSICO-QUÍMICOS	TOXICOLÓGICOS (SÍNTOMAS)
Combustible si se calienta por encima de su punto de inflamación.	<b>Inhalación:</b> La exposición repetida y prolongada a altas concentraciones de vapor causa irritación de las vías respiratorias y alteraciones del sistema nervioso central. En casos extremos puede dar lugar a neumonía química.  <b>Ingestión/Aspiración:</b> Causa irritación en la garganta y estómago. La aspiración de gasóleo a los pulmones puede producir daño pulmonar.  <b>Contacto piel/ojos:</b> El contacto prolongado y repetido puede producir irritación y causar dermatitis. El contacto con los ojos puede causar irritación si se produce en altas concentraciones.
	<b>Efectos tóxicos generales:</b> Peligro de aspiración hacia los pulmones. Los efectos más comunes son irritación de las vías respiratorias, ojos y piel. Posibles efectos cancerígenos. Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

#### 4. PRIMEROS AUXILIOS

**Inhalación:** Trasladar al afectado a una zona de aire fresco. Si la respiración es dificultosa practicar respiración artificial o aplicar oxígeno.

**Ingestión/Aspiración:** NO INDUCIR EL VÓMITO para evitar la aspiración hacia los pulmones. En caso de entrada accidental de pequeñas cantidades de producto a la boca es suficiente el enjuague de la misma hasta la desaparición del sabor.

**Contacto piel/ojos:** Quitar inmediatamente la ropa impregnada. Lavar las partes afectadas con agua y jabón. En caso de contacto con los ojos, lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos. Solicitar asistencia médica.

**Medidas generales:** Solicitar asistencia médica.

#### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Medidas de extinción:** Agua pulverizada, espuma, polvo químico, CO<sub>2</sub>.  
NO UTILIZAR NUNCA CHORRO DE AGUA DIRECTO.

**Contraindicaciones:** NP

**Productos de combustión:** CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, hidrocarburos quemados, hollín.

**Medidas especiales:** Mantener alejados de la zona de fuego los recipientes con producto. Enfriar los recipientes expuestos a las llamas. Si no se puede extinguir el incendio dejar que se consuma controladamente. Consultar y aplicar planes de emergencia en el caso de que existan.

**Peligros especiales:** Material combustible. Puede arder por calor, chispas, electricidad estática o llamas. El vapor puede alcanzar fuentes remotas de ignición e inflamarse. Los recipientes, incluso vacíos, pueden explotar con el calor desprendido por el fuego. Peligro de explosión de vapores en el interior, exterior o en conductos. Nunca verter a una alcantarilla o drenaje, puede inflamarse o explotar.

**Equipos de protección:** Prendas para lucha contra incendios resistentes al calor. Cuando exista alta concentración de vapores o humos utilizar aparato de respiración autónoma.

#### 6. MEDIDAS EN CASO DE LIBERACIÓN ACCIDENTAL

**Precauciones para el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático. Los vertidos forman una película sobre la superficie del agua impidiendo la transferencia de oxígeno.

**Precauciones personales:** Aislar el área. Eliminar todas las fuentes de ignición; evitar chispas, llamas o fumar en la zona afectada.

**Detoxificación y limpieza:** Derrames pequeños: Secar la superficie con materiales ignífugos y absorbentes. Depositar los residuos en contenedores cerrados para su posterior eliminación.  
Derrames grandes: Evitar la extensión del líquido con barreras.

**Protección personal:** Guantes impermeables. Calzado de seguridad. Protección ocular en caso de riesgo de salpicaduras. Aparatos de respiración autónoma si es necesario.

## 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

### Manipulación:

*Precauciones generales:* Evitar la exposición a los vapores. En el trasvase utilizar guantes y gafas para protección de salpicaduras accidentales. No fumar en las áreas de manipulación del producto. Para el trasvase utilizar equipos conectados a tierra.

*Condiciones específicas:* En lugares cerrados usar sistema de ventilación local eficiente y antideflagrante. En trabajos en tanques vacíos no se debe soldar o cortar sin haber vaciado, purgado los tanques y realizado pruebas de explosividad. Se deben emplear procedimientos especiales de limpieza y mantenimiento de los tanques para evitar la exposición a vapores y la asfixia (consultar manuales de seguridad).

*Uso Específico:*

### Almacenamiento:

*Temperatura y productos de descomposición:* Puede producir monóxido de carbono y vapores irritantes, en combustión incompleta.

*Reacciones peligrosas:* Material combustible.

*Condiciones de almacenamiento:* Guardar el producto en recipientes cerrados y etiquetados. Mantener los recipientes en lugar fresco y ventilado, alejados del calor y de fuentes de ignición. Mantener alejado de oxidantes fuertes.

*Materiales incompatibles:* Oxidantes fuertes.

## 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN PERSONAL

### Equipos de protección personal:

*Protección ocular:* Gafas de seguridad. Lavaojos.

*Protección respiratoria:* Máscara de protección respiratoria en presencia de vapores o equipo autónomo en altas concentraciones.

*Protección cutánea:* Guantes impermeables.

*Otras protecciones:* Cremas protectoras para prevenir la irritación. Duchas en el área de trabajo.

**Precauciones generales:** Evitar el contacto prolongado y la inhalación de vapores.

**Prácticas higiénicas en el trabajo:** Seguir las medidas de cuidado e higiene de la piel, lavando con agua y jabón frecuentemente y aplicando cremas protectoras.

### Controles de exposición:

Gasóleo:

TLV/TWA (ACGIH): 100 mg/m<sup>3</sup>

Umbral olfativo de detección: 0.25 ppm

### 9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Aspecto: Líquido oleoso.	pH: NP
Color:	Olor: Característico.
Punto de ebullición: PIE 149 °C, PFE: 385 máx. (ASTM D-86)	Punto de fusión/congelación:
Punto de inflamación/Inflamabilidad: 52 °C mín. (ASTM D-93)	Autoinflamabilidad: 257 °C
Propiedades explosivas: Límite inferior explosivo: 1.3% Límite superior explosivo: 6 %	Propiedades comburentes: NP
Presión de vapor: (Reid) 0.004 Atm.	Densidad: 0.87 g/cm <sup>3</sup> a 15 °C (ASTM D-1298)
Tensión superficial: 25 dinas/cm <sup>2</sup> a 25 °C	Viscosidad: 1.7-4.1 cSt. a 40 °C (ASTM D-445)
Densidad de vapor: 3.4 (aire: 1)	Coef. reparto (n-octanol/agua):
Hidrosolubilidad: Muy baja.	Solubilidad: En disolventes del petróleo.
Otros datos: Punto de obstrucción filtro frío: -6 °C (verano e invierno) Calor de combustión: -45500 KJ/Kg (ASTM D-240) Azufre: 0.5 % masa máx. (ASTM D-4294)	

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad: Producto estable a temperatura ambiente. Combustible por encima de su punto de ebullición.	Condiciones a evitar: Exposición a llamas, chispas, calor.
Incompatibilidades: Oxidantes fuertes.	
Productos de combustión/descomposición peligrosos: CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO(en caso de combustión incompleta), hidrocarburos inquemados	
Riesgo de polimerización: NP	Condiciones a evitar: NP

### 11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA

Vías de entrada: La inhalación es la ruta más frecuente de exposición. Contacto con la piel, ojos e ingestión son otras vías probables de exposición.
Efectos agudos y crónicos: La aspiración a los pulmones como consecuencia de la ingestión o el vómito, es muy peligrosa. La inhalación produce irritación de las vías respiratorias y el contacto prolongado y repetido irritación de piel y ojos. Posibles efectos cancerígenos. DL <sub>50</sub> > 5 g/Kg (oral-rata)
Carcinogenicidad: Clasificación CE: Categoría 3 (Sustancias cuyos posibles efectos carcinogénicos en el hombre son preocupantes, pero de las que no se dispone de información suficiente para realizar una evaluación satisfactoria)
Toxicidad para la reproducción: No existen evidencias de toxicidad para la reproducción en mamíferos.
Condiciones médicas agravadas por la exposición: Problemas respiratorios y afecciones dermatológicas. No se debe ingerir alcohol dado que promueve la absorción intestinal de los gasóleos.

## 12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA

### Forma y potencial contaminante:

**Persistencia y degradabilidad:** Liberado en el medio ambiente los componentes más ligeros tenderán a evaporarse y fotooxidarse por reacción con los radicales hidroxilos, el resto de los componentes más pesados también pueden estar sujetos a fotooxidación pero lo normal es que sean absorbidos por el suelo o sedimentos. Liberado en el agua flota y se separa y aunque es muy poco soluble en agua, los componentes más solubles podrán disolverse y dispersarse. En suelos y sedimentos, bajo condiciones aeróbicas, la mayoría de los componentes del gasóleo están sujetos a procesos de biodegradación, siendo en condiciones anaerobias más persistente. Posee un DBO de 8% en cinco días.

**Movilidad/Bioacumulación:** Los log  $K_{ow}$  de los componentes del gasóleo sugieren su bioacumulación, pero los datos de literatura demuestran que esos organismos testados son capaces de metabolizar los hidrocarburos del gasóleo.

**Efecto sobre el medio ambiente:** Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

## 13. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA ELIMINACIÓN

**Métodos de eliminación de la sustancia (excedentes):** Combustión o incineración.

### Residuos:

**Eliminación:** Los materiales contaminados serán depositados en vertederos controlados y como última alternativa podrán ser incinerados en tanto se cumplan las condiciones técnicas apropiadas. Remitirse a un gestor autorizado.

**Manipulación:** Los materiales contaminados por el producto presentan los mismos riesgos y necesitan las mismas precauciones que el producto y deben considerarse como residuo tóxico y peligroso. No desplazar nunca el producto a drenaje o alcantarillado.

**Disposiciones:** Los establecimientos y empresas que se dediquen a la recuperación, eliminación, recogida o transporte de residuos deberán cumplir la ley 27314, ley general de residuos sólidos, su reglamento D.S. 057-2004-PCM y las normas sectoriales y locales específicas y las disposiciones vigentes del D.S. 015-2006-EM relativo a la protección ambiental en las actividades de hidrocarburos u otras disposiciones en vigor.

## 14. CONSIDERACIONES RELATIVAS AL TRANSPORTE

**Precauciones especiales:** Estable a temperatura ambiente y durante el transporte. Almacenar en lugares frescos y ventilados.

### Información complementaria:

Número ONU: 1993

Número de identificación del peligro: 30

Nombre de expedición: LIQUIDO INFLAMABLE, N.E.P.

ADR/RID: Clase 3. Grupo de embalaje: III

IATA-DGR Clase 3. Grupo de embalaje: III

IMDG: Clase 3. Grupo de embalaje: III

## 15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA

### CLASIFICACIÓN ETIQUETADO

R10 Símbolos: Xn, N

Carc. Cat. 3; R40 Frases R

Xn; R65 R10: Inflamable

R66 R40: Posibles efectos cancerígenos.

R66 Nocivo: Si se ingiere puede causar daño pulmonar.

N; R51/53 R66: La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel.

R51/53: Tóxico para los organismos acuáticos, puede provocar a largo plazo efectos negativos en el medio ambiente acuático.

#### Frases S

S16: Conservar alejado de toda llama o fuente de chispas – No fumar.

S36/37: Úsense indumentaria y guantes de protección adecuados.

S61: Evítese su liberación al medio ambiente. Recábense instrucciones específicas de la ficha de datos de seguridad.

S62: En caso de ingestión no provocar el vómito: acúdase inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.



Otras regulaciones:



## ANEXO 10.2 CÁLCULO DETALLADO DE HUELLA DE CARBONO

A continuación se muestran los resultados por alcance y fuente de emisión, en Tn de CO<sub>2</sub>e.

### Alcance 1.- Emisiones directas GEI

- Emisiones directas provenientes de combustión móvil.

Para el cálculo de las emisiones directas provenientes de la combustión móvil se usaron los datos del cuadro adjunto.

**Tabla N°10: Datos para cálculo de emisiones directas por combustión móvil**

Datos para cálculos			
Detalle	Valor	Unidades	Fuente
Densidad	870	Kg/m <sup>3</sup>	MSDS Diesel-Refinería La Pampilla
1 Galones	0.0037854	m <sup>3</sup>	Conversor Metric
Valor Calórico Neto	42.8	MJ/Kg	NTP 321.006
1 Gg	1000000	Kg	Conversor Metric
FE (CO <sub>2</sub> )	74100	Kg/TJ	IPCC 2006 Vol.2 Cap. 2 Cuadro 1.2
FE (CH <sub>4</sub> )	3.9	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 3 Cuadro 3.2.2
FE (NO <sub>2</sub> )	3.9	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 3 Cuadro 3.2.2

El cálculo previo para la determinación del consumo de combustible de energía móvil en Gigagramos (Gg) es:

$$\text{Total de consumo (Gg)} = \text{Total de consumo (gal)} * \text{Densidad (Kg/m}^3\text{)} * 0.0037854(\text{m}^3/\text{gal})$$

A continuación se presentan los resultados de cálculo de GEI por equipo de fuente de emisión móvil:

✓ Cargador frontal

**TOTAL DE CONSUMO 35311.971 Gal**

**Tabla N°11: Cálculos de GEI en Ton de CO<sub>2</sub>e de cargador frontal**

Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Consumo	Factor de Conversión	Consumo	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Factor de Emisión de CH <sub>4</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O	Emisiones de N <sub>2</sub> O	
(Gg)	(TJ/Gg)	(TJ)	(kg CO <sub>2</sub> /TJ)	(Tn CO <sub>2</sub> )	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(Tn CH <sub>4</sub> )	(kg N <sub>2</sub> O /TJ)	(TnN <sub>2</sub> O)	
<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>	
Emisiones de GEI									
Diesel	0.1162928	42.8	4.9773337	74100	368.82043	3.9	0.0194116	3.9	0.0194116
Cálculo final en Tn CO <sub>2</sub> e por equipo									
GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O						
PCG	1	25	298						
Tn de GEI	368.82043	0.0194116	0.0194116						
Tn CO <sub>2</sub> e	368.82043	0.48529	5.7846572						
	<b>TOTAL</b>	<b>375.09037</b>	<b>Tn CO<sub>2</sub>e</b>						

✓ Camioneta de Jefe de Planta:

**TOTAL DE CONSUMO 138.705 Gal**

**Tabla N° 12: Cálculos de GEI en Ton de CO<sub>2</sub>e de Camioneta de Jefe de Planta**

Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Consumo	Factor de Conversión	Consumo	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Factor de Emisión de CH <sub>4</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O	Emisiones de N <sub>2</sub> O
(Gg)	(TJ/Gg)	(TJ)	(kg CO <sub>2</sub> /TJ)	(Tn CO <sub>2</sub> )	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(Tn CH <sub>4</sub> )	(kg N <sub>2</sub> O /TJ)	(TnN <sub>2</sub> O)

				CO <sub>2</sub> /TJ)		CH <sub>4</sub> /TJ)		/TJ)	
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	0.000456797	42.8	0.019550907	74100	1.44872223	3.9	7.62485E-05	3.9	7.62485E-05
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						
<b>PCG</b>	1	25	298						
<b>Tn de GEI</b>	1.44872223	7.62485E-05	7.62485E-05						
<b>Tn CO2e</b>	1.44872223	0.001906213	0.022722064						
	<b>TOTAL</b>	<b>1.473350507</b>	<b>Tn CO2e</b>						

✓ Grúa

<b>TOTAL DE CONSUMO</b>	<b>10441.009 Gal</b>
-------------------------	----------------------

**Tabla N° 13: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Grúa**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Consumo	Factor de Conversión	Consumo	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)
	(Gg)	(TJ/Gg)	(TJ)						
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	0.0343854	42.8	1.4716932	74100	109.05246	3.9	0.0057396	3.9	0.0057396
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						
<b>PCG</b>	1	25	298						
<b>Tn de GEI</b>	109.05246	0.0057396	0.0057396						
<b>Tn CO2e</b>	109.05246	0.1434901	1.7104018						
	<b>TOTAL</b>	<b>110.90635</b>	<b>Tn CO2e</b>						

- ✓ Unidades mezcladoras (mixer)

<b>TOTAL DE CONSUMO</b>	<b>332087.555 Gal</b>
-------------------------	-----------------------

**Tabla N° 14: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Mixers**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A Consumo (Gg)	B Factor de Conversión (TJ/Gg)	C Consumo (TJ)	D Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	F Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	H Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	1.0936633	42.8	46.808788	74100	3468.5312	3.9	0.1825543	3.9	0.1825543
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						
<b>PCG</b>	1	25	298						
<b>Tn de GEI</b>	3468.5312	0.1825543	0.1825543						
<b>Tn CO2e</b>	3468.5312	4.5638569	54.401174						
	<b>TOTAL</b>	<b>3527.4963</b>	<b>Tn CO2e</b>						

- ✓ Bombas

<b>TOTAL DE CONSUMO</b>	<b>138037.075 Gal</b>
-------------------------	-----------------------

**Tabla N° 15: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Bombas**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A Consumo (Gg)	B Factor de Conversión (TJ/Gg)	C Consumo (TJ)	D Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	F Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	H Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	0.45459722	42.8	19.4567611	74100	1441.746	3.9	0.07588137	3.9	0.07588137
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						

<b>PCG</b>	1	25	298
<b>Tn de GEI</b>	1441.746	0.07588137	0.07588137
<b>Tn CO2e</b>	1441.746	1.89703421	22.6126478
<b>TOTAL</b>	<b>1466.25568</b>	<b>Tn CO2e</b>	

✓ Motor Auxiliar de Bombas

**TOTAL DE CONSUMO 11825.169 Gal**

**Tabla N° 16: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Motores Auxiliares de Bomba**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A Consumo (Gg)	B Factor de Conversión (TJ/Gg)	C Consumo (TJ)	D Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	F Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	H Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	0.03894381	42.8	1.66679487	74100	123.5095	3.9	0.0065005	3.9	0.0065005
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						
<b>PCG</b>	1	25	298						
<b>Tn de GEI</b>	123.5095	0.0065005	0.0065005						
<b>Tn CO2e</b>	123.5095	0.1625125	1.937149						
<b>TOTAL</b>	<b>125.609162</b>	<b>Tn CO2e</b>							

✓ Camioneta para ensayos y muestreo.

**TOTAL DE CONSUMO 8878.651 Gal**

**Tabla N° 17: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Camioneta de ensayos y muestreo**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A Consumo (Gg)	B Factor de Conversión (TJ/Gg)	C Consumo (TJ)	D Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	F Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	H Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>

Emisiones de GEI									
Diesel	0.02924	42.8	1.2514739	74100	92.734213	3.9	0.0048807	3.9	0.0048807
<b>Cálculo final en Tn CO2e por equipo</b>									
<b>GEI</b>	<b>CO2</b>	<b>CH4</b>	<b>N2O</b>						
<b>PCG</b>	1	25	298						
<b>Tn de GEI</b>	92.734213	0.0048807	0.0048807						
<b>Ton CO2e</b>	92.734213	0.1220187	1.4544629						
	<b>TOTAL</b>	<b>94.310695</b>	<b>Tn CO2e</b>						

- Emisiones directas provenientes de combustión estacionaria.

Para el cálculo de las emisiones directas provenientes de la combustión estacionaria se usaron los datos del cuadro adjunto, la principal variación en relación a la combustión móvil con diesel se da en los factores de emisión del CH4 y NO2.

**Tabla N° 18: Datos para cálculo de emisiones directas por combustión estacionaria**

Datos para cálculos			
Detalle	Valor	Unidades	Fuente
<b>Densidad</b>	870	Kg/m3	MSDS Diesel-Refinería La Pampilla
<b>1 Galones</b>	0.0037854	m3	Conversor Metric
<b>Valor Calórico Neto</b>	42.8	MJ/Kg	NTP 321.006
<b>1 Gg</b>	1000000	Kg	Conversor Metric
<b>FE (CO2)</b>	74100	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 2 Cuadro 2.3
<b>FE (CH4)</b>	3	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 2 Cuadro 2.3
<b>FE (NO2)</b>	0.6	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 2 Cuadro 2.3

El cálculo previo para la determinación del consumo de combustible de energía estacionaria en Gigagramos (Gg) es:

$$\text{Total de consumo (Gg)} = \text{Total de consumo (gal)} * \text{Densidad (Kg/m3)} * 0.0037854(\text{m3/gal})$$

- ✓ Grupo Electrógeno

**Tabla N° 19: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Grupo Electrónico**

Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		
A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Consumo	Factor de Conversión	Consumo	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	Emisiones de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	Emisiones de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O)	
(Gg)	(TJ/Gg)	(TJ)							
<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>	
Emisiones de GEI									
Diesel	0.0452333	42.8	1.935986219	74100	143.45658	3	0.005808	0.6	0.0011616
Cálculo final en Tn CO2e por equipo									
GEI	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O						
PCG	1	25	298						
Tn de GEI	143.45658	0.005808	0.001161592						
Tn CO <sub>2</sub> e	143.45658	0.145199	0.346154336						
	<b>TOTAL</b>	<b>143.94793</b>	<b>Tn CO<sub>2</sub>e</b>						

- Emisiones fugitivas de refrigerantes en oficinas.

El cálculo de las emisiones fugitivas por refrigerantes provenientes de los equipos de climatización, se realizó como sigue:

REFRIGERANTE	FE	FUENTE
R-22	1,810	Manual DEFRA 2009, Pág. 14

TOTAL DE RECARGA (TR) en Kg	FE	Tn CO <sub>2</sub> Eq = TR*FE
R-22	0.003	5.43

<b>Total</b>	<b>5.43</b>	<b>Tn CO<sub>2</sub>e</b>
--------------	-------------	---------------------------

- Emisiones fugitivas de refrigerantes en el proceso productivo.

REFRIGERANTE	GWP (TnCO <sub>2</sub> e/Tn de Refrigerante)	FUENTE
R-22	1,810	Manual DEFRA 2009

<b>TOTAL (Tn de Refrigerante)</b>	<b>GWP (TnCO<sub>2</sub>e/Tn de Refrigerante)</b>	<b>Tn CO<sub>2</sub>e</b>
-----------------------------------	---	---------------------------

R-22	0.0075	1,810	0.013575

**Total 0.013575 Tn CO2e**

- Emisiones fugitivas por aplicación de fertilizantes a áreas verdes.

En la aplicación de fertilizantes se emite NO<sub>2</sub>, para la transformación a CO<sub>2</sub>e se siguió los lineamientos del IPCC 2006 capítulo 11, tal como se muestra a continuación:

Para determinar las emisiones directas de suelos gestionados se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Fórmula: N}_2\text{O-N} = (\text{F}_{\text{SN}} + \text{F}_{\text{ON}} + \text{F}_{\text{CR}} + \text{F}_{\text{SOM}}) * \text{EF}_1 + (\text{F}_{\text{SN}} + \text{F}_{\text{ON}} + \text{F}_{\text{CR}} + \text{F}_{\text{SOM}}) \text{FR} * \text{EF}_{1\text{FR}}$$

Donde:

F<sub>SN</sub> = Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, Kg N año<sup>-1</sup>

F<sub>ON</sub> = Cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de N aplicada a los suelos (Nota: Si se incluyen los barros cloacales, realizar una verificación cruzada con el sector Desechos para asegurarse de que no hay cómputo doble de N<sub>2</sub>O del N contenido en los barros cloacales). Kg N año<sup>-1</sup>

F<sub>CR</sub> = Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos, Kg N año<sup>-1</sup>

F<sub>SOM</sub> = Cantidad anual de N en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, Kg N año<sup>-1</sup>

F<sub>os</sub> = Superficie anual de suelos orgánicos gestionados/drenados, ha (Nota: los subíndices CG, F, Temp, Trop, NR y NP se refieren a Tierra de cultivo y Pastizales, Tierras forestales, Templado, Tropical, Rico en nutrientes y Pobre en nutrientes, respectivamente).



$F_{PRP}$  = Cantidad anual de N en la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas, Kg N año<sup>-1</sup> (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren a vacunos, aves de corral y porcinos, ya a ovinos y otros animales, respectivamente).

Se tomó en cuenta el  $F_{SN}$  debido a que el único fertilizante aplicado fue sintético en base a nitrógeno y el  $EF1_{FR}$  sería cero debido a que se trata de un factor de emisión para arrozales inundados.

En base a la fórmula planteada por el IPCC, se realizaron los cálculos:

Fertilizante	No de sacos	Peso x saco	TOTAL (kg)
NPK 20/20/20	5	50	250

NPK (20/20/20)			
Dato	Fracción de N	Cantidad de Producto	Cantidad de N (Tn)
NPK (20/20/20)	0.2	250	0.05

Tabla N° 18: Datos para Cálculos de GEI en Ton de CO <sub>2</sub> e de Fertilizantes			
Detalle	Dato	Unidades	Fuente
Factor de emisión (EF1)	0.01	Kg N <sub>2</sub> O-N/Kg N	IPCC 2006 Cap. 11. Cuadro 11.1
Factor de emisión (EF1 <sub>FR</sub> )	0.003	Kg N <sub>2</sub> O-N/Kg N	IPCC 2006 Cap. 11. Cuadro 11.1
F <sub>sn</sub>	Cantidad de N aplicado al suelo por año	Kg N/año	IPCC 2006 Cap. 11

$$\text{Fórmula: N}_2\text{O-N} = (\text{F}_{sn} + \text{F}_{on} + \text{F}_{cr} + \text{F}_{som}) * \text{EF1} + (\text{F}_{sn} + \text{F}_{on} + \text{F}_{cr} + \text{F}_{som}) \text{fr} * \text{EF1}_{fr}$$

$$\text{N}_2\text{O-N} = 0.0005$$

Conversión:  $\text{N}_2\text{O} = \text{N}_2\text{O-N} * (44/28)$

<b>N<sub>2</sub>O (Tn) =</b>	<b>0.000785714</b>
------------------------------	--------------------

<b>PCG N<sub>2</sub>O =</b>	<b>298</b>
-----------------------------	------------

<b>Tn CO<sub>2</sub>e =</b>	<b>0.000234143</b>
-----------------------------	--------------------

- Emisiones por fugas de extintores.

A continuación se presentan los resultados de las emisiones por fugas de extintores para el año 2013:

$$1\text{Lb} = 0.45359237$$

OFICINA	PESO	PESO (Kg)
OFICINA	10 LBS	4.5359237
CONTROL EXTERIOR	05 KG	2.26796185
PLANTA	05 KG	2.26796185
<b>TOTAL</b>		<b>9.0718474</b>

<b>1Tn =</b>	<b>1000</b>	<b>Kg</b>
--------------	-------------	-----------

TOTAL		FE	CO <sub>2</sub> e
CO <sub>2</sub>	9.1	1	9.0718474
		<b>Total</b>	<b>0.00907185</b>
			<b>Tn CO<sub>2</sub>e</b>

#### Alcance 2.- Emisiones indirectas de GEI

- Emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica adquirida en planta.

El cálculo se basó en el factor de conversión proporcionado por la IEA 2013 y la data de actividad, dio como resultado:

PLANTA	
GASTO DE ENERGÍA (Kwh)	
ENERO	323926
FEBRERO	210752.4
MARZO	248782.8
ABRIL	267242.4
MAYO	301657.2
JUNIO	279106.2
JULIO	276775.2
AGOSTO	342206.4
SEPTIEMBRE	270708.6
OCTUBRE	297360
NOVIEMBRE	187621.8
DICIEMBRE	254290.8
<b>TOTAL</b>	<b>3260429.8</b>

FE tCO <sub>2</sub> /Mwh	Fuente:
0.297	IEA 2013 (Página 114, año 2011)

Total (Kwh/ 10 <sup>3</sup> = Mwh)	FE (tCO <sub>2</sub> /Mwh)	CO <sub>2</sub> e
3260.4298	0.297	968.347651
<b>Total</b>		<b>968.347651 Tn CO<sub>2</sub>e</b>

### ANEXO 10.3 CÁLCULO DE UNA UNIDAD A DIESEL Y UNA UNIDAD A GNV.

Se realizaron los cálculos de emisiones de GEI con GNV y con diesel en otra planta, según lo descrito en las recomendaciones, para unidades móviles con similares rutas durante un día, los cálculos y las emisiones de GEI con cada tipo de unidad en un día de máxima producción se muestran a continuación:

#### Emisiones con GNV:

**Tabla N° 20: Datos para Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Mixer a GNV**

Detalle	Cantidad	Unidades	Fuente
Densidad	0.6	kg/m3	Osinerghin en línea
1 Gg	1000000	Kg	Convertor Metric
Poder Calorifico Bruto	9200	Kcal/m3	Osinerghin en línea
1 kcal	4.18684	KJ	Convertor Metric
Poder Calorifico Bruto	48	TJ/Gg	IPCC: 2006 Vol. 2 Cap. 1. Cuadro 1.2
FE (CO2)	56100	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 3 Cuadro 3.2.1
FE (CH4)	92	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 3 Cuadro 3.2.2
FE (NO2)	3	Kg/TJ	IPCC:2006 Vol. 2 Cap. 3 Cuadro 3.2.2

**Tabla N° 21: Cálculos de GEI en Ton de CO2e de Mixer a GNV**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	A Consumo (Gg)	B Factor de Conversión (TJ/Gg)	C Consumo (TJ)	D Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E Emisiones de CO <sub>2</sub> (Tn CO <sub>2</sub> )	F Factor de Emisión de CH <sub>4</sub> (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G Emision es de CH <sub>4</sub> (Tn CH <sub>4</sub> )	H Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I Emision es de N <sub>2</sub> O (TnN <sub>2</sub> O )
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>
<b>Emisiones de GEI</b>									
Diesel	0.00003896	48	0.00187008	56100	0.104911488	92	0.000172047	3	5.61024E-06

Cálculo final en Tn CO2e por equipo			
GEI	CO2	CH4	N2O
PCG	1	25	298
Tn de GEI	0.104911488	0.000172047	5.61024E-06
Tn CO2e	0.104911488	0.004301184	0.001671852
<b>TOTAL</b>		<b>0.14830392 Tn CO2e</b>	

**Emisiones con diesel:**

**Tabla N° 22: Cálculos de GEI en Tn de CO2e de Mixer a Diesel**

	Energía consumida			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O																									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I																								
	Consumo	Factor de Conversión	Consumo	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub>	Emisiones de CO <sub>2</sub>	Factor de Emisión de CH <sub>4</sub>	Emisiones de CH <sub>4</sub>	Factor de Emisión de N <sub>2</sub> O	Emisiones de N <sub>2</sub> O																								
	(Gg)	(TJ/Gg)	(TJ)	(kg CO <sub>2</sub> /TJ)	(Tn CO <sub>2</sub> )	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(Tn CH <sub>4</sub> )	(kg N <sub>2</sub> O /TJ)	(TnN <sub>2</sub> O)																								
	<b>C=A*B</b>				<b>E=C*D/1000</b>		<b>G=C*F/1000</b>		<b>I=C*H/1000</b>																								
<b>Emisiones de GEI</b>																																	
Diesel	0.00010539	42.8	0.004510501	74100	0.33422812	3.9	1.7591E-05	3.9	1.7591E-05																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Cálculo final en Tn CO2e por equipo</th> </tr> <tr> <th>GEI</th> <th>CO2</th> <th>CH4</th> <th>N2O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PCG</td> <td>1</td> <td>25</td> <td>298</td> </tr> <tr> <td>Tn de GEI</td> <td>0.33422812</td> <td>1.7591E-05</td> <td>1.7591E-05</td> </tr> <tr> <td>Tn CO2e</td> <td>0.33422812</td> <td>0.00043977</td> <td>0.005242104</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>TOTAL</b></td> <td colspan="2"><b>0.33991 Tn CO2e</b></td> </tr> </tbody> </table>										Cálculo final en Tn CO2e por equipo				GEI	CO2	CH4	N2O	PCG	1	25	298	Tn de GEI	0.33422812	1.7591E-05	1.7591E-05	Tn CO2e	0.33422812	0.00043977	0.005242104	<b>TOTAL</b>		<b>0.33991 Tn CO2e</b>	
Cálculo final en Tn CO2e por equipo																																	
GEI	CO2	CH4	N2O																														
PCG	1	25	298																														
Tn de GEI	0.33422812	1.7591E-05	1.7591E-05																														
Tn CO2e	0.33422812	0.00043977	0.005242104																														
<b>TOTAL</b>		<b>0.33991 Tn CO2e</b>																															

## ANEXO 10.4 COSTO DE CAMBIO DE UNIDADES DIESEL A GNV

Correo del Ing. Juan Rojas (Supervisor de Mantenimiento de empresa de Concreto Perú)



Cynthia Galarza <cinthiagalarza.b@gmail.com>

---

### Cambio de unidad diesel a GNV

---

Juan Rojas  
Para: Cynthia Galarza <cinthiagalarza.b@gmail.com>

9 de marzo de 2016, 15:57

Hola cinthia

Interesante - ¿que tipo de investigacion abordaras?

Respecto a la informacion, los costos promedio son:

1.- Respecto al motor gnv hay dos opciones:

- opcion 1: motor procedencia china 22000 dolares puesto aqui en peru
- opcion 2: motor procedencia USA 35000 dolares

2.- kit constituido por 06 tanques tipo 1 (cap. = 100 lt) y las valvulas, cañerias, accesorios necesarios para su funcionamiento. Costo 11000 dolares

3.- Servicio de instalacion y mano se obra. Costo 3000 dolares

Considerando opcion 1 el costo es 36000 dolares, con la opcion 2 es 49000 dolares

En ningun caso se considera igv

El tiempo del proceso de instalacion del sistema es de 25 a 30 dias

Lo mas dificultoso es el tramite por cambio de tarjeta de propiedad que puede extenderse hasta mas de 30 dias

Espero te sirva esta informacion.

Saludos

**ANEXO 10.5 PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA DE INSTALACIÓN DE BANCO DE CONDENSADORES SEGÚN LA EMPRESA BBTI.**

BB - 0133 - 14 Rev.1

Lima, 04 de julio del 2014.

Señores:

Presente.-

Atencion

Referencia : Pedido via e-mail

Asunto : Cotización de banco de condensadores

IT.	CT.	DESCRIPCIÓN	P. UNIT. S/.	P. TOTAL S/.
1	1	Banco de Condensadores 150KVAR 230V	17,269.76	17,269.76
		<b>PRECIO NETO</b>		17,269.76
		I.G.V. (18%)		3,108.56
		<b>PRECIO GLOBAL</b>		20,378.31

**CONDICIONES COMERCIALES**

GARANTIA : 1 Año.  
 EMBALAJE : Carton Corrugado y Empaque Stretch Film  
 TIPO DE OFERTA : Stock - Local.  
 TIEMPO DE ENTREGA : 01 - 02 semanas de aprobados los planos y confirmacion de stock  
 LUGAR DE ENTREGA : En nuestra planta en Lima.  
 FORMA DE PAGO : Adelanto del 50%. Saldo contra entrega  
 VALIDEZ DE LA OFERTA : 15 días.

## **TABLERO ELÉCTRICO**

Gabinete fabricado en plancha LAF de 2 mm de espesor, dimensiones aproximadas en base a los Anexos. Sometidos a baño de desoxidación concentrada, luego se someterá a un recubrimiento electrostático, mediante la aplicación de la pintura epoxica ionizada en polvo obteniendo 3 mils (75 micras) de espesor de pintura, color RAL 7032 y con excelentes características de adherencia, elasticidad, resistencia química y mecánica, adecuada para instalación en intemperie.

El sistema de barras se efectuará con platina de cobre electrolítico de 99.9% de pureza, de medidas de acuerdo al amperaje pintadas de acuerdo a normas y apoyadas en aisladores de resina, los pernos de fijación serán del tipo zincado

El Tablero será completamente ensamblado con todos sus equipos, zocalos, portaplanos y hermetico con frisa tipo jebe esponjoso con grado de protección IP 54 y será equipado con:

<b>ITEM</b>	<b>CANT.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>P . UNIT.</b>	<b>P . TOTAL</b>
1	1	<b>Banco de Condensadores 150KVAR 230V</b>	<b>17,269.76</b>	<b>17,269.76</b>

*Tablero Autosoportado 2000x800x600mm.*

- 1 *Regulador de factor de potencia 6 pasos, NR6, 52448, SCHNEIDER*
- 1 *ITM 3X400A Reg. (160-400)A 85KA@230V, NSX400N, SCHNEIDER*
- 6 *ITM 3X40A Reg. (28-40)A 85KA@230V, NSX100F, SCHNEIDER*
- 12 *Condensadores 14.4KVAR 230V, VarplusCan, BLRCH131A157B24, SCHNEIDER*
- 6 *Contactador para Condensador 35KVAR, 230V, LC1DVK12M7, SCHNEIDER*
- 1 *Sistema de ventilacion forzada 98m3/hr 230V 60Hz, NSYCV, SCHNEIDER*
- 1 *Rejilla de salida IP54, Schneider*
- 1 *Termostato para ventilador, Schneider*
- 1 *Sistemas de barras de Cu*
- Glb *Conexionado, armado y materiales menores*