

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

VERIFICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

2013-2014 EN LA EMPRESA CEMENTOS PROGRESO, S.A.
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

BALBY MICHELLE POLASEK FRANCO
CARNET 12581-10

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL

VERIFICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

2013-2014 EN LA EMPRESA CEMENTOS PROGRESO, S.A.
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

BALBY MICHELLE POLASEK FRANCO

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. JUAN RAMÓN AGUILAR IBARRA

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA
ING. MANUEL JOSÉ CASTILLO MAZARIEGOS
ING. SOFÍA GABRIELA RODAS SAMAYOA

Guatemala, 03 de noviembre de 2015

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Balby Michelle Polasek Franco, que se identifica con carné 1258110, titulado: "Verificación de la cuantificación de la Huella de Carbono 2013 – 2014 en la empresa Cementos Progreso, S.A."

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por facultad, previo a su actualización de impresión.

Atentamente,



Ing. Amb. Juan Ramón Aguilar Ibarra
Colegiado No. 5489



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuíta en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06382-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional de la estudiante BALBY MICHELLE POLASEK FRANCO, Carnet 12581-10 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AMBIENTALES CON ÉNFASIS EN GESTIÓN AMBIENTAL, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06136-2015 de fecha 23 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

VERIFICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO
2013-2014 EN LA EMPRESA CEMENTOS PROGRESO, S.A.

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AMBIENTAL en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 2 días del mes de noviembre del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por ser un guía en mi vida, brindándome todas estas oportunidades en el ámbito personal, familiar, laboral. Siempre alentándome a seguir adelante, a seguir mis sueños y nunca darme por vencida.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas por ser parte de mi formación académica y profesional.

Gerente de Gestión Ambiental de la empresa Cementos Progreso, S.A., Ing. Amb. Juan Ramón Aguilar Ibarra, por brindarme su asesoría y apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por brindarme su infinito amor, quién siempre me dio fortaleza para superar cualquier obstáculo, estuvo a mi lado en las buenas y en las malas. Bendiciendo mi vida con todas estas personas bellas que me rodean, quienes quiero y admiro.

Mis padres: Lilian y René, por su incondicional amor y apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida, para seguir superándome, creciendo y formándome profesionalmente. Por el tiempo que me dedicaron, los valores que me enseñaron y los buenos consejos que me dieron, para seguir mis sueños y cumplirlos. Mamá y papá, los amo.

Mi familia: Mis hermanos, Nicole, Melanie y André, quienes me han visto crecer personal y laboralmente, en alcanzar mis sueños, dándome su apoyo y alentándome a nunca rendirme. Mis primos, tíos, abuelos, cuñados e inclusive sobrinas, que de una u otra manera han contribuido en mi formación.

Mis amigos: De la infancia, de la universidad y mis amigos de Cementos Progreso, Luis Carlos, Alan, Bayron y Juan Ramón, quienes desde el día uno me brindaron el apoyo, su compañía y formaron parte de mi desarrollo integral. Y por todos aquellos que encuentren sus iniciales en el siguiente listado: "A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z"; todo esto fue posible. ¡Gracias!

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1.1 Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	3
a. Mediciones Relativas a las emisiones de GEI	4
2.1.2 Huella de Carbono.....	6
a. Introduciendo el concepto de "Alcance"	6
b. Focos de Emisión Contabilizados dentro de Huella de Carbono	8
2.1.3 Certificación, Herramientas y Normas	10
a. Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR –.....	10
b. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GEI).....	10
c. Norma ISO 14064.....	14
d. Protocolo CO ₂ de Cemento y Energía	18
2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EN LA EMPRESA	19
2.2.1 Localización.....	19
2.2.2 Actividades y formación.....	19
a. Proceso de calidad	20
b. Proceso de producción	21
c. Política Ambiental.....	21
III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA	22
3.1 NECESIDAD EMPRESARIAL.....	22

3.2	JUSTIFICACIÓN	22
IV.	OBJETIVOS.....	25
4.1	OBJETIVO GENERAL	25
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
V.	PLAN DE TRABAJO	26
5.1	PROGRAMA DESARROLLADO	26
5.2	METAS PROPUESTAS DISCUSIÓN.....	29
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
VII.	CONCLUSIONES	48
VIII.	RECOMENDACIONES	49
IX.	BIBLIOGRAFIA	50
X.	ANEXOS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor.	8
Figura 2. Organigrama que resalta el departamento donde se llevarán a cabo las prácticas profesionales supervisadas en Cementos Progreso.	24
Figura 3. Metodología para la recopilación de información de la Huella de Carbono en la empresa Cementos Progreso, S.A.	31
Figura 4. Límite operacional unidad de negocio Calera.	39
Figura 5. Caso hipotético para comparación porcentual entre producción versus emisiones para la Huella de Carbono de cemento.	40
Figura 6. Pasos para identificar y calcular emisiones GEI.	53
Figura 7. Medidas genéricas de gestión de calidad.	54
Figura 8. Límites operacionales de los alcances de gases de efecto invernadero.	55
Figura 9. Comparación de los principios entre la Norma ISO 14064 con el Protocolo de GEI y Protocolo CO ₂ de Cemento y Energía.	56

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Gases de Efecto Invernadero y su Potencial de Calentamiento Global.	4
Cuadro 2. Fuentes de emisión y factor de emisión de dióxido de carbono en Cementos Progreso, S.A.	5
Cuadro 3. Cronograma de actividades que se desarrollarán durante el proceso de las prácticas profesionales, octubre 2014– abril 2015.	27

Cuadro 4. Panorama de las herramientas del Protocolo GEI	33
Cuadro 5. Matriz para el ordenamiento de la información obtenida en el proceso de verificación año 2013.....	36
Cuadro 6. Matriz para el análisis de la información compilada para las unidades de negocio de Cemento Progreso.	38
Cuadro 7. Escenario con tiempo estipulado para proveedor subcontratado (100% externo)	44
Cuadro 8. Escenario con tiempo estipulado para colaborador de Gestión Ambiental (100% interno).....	45
Cuadro 9. Escenario con tiempo estipulado en personal compartido (50% externo y 50% interno)	46
Cuadro 10. Inventario de emisión de gases de efecto invernadero de cemento para el período 2013 – 2014	57
Cuadro 11.Formato con especificaciones para la recopilación de datos Huella de Carbono en Cementos Progreso.	58

VERIFICACIÓN DE LA CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO 2013-2014 EN LA EMPRESA CEMENTOS PROGRESO, S.A.

RESUMEN

Se presenta y analiza un sistema de verificación para la cuantificación de Huella de Carbono, su relación con las emisiones y el procedimiento para medirla en la empresa Cementos Progreso para los años 2013 y 2014. Siendo una empresa que está comprometida a la reducción de su Huella de Carbono y que contribuye de manera proactiva a enfrentar los desafíos ambientales del milenio. Tuvo como objetivo fundamental la generación de una metodología para la recopilación de los datos para cada unidad de negocio dentro de Progreso y se determinó la importancia de cada paso. Asimismo, se diseñó una matriz donde se identificó el ordenamiento de información compilada y otra matriz para el análisis de dicha información, basándose en los cinco principios: i) relevancia, ii) integridad, iii) consistencia, iv) precisión, y v) transparencia. Fue esencial el desarrollo de la planificación de resultados para identificar diferentes escenarios que determina la colaboración de un proveedor subcontratado con un colaborador del Departamento de Gestión Ambiental, reduciendo tiempos, optimizando recursos y minimizando costos. Se tuvo como resultado análisis para tener datos integrados, consistentes, precisos y transparentes a la hora de presentarlos; siendo así, datos con mayor credibilidad. Identificándose como factor clave las reuniones de seguimiento para tomar medidas de reducción de los gases de efecto invernadero de la empresa.

VERIFICATION OF THE CARBON FOOTPRINT 2013-2014 FOR THE COMPANY CEMENTOS PROGRESO, S.A.

SUMMARY

The present study analyzes a verification system for the footprint accounting, the relationship with its emissions and the process for measuring in the company Cementos Progreso in the years 2013 and 2014. The company is committed to reduce the carbon footprint and contribute proactively to address the millennium development goals. The primary objective was generating a methodology for gathering the data of each business unit in the company Cementos Progreso and determined the importance of each step. Also, a matrix was designed to identify the management of the data compiled and another matrix for the information analysis, based on the five principles: i) Relevance, ii) Integrity, iii) Consistency, iv) Precision and v) Transparency. The development of the planning outcome was essential to identify different scenarios, determining the collaboration between a contractor and an employee of the Environmental Management Department reduces time, optimizes resources and minimizes costs. The result was the analysis to obtain integrated, consistent, precise and transparent data, having higher credibility. The follow-up meetings became the key factor to take action in the greenhouse gas reduction of the company.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos dos siglos ha aumentado las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), quienes están presentes en la atmósfera y contribuyen a la variabilidad climática. Este fenómeno se ha identificado como un problema con riesgos potenciales, incitando a países a buscar soluciones para combatir el calentamiento global.

A partir de la variabilidad climática nacen convenios, tratados, políticas, herramientas, entre otros, para combatir dicho problema. En el año 1997 se crea el primer tratado, conocido como el Protocolo de Kioto, con el objetivo de establecer metas obligatorias para los países industrializados en relación con la reducción de emisiones (Peña, 2007). Por lo anterior fue creada una herramienta de medición ambiental que cuantifica la cantidad de GEI liberadas al ambiente, mejor conocida a nivel mundial como la Huella de Carbono.

En al menos una década, Guatemala ha registrado efectos negativos significativos de eventos climáticos. Por consiguiente, el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales – MARN – formuló la Política de Cambio Climático, con el objetivo de exponer y ejecutar los lineamientos generales que conciernan la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales en el país (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, 2009). Cinco años después fue creada la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero; siendo su objetivo principal establecer las regulaciones necesarias para prevenir, planificar y responder de manera urgente, adecuada, coordinada y sostenida a los impactos del cambio climático en el país (MARN, 2013).

En Guatemala existen las iniciativas en distintas empresas para cuantificar sus emisiones de GEI, entre ellas se encuentra Cementos Progreso. Desde el año 2010, se inició con el primer estudio de cuantificación de emisiones de GEI, año en el cual se establecen emisiones como línea base. Los siguientes dos años se elaboró el estudio de Huella de Carbono, con el propósito de cuantificar y reducir las emisiones

generadas y obtener su primera certificación de la Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR –, con el fin de validar sus datos. Siendo esta una certificación bianual, por lo que es necesario revalidarla para el año 2014, se ejecutó el estudio de Huella de Carbono 2013 – 2014 con el apoyo de la empresa externa Green Development, S.A.

La elaboración de la propuesta de práctica profesional apoyó en el proceso de verificación sistemático para la cuantificación de Huella de Carbono, la cual se generó una metodología para la recopilación de información, se diseñó una matriz para el ordenamiento de datos obtenidos y análisis. Además se desarrolló una planificación de resultados para futuras mediciones de Huella de Carbono donde establece tiempos estipulados, optimizando recursos y minimizando costos. De modo que dicho proceso desarrollado logrará tener resultados relevantes, integrados, consistentes, precisos y transparentes a la hora de ser presentados. Debido a la confidencialidad de los datos, se utilizó para el modelo datos hipotéticos para ejemplificar el proceso de verificación.

II. ANTECEDENTES

2.1 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1 Gases de Efecto Invernadero (GEI)

El efecto invernadero es un proceso natural que influye en el calentamiento de la superficie de la Tierra, bajo la acción de la radiación solar. Esto se debe a que ciertos gases atmosféricos, llamados gases de efecto invernadero, son capaces de modificar el balance energético de la Tierra y el Sol. Estos gases son el dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), entre otros; aunque el CO_2 representa un pequeño porcentaje de los componentes del aire, su papel es crítico en el control del clima terrestre por su propiedad de absorber intensamente la radiación emitida por la Tierra (Aguilar & González, 2003).

Los seis principales GEI, que se contemplan en los estudios de Huella de Carbono son:

- **Dióxido de Carbono (CO_2):** Generado principalmente en los procesos de combustión de combustibles con base de carbono (combustibles fósiles y biomasa) y en los procesos de descarbonatación en la producción de clínker. También utilizado en gases de laboratorio y hospital y en la industria alimentaria;
- **Metano (CH_4):** Generado en los procesos de descomposición anaeróbica de materia orgánica (descomposición de residuos, tratamiento de aguas residuales, estómago de animales, plantaciones de arroz y pantanos);
- **Óxido Nitroso (N_2O):** Generado por el uso de fertilizantes y en procesos de combustión. También se libera de forma natural desde suelos y océanos;
- **Hexafluoruro de Azufre (SF_6):** utilizado como aislante en subestaciones eléctricas, tales como transformadores de alta tensión;
- **Hidrofluorocarbonos (HFCs) y Perfluorocarbonos (PFCs):** Grupo de gases que contienen flúor, cloro o bromo, utilizados en procesos de refrigeración, desde donde pueden ser emitidos como emisiones fugitivas (Ihobe, 2012).

a. Mediciones Relativas a las emisiones de GEI

El Potencial de Calentamiento Global (PCG) se refiere a la permanencia de los gases en la atmósfera y su magnitud de afectar el calentamiento global, en comparación al dióxido de carbono, ya que éste se considera la base de referencia, su potencial es de uno (Green Development, 2012). Con el potencial de calentamiento global se trata de estimar el efecto sobre el clima de la emisión de masa unitaria de un gas dado, pues este concepto permite reducir las emisiones de otros gases de efecto invernadero a su equivalente en emisiones de dióxido de carbono, usando como unidades lo que se denomina *toneladas equivalentes de dióxido de carbono* (Barros, 2006).

El potencial de calentamiento global para cada uno de los gases de efecto invernadero tomados en cuenta en esta verificación se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Gases de Efecto Invernadero y su Potencial de Calentamiento Global

Gas de Efecto Invernadero	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
Dióxido de Carbono (CO₂)	1
Metano (CH₄)	21
• Gas 90% argón 10% metano	25
Óxido Nitroso (N₂O)	300
Hexafluoruro de Azufre SF₆	23,900
Hidrofluorocarbonos (HFCs)	140 - 11,700
• Refrigerante R-134^a	1,430
Perfluorocarbonos (PFCs)	6,500 - 9,200

Fuente: Environmental Protection Agency, 2014.

Los factores de emisión son valores representativos que buscan relacionar la cantidad de emisiones de GEI emitidos a la atmósfera, producto de una determinada actividad. Se expresan como unidades de masa de contaminante emitidos por unidad de proceso o actividad. La utilización de estos factores permite estimar las emisiones con un nivel aceptable de exactitud (Collahausi, 2014).

El Cuadro 2 detalla los factores de emisión utilizados en la verificación de los datos recopilados.

Cuadro 2. Fuentes de emisión y factor de emisión de dióxido de carbono en Cementos Progreso, S.A.

Fuente	Factor de emisión	
Diesel móvil	9.991	kgCO ₂ /gal
Diesel estacionario	10.035	kgCO ₂ /gal
Gasolina	8.886	kgCO ₂ /gal
Gasolina estacionaria	8.600	kgCO ₂ /gal
Jet fuel	9.449	kgCO ₂ /gal
Coque de petróleo	97.50	kgCO ₂ /GJ
Crudo de petróleo	10.5633	kgCO ₂ /gal
Descarbonatación de caliza	448.387	kgCO ₂ /ton
Bunker	77.40	kgCO ₂ /GJ
Aceite usado	74.00	kgCO ₂ /GJ
Combustibles y materias primas alternas (AFR) sólido	80.00	kgCO ₂ /GJ
AFR sólido fino	80.00	kgCO ₂ /GJ
AFR sólido molido	80.00	kgCO ₂ /GJ
AFR líquido	74.00	kgCO ₂ /GJ
Llantas	85.00	kgCO ₂ /GJ
Venta y transferencia clínker	886.00	tonCO ₂ /kg
Gas propano	1.22	kgCO ₂ /lb
Energía eléctrica	0.32	tnCO ₂ /MWh

Fuente: Departamento de Gestión Ambiental, 2013.

2.1.2 Huella de Carbono

La Huella de Carbono se define como la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) causados directa o indirectamente por una organización, un producto o un servicio. Es por tanto que un inventario de GEI, medido en toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e), cuenta con los seis tipos de GEI considerados en el Protocolo de Kioto (CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs y SF₆) (Ihobe, 2012).

El objeto del cálculo de la Huella de Carbono es identificar los principales puntos de mejora tanto a nivel ambiental como económico (por lo general, una reducción de los consumos energéticos y de materias primas está asociado a un ahorro económico); y por otro lado, comunicar a los usuarios previstos el impacto sobre el cambio climático, de forma que se les dote de información necesaria para que puedan adoptar criterios de compra y contratación verde, y demostrar el compromiso ambiental de la organización (Ihobe, 2012).

La sistemática de cálculo y la forma de desarrollar cada paso difiere en función de si se realiza la Huella de Carbono de un producto o servicio, o de una organización. En el caso de un **producto o servicio**, el inventario comprende las emisiones a lo largo de todo el ciclo de vida del producto o servicio, desde la obtención de la materia prima hasta que se convierte en residuo (enfoque desde la cuna a la tumba) o se recicla (desde la cuna a la cuna), aunque también se pueden utilizar enfoques que finalizan en la siguiente organización que utilizará el producto como su materia prima (desde la cuna a la puerta). La Huella de Carbono de **organizaciones**, también llamada inventario de GEI corporativo, mide las emisiones de GEI derivadas de todas las actividades de una organización (Ihobe, 2012).

a. Introduciendo el concepto de "Alcance"

Para ayudar a delinear las fuentes de emisiones directas e indirectas, mejorar la transparencia, y proveer utilidad para distintos tipos de organizaciones y de políticas de cambio climático y metas empresariales, se definen tres "alcances" para propósitos de reporte y contabilidad de GEI (ver Figura 1). Los alcances uno y dos se definen cuidadosamente en este estándar para asegurar que dos o más empresas no

contabilicen emisiones en el mismo alcance. Esto hace posible utilizar los alcances en programas GEI en los que la doble contabilidad es un asunto importante. Las empresas deben contabilizar y reportar de manera separada los alcances uno y dos, como mínimo (Bhati & Ranganthan, 2004).

a) Alcance uno: Emisiones directas de GEI

Las emisiones directas ocurren de fuentes que son propiedad de o están controladas por la empresa. Por ejemplo, emisiones provenientes de la combustión en calderas, hornos, vehículos, etc., emisiones provenientes de la producción química en equipos de procesos propios o controlados. Las emisiones directas de CO₂ provenientes de la combustión de biomasa no deben incluirse en el alcance uno, debiéndose reportar de manera separada. (Bhati, *et al.*, 2004).

b) Alcance dos: Emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad

Incluye las emisiones de la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. Electricidad adquirida se define como la electricidad que es comprada, o traída dentro del límite organizacional de la empresa. Las emisiones ocurren físicamente en la planta donde la electricidad es generada (Bhati, *et al.*, 2004).

c) Alcance tres: Otras emisiones indirectas

Es una categoría opcional de reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por la empresa. Algunos ejemplos de actividades son: la extracción y producción de materiales adquiridos; el transporte de combustibles adquiridos; y el uso de productos y servicios vendidos (Bhati, *et al.*, 2004).

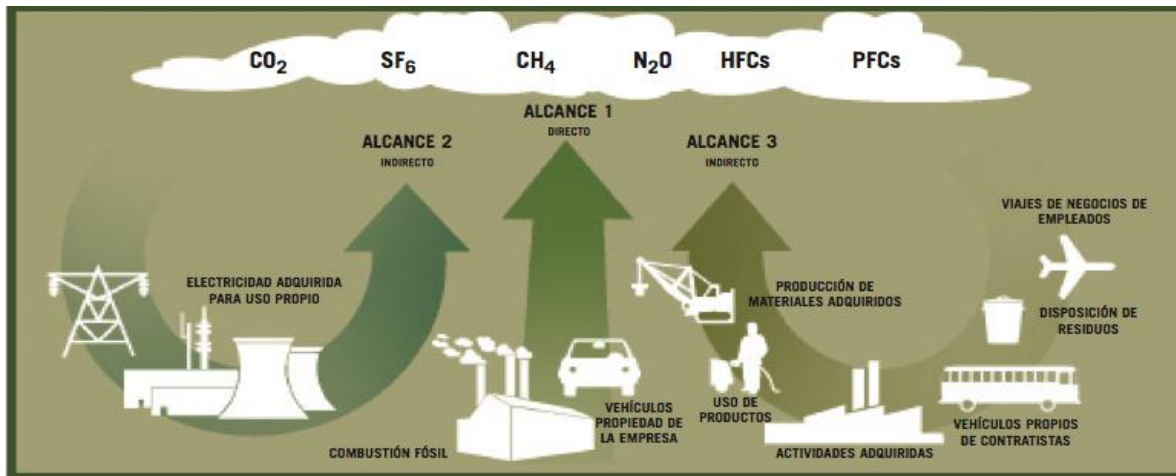


Figura 1. Resumen de alcances y emisiones a través de la cadena de valor (Bhati, *et al.*, 2004).

b. Focos de Emisión Contabilizados dentro de Huella de Carbono

Consumo de Combustibles

Una de las principales fuentes de emisiones de dióxido de carbono (CO_2) proviene de la quema de combustibles fósiles, las actividades dentro de una empresa que pueden utilizar combustibles fósiles son: combustión móvil y estacionaria. Es por eso que el transporte es cuantificado como una fuente de emisión directa, en esta actividad se incluye el transporte terrestre, aéreo férreo, público, etc. También se toma en cuenta el tipo de combustible utilizado, ya sea gasolina, diesel u otro. (Green Development, 2012).

Asimismo, la combustión tanto de combustibles alternos, como de biomasa generan emisiones de dióxido de carbono, sin embargo, ésta es contabilizada por separado en el inventario. La quema de biomasa es considerada como carbono neutral ya que durante su crecimiento ha fijado CO_2 (Green Development, 2012).

Consumos Eléctricos

El consumo de electricidad y calor representa el 25% de las emisiones a nivel mundial. El sistema de generación energética en Guatemala está conformado por centrales hidroeléctricas, turbinas de vapor, turbinas de gas, motores de combustión interna y centrales geotérmicas. En Guatemala, en el año 2010 se generó el 59% de la energía eléctrica con base en fuentes renovables (Hidroeléctricas, Biomasa, Geotérmica). En el

En la Huella de Carbono se consideran los consumos eléctricos, tanto en áreas productivas como administrativas. Las emisiones liberadas por dicho proceso se contabilizan como un alcance secundario de la empresa. Los siguientes cuatro escenarios de fuente de electricidad podrían ocurrir, y cada uno conlleva un distinto factor de emisión (Green Development, 2012):

- a) No Existe Consumo de Energía Eléctrica
- b) Energía Eléctrica: Fuente Energía Renovable
- c) Energía Eléctrica: Fuente Red Nacional
- d) Energía Eléctrica: Fuente Proveedor Mayorista Fósil

En algunos casos, la empresa a cuantificar utiliza combustibles fósiles para impulsar una generadora de energía y producir electricidad. Por lo tanto, se asignarían las emisiones de la generación de energía bajo el alcance primario, debido al consumo de combustible fósil (Green Development, 2012).

Otros Focos de Emisión

La Huella de Carbono también considera otros focos de emisión, los cuales, dependiendo de su uso o consumo podrían ser asignados como emisiones directas o indirectas, según el alcance operacional:

- Transporte Externo Sub-Contratado
 - De Materia Prima/Producto Terminado
 - De Colaboradores
- Vuelos Comerciales
- Generación de Metano
 - Plantas de Tratamiento de Agua
- Consumo de Refrigerantes
 - Fugas de Refrigerante en Sistemas de Refrigeración y Aires Acondicionados
- Descarbonatación de Minerales (Green Development, 2012).

2.1.3 Certificación, Herramientas y Normas

a. Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR –

La certificación es la acción llevada a cabo por una entidad independiente de las partes interesadas mediante la que se manifiesta que una organización, producto, proceso o servicio, cumple los requisitos definidos en unas normas o especificaciones técnicas. Así las marcas de AENOR evidencia esta certificación y constituyen un elemento diferenciador en el mercado, mejorando la imagen de productos y servicios ofrecidos y generando confianza entre clientes y consumidores (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2010).

Las certificaciones generan confianza hacia la propia organización y hacia los clientes, los accionistas, los empleados, las administraciones públicas y el entorno social de la empresa, así como también en calidad y en la seguridad de sus productos y servicios, en la eficacia de su gestión, en su compromiso ambiental y la seguridad de sus trabajadores, y en su apuesta por la innovación (AENOR, 2010).

b. Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Dentro del cálculo de Huella de Carbono encontramos el Protocolo GEI, desarrollado por WRI (World Resources Institute) y WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). Este protocolo es la guía más utilizada por las empresas para inventariar sus emisiones de GEI, calcular la Huella de Carbono y elaborar informes voluntarios. Publicado por primera vez en 2001, el Protocolo es utilizado tanto por empresas grandes como PYMES y ha constituido la base para muchos otros métodos e iniciativas (Jiménez, Cruz, Carballo & Domench, 2011).

Existen principios que intentan robustecer todos los aspectos de la contabilidad y el reporte de GEI. Su aplicación garantiza que el inventario de GEI constituya una representación imparcial y fidedigna de las emisiones de una empresa. Su función primordial es orientar la implementación del Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI (ECCR), particularmente cuando puedan existir situaciones específicas que impliquen cierta ambigüedad (Bhati, *et al.*, 2004).

a) Relevancia

Para que un reporte de emisiones de GEI sea relevante a una organización, éste debe contener información necesaria, tanto para usuarios internos como externos, para la toma de decisiones. Un aspecto muy importante es la selección de límites de inventario adecuados que reflejen la esencia y la realidad económica de la empresa, y no solamente su forma legal. La selección del límite del inventario depende de las características de la empresa, del propósito con que será utilizada la información y de las necesidades de los usuarios. Al elegir los límites del inventario es preciso tomar en consideración un conjunto de factores (Bhati, *et al.*, 2004), tales como:

- Estructuras organizacionales: control (operacional y financiero), propiedad, estructura legal, alianzas, etc.
- Límites operacionales: actividades al interior de las instalaciones propias o llevadas a cabo en el exterior, procesos, servicios e impactos.
- Contexto de la empresa: naturaleza de sus actividades, localización geográfica, sector industrial, propósitos para los que será utilizada la información y usuarios de la información (Bhati, *et al.*, 2004).

b) Integridad

Todas las fuentes de emisión relevantes dentro de un límite de inventario definido requieren ser contabilizadas, con el fin de compilar un inventario inclusivo, significativo e integral. En la práctica, la falta de información o el costo de recopilarla puede ser un factor limitante. Incluso puede existir la tentación de definir un umbral de emisiones mínimo (frecuentemente conocido como umbral de materialidad) estableciendo que si la fuente de emisiones no excede cierta magnitud, ésta podrá ser omitida en el inventario. Técnicamente, tal umbral es simplemente un sesgo predeterminado y aceptado que subestima las emisiones (Bhati, *et al.*, 2004).

Si bien en teoría puede parecer útil, la instrumentación práctica de un umbral de ese tipo no es compatible con el principio de integridad del ECCR. Con el fin de utilizar una especificación de materialidad, las emisiones atribuibles a una fuente o actividad particular deberán ser cuantificadas para asegurar que, efectivamente, se ubiquen bajo

el umbral. Sin embargo, una vez que las emisiones han sido cuantificadas, se pierde el beneficio práctico de utilizar un umbral (Bhati, *et al.*, 2004).

El umbral se utiliza frecuentemente para determinar si algún error u omisión constituye o no una discrepancia material. Esto no es equivalente a un mínimo aceptable para definir un inventario completo. Por el contrario, se exige a las empresas hacer su mejor esfuerzo con buena fe para generar una contabilidad íntegra, precisa y consistente de sus emisiones de GEI. En los casos en que las emisiones no sean estimadas, o se estimen con un insuficiente nivel de calidad, es muy importante que esto se documente y justifique de manera transparente. Los verificadores podrán determinar el impacto potencial y la relevancia de estas omisiones o la falta de calidad en el reporte general del inventario (Bhati, *et al.*, 2004).

c) Consistencia

Los usuarios de la información sobre GEI normalmente estarán interesados en dar seguimiento y comparar datos a lo largo del tiempo, con el fin de identificar tendencias y evaluar el desempeño de la empresa que reporta. La aplicación consistente del enfoque de contabilidad, el límite del inventario y las metodologías de cálculo es esencial para producir información de emisiones de GEI comparable a lo largo del tiempo. La información de todas las operaciones incluidas dentro del límite del inventario requiere ser compilada de tal manera que se asegure su consistencia interna y su comparabilidad. Si llegan a existir cambios en el límite del inventario, los métodos, los datos u otros factores que afecten las estimaciones, éstos deberán ser documentados y justificados de manera transparente (Bhati, *et al.*, 2004).

d) Transparencia

La transparencia se refiere al grado en que la información relacionada a los procesos, procedimientos, suposiciones y limitaciones de los inventarios de GEI es presentada y publicada de manera clara, efectiva, neutral y comprensible, y basada en documentación sólida, transparente y auditable (Bhati, *et al.*, 2004).

La información debe ser registrada, compilada y analizada de manera que otorgue credibilidad a los ojos de los supervisores internos y los verificadores externos.

Exclusiones o inclusiones específicas deben ser identificadas claramente y justificadas, y los supuestos explicitados; también es preciso ofrecer referencias acerca de las metodologías aplicadas y las fuentes de datos utilizadas. La información debe ser suficiente para permitir que terceras partes puedan llegar a los mismos resultados si se les proporcionan las mismas fuentes de datos. Un reporte transparente proveerá un entendimiento claro de los temas más significativos del desempeño de la empresa que reporta. Una verificación externa e independiente siempre será una buena manera de asegurar la transparencia, a través de procedimientos y documentación auditables (Bhati, *et al.*, 2004).

e) Precisión

Los datos deben ser lo suficientemente precisos para permitir a los usuarios tomar decisiones con la certeza de que la información reportada es verdadera. La medición de GEI y las estimaciones o cálculos nunca deben presentar errores sistemáticos sobre o por debajo del valor real de las emisiones; esto en la medida de lo posible o de lo técnicamente práctico. Está claro que la incertidumbre también debe ser minimizada. Reportar las medidas tomadas para asegurar la precisión en la contabilidad de emisiones promoverá su credibilidad y fortalecerá su transparencia (Bhati, *et al.*, 2004).

Identificar fuentes de emisiones de GEI

El primero de los cinco pasos para identificar y calcular las emisiones de una empresa es categorizar las fuentes de emisiones de GEI dentro de los límites de la empresa. Estas emisiones GEI típicamente provienen de las siguientes categorías de fuentes (Bhati, *et al.*, 2004):

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

- Emisiones de proceso: emisiones de procesos físicos o químicos, como el dióxido de carbono de la etapa de calcinación en la manufactura de cemento, el dióxido de carbono del "cracking" catalítico en procesos petroquímicos, las emisiones de PFC en la fundición de aluminio, etc.;
- Emisiones fugitivas: liberaciones intencionales y no intencionales, como fugas en las uniones, sellos, empaques, o juntas de equipos, así como emisiones fugitivas derivadas de pilas de carbón, tratamiento de aguas residuales, torres de enfriamiento, plantas de procesamiento de gas, etc. (Bhati, *et al.*, 2004).

Cada empresa tiene procesos, productos o servicios que generan emisiones directas y/o indirectas de una o más de las grandes categorías de fuentes arriba mencionadas. Existe una descripción de las fuentes de emisión directas e indirectas organizadas por alcances y por sector minero, que puede ser utilizada como una guía inicial para identificar las fuentes principales de emisiones de GEI (Bhati, *et al.*, 2004).

c. Norma ISO 14064

Una segunda herramienta para el cálculo de Huella de Carbono de las empresas la encontramos en la norma ISO 14064: 2006. La Norma ISO, a diferencia de la anterior, es un estándar internacional verificable, desarrollado como guía para que las empresas puedan elaborar e informar sobre su inventario de GEI. La Norma ISO 14064:2006, cuenta con tres partes para realizar el cálculo de Huella de Carbono, la primera parte "Especificaciones y directrices a nivel de organización para la cuantificación y notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero y absorción", establece requisitos específicos para solucionar algunos problemas que surgen a la hora de marcar los límites de cálculo. La segunda parte se centra en las emisiones a nivel de proyecto y no es directamente relevante para el cálculo de la Huella de Carbono de la empresa. Por último, la tercera parte, "Especificaciones y directrices para la validación y verificación de las afirmaciones de gases de efecto invernadero", proporciona orientación sobre la verificación. La ISO 14064, es compatible con el Protocolo GEI de WRI y WBCSD (Jiménez, *et al.*, 2011).

La Norma ISO 14064 se rige bajo los siguientes Principios:

- a) Generalidades: La aplicación de los principios es fundamental para asegurarse de que la información relacionada con los GEI es cierta e imparcial. Los principios son la base para los requisitos, y guiarán su aplicación en esta parte de la Norma ISO 14064;
- b) Pertinencia: Seleccionar las fuentes, sumideros, reservorios de GEI, datos y metodologías apropiados para las necesidades del usuario previsto;
- c) Cobertura total: Incluir todas las emisiones y remociones pertinentes de GEI;
- d) Coherencia: Permitir comparaciones significativas en la información relacionada con los GEI;
- e) Exactitud: Reducir el sesgo y la incertidumbre, en la medida de lo posible;
- f) Transparencia: Divulgar información suficiente y apropiada relacionada con los GEI, para permitir que los usuarios previstos tomen decisiones con confianza razonable (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2012a).

La Norma ISO 14064-1 detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI para compañías y organizaciones, y para la presentación de informes sobre estos inventarios. Incluye los requisitos para determinar los límites de la emisión de GEI, cuantificar las emisiones y remociones de GEI de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de los GEI. También incluye requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación (AENOR, 2012a).

Selección de las metodologías de cuantificación

La organización debe seleccionar y usar metodologías de cuantificación que minimicen razonablemente la incertidumbre y produzcan resultados exactos, coherentes y reproducibles (AENOR, 2012a).

Con frecuencia, los programas de GEI establecen las metodologías de cuantificación, las cuales se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- a) Cálculos basados en:

- Datos de la actividad de GEI multiplicados por los factores de emisión o remoción de GEI;
- El uso de modelos;
- Correlaciones específicas para la instalación;
- Enfoque relacionado con los balances de masa.

b) Medición, bien

- Continua; o
- intermitente.

c) Combinación de medición y cálculo.

La organización debe explicar su selección de las metodologías de cuantificación (AENOR, 2012a).

Límites de la organización

La organización puede estar compuesta de una o más instalaciones. Las emisiones y remociones de GEI a nivel de instalación se pueden producir a partir de una o más fuentes o sumideros de GEI (AENOR, 2012a).

La organización debe consolidar sus emisiones y remociones de GEI a nivel de instalación por medio de uno de los siguientes enfoques:

- a) Control: la organización considera todas las emisiones y/o remociones de GEI cuantificadas en las instalaciones, sobre las cuales tiene control operacional o control financiero; o
- b) Cuota de participación correspondiente: la organización responde de su parte de las emisiones y/o remociones de GEI de las respectivas instalaciones (AENOR, 2012a).

La organización puede utilizar diferentes metodologías de consolidación cuando programa de GEI define disposiciones específicas.

La organización debe establecer y documentar sus límites operativos. El establecimiento incluye la identificación de las emisiones y remociones de GEI asociadas a las operaciones de la organización, la clasificación de las emisiones y

remociones de GEI en emisiones directas, emisiones indirectas por energía y otras emisiones indirectas. Incluye la selección de las otras emisiones indirectas que se han de cuantificar, hacer seguimiento e informar. La organización debe explicar cualquier cambio en sus límites operativos (AENOR, 2012a).

La *Norma ISO 14064-3* detalla los principios y requisitos para la verificación de los inventarios de GEI y para la validación o verificación de los proyectos de GEI. También describe el proceso para la validación o verificación relacionada con los GEI, y especifica componentes tales como la planificación de la validación o verificación, los procedimientos de evaluación y la evaluación de las declaraciones de GEI de la organización o del proyecto. Las organizaciones o las partes independientes pueden usar esta norma para validar o verificar las declaraciones de GEI (AENOR, 2012b).

Los requisitos de esta parte de la Norma ISO 14064 describen un proceso para asegurar a los usuarios previstos que las declaraciones sobre los GEI de la organización o del proyecto son completas, exactas, coherentes, transparentes y sin discrepancias notables. Los procesos de validación y verificación son similares; sin embargo, existe diferencias en el énfasis de las actividades. El proceso se puede aplicar de dos formas: interna y externa. Las aplicaciones internas pueden usar esta parte de la Norma ISO 14064 como orientación, mientras que las aplicaciones externas la pueden usar como un conjunto de requisitos (AENOR, 2012b).

Verificación

El objeto de la verificación es asegurar, de forma independiente, que la declaración efectuada relativa a las emisiones de gases de efecto invernadero, a través del informe de emisiones elaborado, es completa, es decir, exacta, coherente, transparente y sin discrepancias notables (AENOR, 2010).

En primer lugar, la Norma ISO 14064-1 incluye los requisitos para determinar los límites de las emisiones y remociones de GEI de la organización e identificar las actividades o acciones específicas de la compañía con el objeto de mejorar la gestión de los GEI. Asimismo, incluye los requisitos y orientaciones para la gestión de la calidad del

inventario, el informe, la auditoría interna y las responsabilidades de la organización en las actividades de verificación (AENOR, 2010).

Validadores o verificadores

El validador o verificador seleccionado para realizar las actividades de validación y verificación:

- a) Debe demostrar competencia y debido cuidado profesional, coherentes con sus funciones y responsabilidades;
- b) Debe ser independiente;
- c) Debe evitar cualquier conflicto de intereses, potencial o real, con la parte responsable y los usuarios previstos de la información sobre los GEI;
- d) Debe demostrar una conducta ética durante a lo largo de la validación y verificación;
- e) Debe reflejar con veracidad y exactitud las actividades, conclusiones e informes;
- f) Debe cumplir los requisitos de las normas o el programa de GEI al cual se suscribe la parte responsable (AENOR, 2012b).

d. Protocolo CO₂ de Cemento y Energía

Bajo el esfuerzo global de la Iniciativa sobre Sostenibilidad del Cemento (CSI por sus siglas en inglés) desarrollado por WBCSD, un número de empresas líderes cementeras están colaborando en monitorear y reportar sus emisiones de gases de efecto invernadero. Una de las cuestiones es las emisiones de dióxido de carbono que emiten estas industrias, siendo uno de los principales gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global (World Business Council for Sustainable Development, 2011).

En el 2001, las compañías de CSI acordaron una metodología para calcular y reportar las emisiones de CO₂; Protocolo CO₂ de Cemento y Energía. Mientras se justificaban las necesidades específicas de las industrias cementeras, este protocolo se acercaba a los lineamientos del Protocolo GEI, quien también fue desarrollado por WBCSD y WRI (WBCSD, 2011).

El protocolo es destinado a servir como herramienta para las compañías cementeras alrededor del mundo. Provee una metodología completa para calcular las emisiones de dióxido de carbono, con el criterio de reportar estas emisiones con varios propósitos. Aborda todas las fuentes de emisiones directas y las principales indirectas de CO₂ relacionadas al proceso de producción de cemento (WBSCD, 2011).

La cuantificación y el reporte de los GEI están basados en los siguientes principios:

- ✓ Relevancia,
- ✓ Integridad,
- ✓ Consistencia,
- ✓ Transparencia, y
- ✓ Precisión.

El protocolo fue diseñado para establecer los principios anteriores, y adicionalmente se incluye los siguientes principios (WBSCD, 2011):

1. Evitar la doble contabilidad de la planta, compañía, grupo, y a nivel nacional e internacional;
2. Permitir distinguir entre las distintas causas de emisiones;
3. Permitir el reporte de emisiones en absolutos como específicas.
4. Reflejar la gama completa de reducción de emisiones directas e indirectas de CO₂ logradas;
5. Proveer una herramienta flexible que satisfaga los diferentes monitoreos y reportes (WBSCD, 2011).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD EN LA EMPRESA

2.2.1 Localización

Las prácticas se llevaron a cabo en la empresa Cementos Progreso, S.A., en la finca La Pedrera, ubicada en la 15 Avenida 18-01 zona 6, Ciudad de Guatemala. Dicha finca se encuentra a 14°40'2" de latitud y -90°29'42" de longitud.

2.2.2 Actividades y formación

Cementos Progreso tiene más de un siglo de experiencia, lo cual ha permitido un reconocimiento por sus altos estándares de calidad en la producción y comercialización

de cemento, concreto, cal y otros productos y servicios para la construcción. Desde un inicio, han basado sus actividades en los valores heredados por el fundador Carlos Federico Novella Klee. En la actualidad, cuentan con un Código de Valores, Ética y Conducta –COVEC – que guía a un comportamiento ético, liderazgo genuino, solidaridad y compromiso con la sostenibilidad de la empresa. Ha sido reconocida como un gran lugar para trabajar en la región y en América Latina por el Great Place to Work Institute. Además, el Instituto Ethisphere la ha nombrado dentro de las empresas más éticas del mundo. (Cementos Progreso, 2014).

Promueven el desarrollo del país, comprometidos con las comunidades vecinas y responsables con el ambiente, asimismo se proponen:

- Dar al personal la oportunidad de desarrollarse integralmente y reconocer su desempeño,
- Impulsar con proveedores una relación de confianza, cooperación y beneficio mutuo,
- Contribuir al desarrollo de la comunidad además de proteger y mejorar el medio ambiente,
- Abastecer con eficiencia el mercado y cultivar con los clientes una relación duradera para ser su mejor opción,
- Garantizar a accionistas una rentabilidad satisfactoria y sostenible (CEMPRO, 2014).

Visión

“Compartimos sueños, construimos realidades” (CEMPRO, 2014).

Misión

“Producimos y comercializamos cemento y otros materiales para la construcción acompañados de servicios y de alta calidad” (CEMPRO, 2014).

a. Proceso de calidad

Se produce cemento tipo portland y cal de la más alta calidad, innovando constantemente los procesos de producción, utilizando tecnología de punta y capacitando constantemente a nuestros colaboradores. Esto permite cumplir y superar los estándares de calidad nacionales e internacionales (CEMPRO, 2014).

b. Proceso de producción

El cemento está presente en viviendas, infraestructura y en todo tipo de construcción en el país. Aunque el proceso de fabricación del cemento ha ido cambiando con el avance de la tecnología, básicamente para obtenerlo, son indispensables los siguientes pasos (CEMPRO, 2014):

- Extracción de Materia Prima
- Trituración y Prehomogenización
- Molienda de Harina Cruda
- Clinkerización
- Molienda de Cemento
- Empaque y Despacho

En todos estos pasos se observan estrictos controles de calidad, en los que se asegura cumplir y superar las normas nacionales e internacionales para los distintos tipos de cementos. El peso neto utilizando tradicionalmente en Centro América para el cemento en sacos de 42.5 kilogramos (93.7lb). En la planta San Miguel se cuenta con 4 líneas de envasado, dos de las cuales están totalmente actualizadas y con capacidad de paletizar 3,000 sacos por hora cada una, y otras dos de 2,000 sacos por hora cada una (CEMPRO, 2014).

c. Política Ambiental

La base de la gestión ambiental es el compromiso de la alta gerencia que está plasmada en la Política Ambiental: “Estamos comprometidos con la mejora continua de nuestro desempeño ambiental” (CEMPRO, 2014).

Para su cumplimiento se realiza:

- Sistema de Gestión Ambiental
- Capacitación y concientización del personal
- Uso eficiente y racional de insumos y donde sea posible, la sustitución de recursos naturales renovables por materiales alternativos
- Prevención del impacto ambiental de las actividades
- Cumplimiento de la legislación y requerimientos ambientales
- Buena relación con las partes interesadas (CEMPRO, 2014).

III. CONTEXTO DE LA PRÁCTICA

3.1 NECESIDAD EMPRESARIAL

Cementos Progreso es una empresa que se dedica a la producción y comercialización de cemento y otros materiales para la construcción, comprometida con prácticas ambientales, permitiendo que todas las operaciones se enmarquen dentro de las políticas de desarrollo sostenible. La base de la gestión ambiental es el compromiso de la alta gerencia que está plasmada en la Política Ambiental, con el lema “Estamos comprometidos con la mejora continua de nuestro desempeño ambiental”.

Actualmente las necesidades de la medición Huella de Carbono se dividen en dos ejes: a) cumplimiento legal, y b) recertificación.

Como primer eje, el cumplimiento legal se basa en herramientas que permiten posibilitar los esfuerzos nacionales hacia un desarrollo sostenible. Entre ellas está la Política Nacional de Cambio Climático y la Ley Marco para Regular la Reducción de la Vulnerabilidad, la Adaptación Obligatoria ante los Efectos del Cambio Climático y la Mitigación de Gases de Efecto Invernadero (Decreto 7-2013). Cumpliendo nacional e internacionalmente con las normas, adaptación del cambio climático y la reducción de emisiones.

El segundo eje se enfoca en revalidar la certificación de la Asociación Española de Normalización y Certificación – AENOR– que se lleva a cabo cada dos años.

Por lo planteado anteriormente, esta propuesta apoyó al departamento de Gestión Ambiental de la empresa Cementos Progreso en las mediciones de Huella de Carbono 2013-2014, para cumplir con los requerimientos de recertificación bianual que solicita AENOR. Con la información obtenida se generó una metodología para la recopilación de información, se diseñó matrices para el ordenamiento de dicha información y se desarrolló la planificación de los resultados de la medición de Huella de Carbono con tiempos estipulados, optimizando recursos y minimizando costos.

3.2 JUSTIFICACIÓN

En el año 2010, se realizó el primer estudio de cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Cementos Progreso, el cual se establece como línea base.

El siguiente año se realizó el estudio de Huella de Carbono, con el propósito de reducir las emisiones generadas desde la línea base; incluyendo los gases con mayor cantidad emitida como el dióxido de carbono, y menor cantidad emitida como hidrofluorocarbonos y metano; según el alcance definido por la empresa.

La elaboración de la propuesta de práctica profesional apoyó en el diseño e implementación para realizar la cuantificación de las mediciones de GEI, por medio de un proceso de verificación sistemático hacia la evaluación del mismo. De modo que dicho proceso desarrollado lograra tener resultados relevantes, integrados, consistentes, precisos y transparentes a la hora de ser presentados.

Con la ayuda y el apoyo de la empresa Green Development, se recopiló, analizó e informó los datos necesarios para optar a una recertificación, la cual debe ser revalidada cada dos años. La importancia de poseer la renovación de la certificación de AENOR ayudará a Cementos Progreso en la validación de datos y saber si se logró la reducción de emisiones de GEI; lo cual dará un valor agregado a la empresa, incrementando la posibilidad de lograr cumplir la meta de ser líderes regionales en el manejo ambiental del sector minero.

3.3 DESCRIPCIÓN DE ÁREA ESPECÍFICA DE ACCIÓN EN LA INSTITUCIÓN

La práctica se llevó a cabo en el departamento de Gestión Ambiental de la empresa Cementos Progreso, con un tiempo de duración de seis meses, iniciando en el mes de octubre 2014; el departamento de Gestión Ambiental (Figura 2), es el área que tiene a su cargo generar iniciativas, proyectos, obras, certificaciones y programas que buscan el cumplimiento legal, el enfoque en la gestión de riesgo ambiental y la gestión del eco-desarrollo. En este último, se encuentra el compromiso de reducir la Huella de Carbono y contribuir de manera proactiva a enfrentar los desafíos ambientales del milenio.

La empresa se rige bajo su Código de Valores, Ética y Conducta (COVEC) y sus tres pilares ambientales: cumplimiento legal, gestión para la reducción del riesgo y eco desarrollo; para operar de modo eficiente y rentable con el entorno.

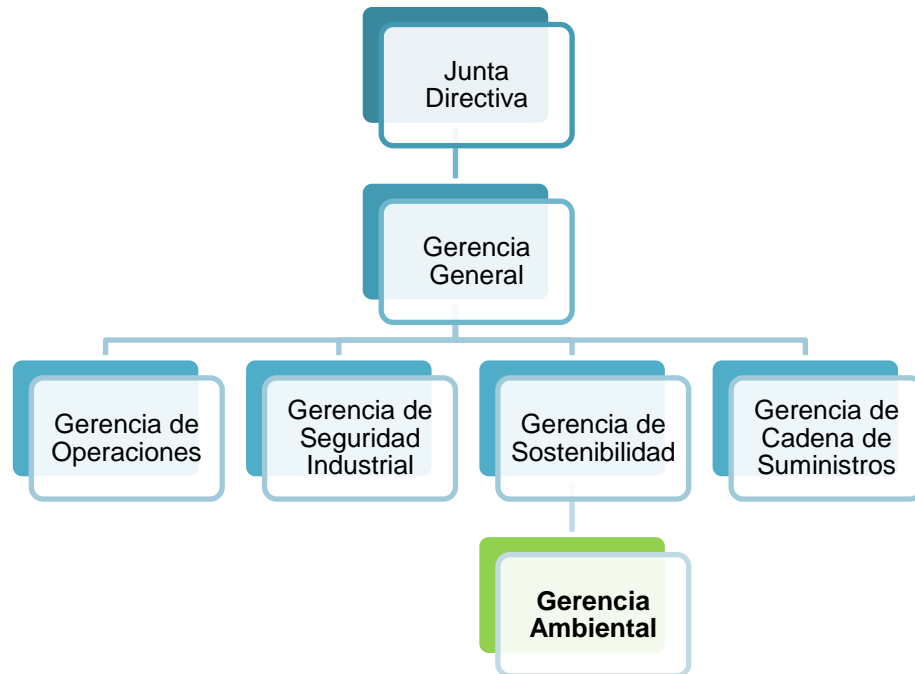


Figura 2. Organigrama que resalta el departamento donde se llevarán a cabo las prácticas profesionales supervisadas en Cementos Progreso.

El departamento de gestión ambiental incluye el manejo del riesgo ambiental como parte de su nuevo sistema integral, además, todo proceso de desarrollo, transformación territorial y ambiental es informado por un análisis y control sobre los factores de riesgos existentes o posibles. Cementos Progreso ha realizado proyectos relacionados al efecto invernadero y a la adaptación al cambio climático que incluye: la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la protección de las fuentes de agua por medio de la reforestación y educación ambiental, y la protección de la diversidad biológica a través de la conservación de especies de flora y fauna amenazada.

IV. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar el proceso de verificación sistemático que garantice los resultados de la medición de Huella de Carbono 2013 -2014 de la empresa Cementos Progreso.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar una metodología para la recopilación de información de la Huella de Carbono en la empresa.
- Diseñar una matriz para el ordenamiento de la información obtenida en el proceso y analizar la información compilada.
- Desarrollar la planificación de los resultados de la medición de Huella de Carbono en los tiempos estipulados, optimizando recursos y minimizando costos.

V. PLAN DE TRABAJO

5.1 PROGRAMA DESARROLLADO

- Inducción a la empresa: Al inicio, el practicante recibió una inducción hacia la empresa Cementos Progreso, donde se le proporcionó información general de la empresa y del área específica de la práctica; en este caso en el departamento de Gestión Ambiental.
- Reunión inicial: Se propuso una reunión inicial con todas las sedes de la empresa Cementos Progreso, con el objetivo de realizarse la apertura de la medición de Huella de Carbono 2013 – 2014, presentándose un resumen de lo que se tenía y lo que se debía medir.
- Determinar metodología: Fase que tuvo como objetivo definir las actividades a desarrollarse a lo largo del proyecto. De igual manera, se estableció la metodología de recopilación y validación de información necesaria.
- Recopilación de información: Se enviaron correos electrónicos a cada una de las personas responsables en las diferentes entidades, en el cual se adjuntó el archivo correspondiente a la información específica requerida, referente al año 2013 y 2014.
- Desarrollar una matriz: Se desarrolló una matriz para analizar la metodología a aplicar en el proyecto de Huella de Carbono.
- Verificación de datos: A lo largo del proceso se analizó y verificó la información recaudada y los datos finales conforme a la metodología y la matriz realizada.

Cuadro 3. Cronograma de actividades que se desarrollarán durante el proceso de las prácticas profesionales, octubre 2014– abril 2015.

Detalle / Mes	2014						2015					
	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Inducción de la empresa	x											
Reuniones iniciales	x	x	x									
Recopilación de información 2013	x	x	x									
Análisis de información 2013		x	x	x	x							
Verificación (auditoría interna) datos 2013			x	x	x	x						
Recopilación de información 2014			x	x	x	x						
Análisis de información 2014				x	x	x	x	x				
Verificación (auditoría interna) datos 2014				x	x	x	x	x				
Determinar metodología	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Diseñar matriz para análisis de los datos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Desarrollar la planificación de resultados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Analizar datos recopilados	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

- **Eje de sistematización**

Con esta propuesta se apoyó al departamento de Gestión Ambiental de la empresa Cementos Progreso en las mediciones de Huella de Carbono 2013-2014, para cumplir con los requerimientos de recertificación bianual que solicita la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). Con la información generada es sistematizado en un documento que se apoyó las actividades de la empresa en este tema y se garantizó con validez los resultados.

- **Otras Actividades**

- Reuniones de seguimiento:

Fue necesario contar con documentación de respaldo de la información brindada por las diversas entidades, por lo se necesitó llevar a cabo reuniones de seguimiento para tener un nivel de aseguramiento establecido por la metodología.

- Visitas de Campo:

Se visitó las distintas unidades de negocio con el fin de tener un nivel de aseguramiento establecido por la metodología

- Cuantificar la Huella de Carbono del ciclo de vida del producto para los sacos de papel producidos en Sacos del Atlántico:

Se apoyó en la recopilación de información para cuantificar la Huella de Carbono del ciclo de vida de un saco de papel (únicamente se realizó para la unidad de Sacos del Atlántico).

- Definir la fijación de carbono de las plantaciones de Agrobosques:

Se apoyó en la recopilación de datos a partir de la reunión inicial, solicitando documentos necesarios para la ejecución de la actualización conforme a la fijación de carbono. Esta información fue revisada y analizada. Se visitó las parcelas de muestreos establecidas en las plantaciones comunitarias. Se verificó que la información provista en el inventario vaya acorde con el tomado en campo.

- Capacitación GRI:

Se participó en la capacitación de la Iniciativa de Reporte Global (GRI) para elaborar la Memoria de Sostenibilidad de la empresa Cementos Progreso que evalúa el desempeño ambiental.

- Capacitación Producción más Limpia (P+L):

Se participó en la capacitación de P+L sobre el tema de Huella de Carbono, la cual consistió en la introducción a los términos básicos, límites, alcances y normas que aplican.

- Participación en III Congreso Educación Ambiental EFPEM - USAC:

Se participó como expositora en el Congreso, presentando el tema de Huella de Carbono y su relación con la empresa Cementos Progreso.

5.2 METAS PROPUESTAS DISCUSIÓN

- Información recopilada por cada unidad de negocio de Cementos Progreso.
- Información completa recopilada por cada alcance.
- Tiempo de información recopilada conforme a la matriz.
- Plan de los resultados de la medición de Huella de Carbono.
- Reuniones de seguimiento.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 METODOLOGÍA PARA LA RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA EMPRESA

6.1.1 Seguimiento a las actividades programadas en el cronograma

El objetivo principal del inventario de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) fue alcanzar y cumplir con las metas propuestas, para lo cual se generó un proceso inicial donde se determinó los pasos a seguir en la recopilación de la información, para posteriormente cuantificar y analizar la verificación de la Huella de Carbono. Cada empresa, organización y/o institución contemplan su propia metodología de manera que los resultados se obtengan a partir de un proceso eficiente.

Dentro de la empresa Cementos Progreso se encuentra el departamento de Gestión Ambiental, el cual se encarga de la gestión del proyecto Huella de Carbono. Como se menciona en la justificación, la empresa ya cuenta con una línea base del año 2010, sin embargo, no tenía con un proceso para determinar los pasos a seguir. Por ende se presenta la metodología en la Figura 3:

METODOLOGÍA

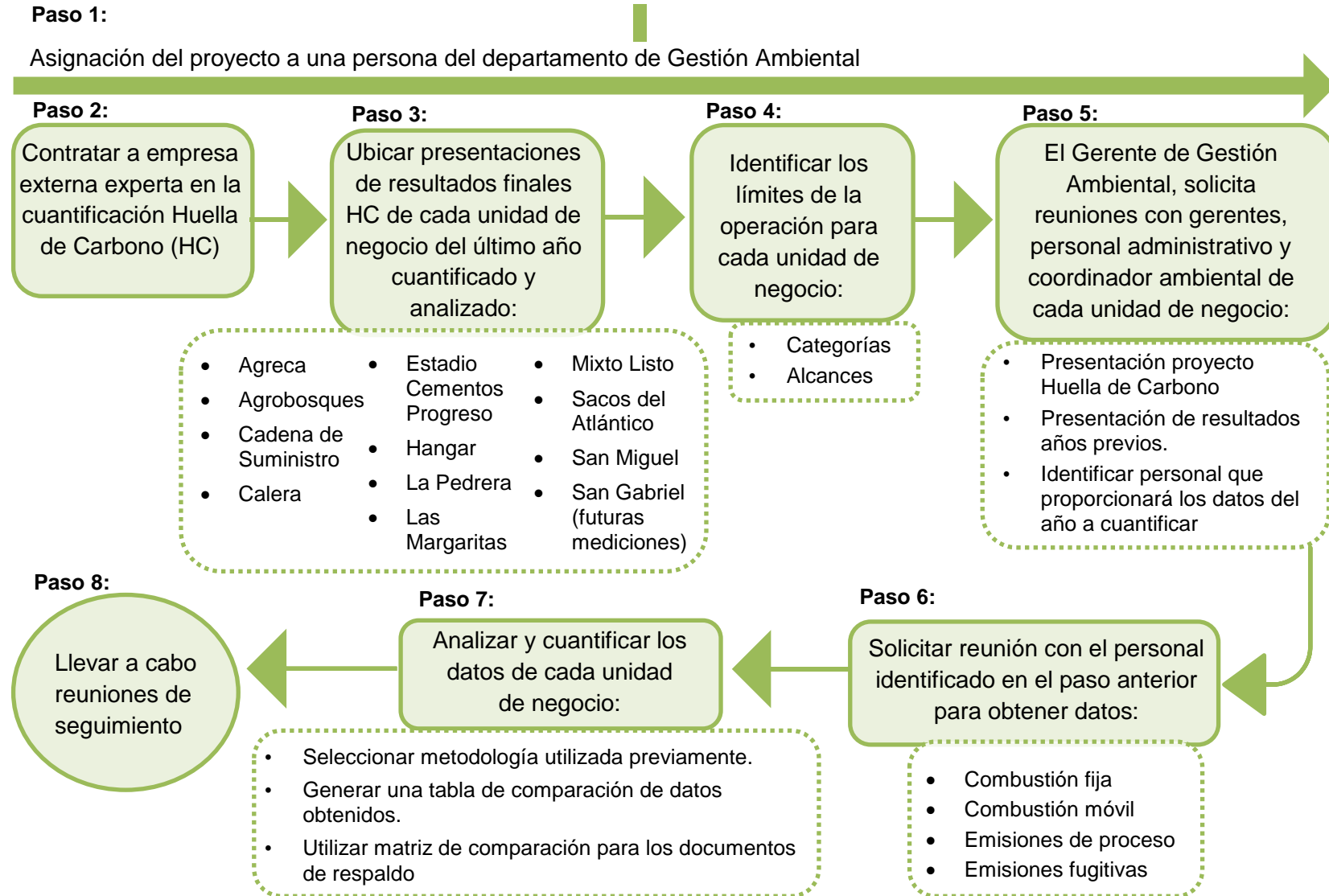


Figura 3. Metodología para la recopilación de información de la Huella de Carbono en la empresa Cementos Progreso, S.A.

Paso 1 – Asignación del proyecto: el proyecto se asignó a una persona dentro del departamento de Gestión Ambiental, quien tiene a su cargo toda la gestión del mismo.

Paso 2 – Contratación de empresa: se contrató una empresa externa (Green Development) experta en la cuantificación de Huella de Carbono para dar apoyo y seguimiento. La selección de la empresa se determinó tomando en cuenta los siguientes criterios:

- a) Ya sea un proveedor que ha trabajado anteriormente este proyecto dentro de la empresa o,
- b) Recomendar distintos proveedores, teniendo el visto bueno del Gerente de Gestión Ambiental para participar en el proceso interno, en el cual se determinará quién es el más adecuado.

Paso 3 – Ubicar presentaciones de resultados finales de año previo: se ubicaron las presentaciones y los resultados obtenidos en la última cuantificación de cada unidad de negocio que conforma la empresa: Agreca, Agrobosques, Cadena de Suministro, Calera, Estadio Cementos Progreso, Hangar, planta La Pedrera, oficina central Las Margaritas, Mixto Listo, Sacos del Atlántico y planta San Miguel (tomar nota que la planta San Gabriel entrará en las futuras mediciones, ya que por el momento se encuentra en su fase de construcción).

Paso 4 – Identificar los límites de operación para cada unidad de negocio: se identificó las categorías y alcances de cada unidad. Las categorías se identificaron por las siguientes fuentes: i) combustión fija; ii) combustión móvil; iii) emisiones de proceso; y iv) emisiones fugitivas. La identificación de los alcances se hizo como guía el Protocolo de GEI:

- a) Alcance primario determina las emisiones que ocurren en fuentes que son propiedad o están controladas por la empresa, siendo el único alcance directo;
- b) Alcance secundario incluye las emisiones que proviene por la generación de electricidad adquirida y consumida por la empresa. Este consumo energético puede identificarse como un total de la unidad de negocio o especificarlo para el área administrativa y área de producción.

c) Alcance terciario se considera una categoría opcional que permite incluir el resto de las emisiones indirectas, siendo consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por ella. Incluye el consumo de combustible móvil para transporte externo subcontratado: i) materia prima; ii) productos; iii) colaboradores, y iv) vuelos comerciales.

El Cuadro 4 describe las fuentes de emisiones por alcance para el sector minero, específicamente para cemento y cal.

Cuadro 4. Panorama de las herramientas del Protocolo GEI

SECTOR	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 1	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 2	FUENTE DE LAS EMISIONES ALCANCE 3
MINERALES			
Cemento y cal⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (calderas, quemadores, hornos de reducción, reactores de flama, regeneradores de vapor) • Emisiones de proceso (oxidación y reducción de sustratos, eliminación de impurezas, subproductos del N₂O, cracking catalítico, infinidad de emisiones específicas a cada proceso) • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos) • Emisiones fugitivas (uso de HFC, fugas en tanques de almacenamiento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (consumo de electricidad, calor o vapor adquiridos) 	<ul style="list-style-type: none"> • Combustión fija (producción de materiales adquiridos, incineración de residuos) • Emisiones de proceso (producción de materiales adquiridos) • Combustión móvil (transporte de materias primas, productos y residuos; viajes de negocios de empleados, traslado de personal desde y hacia sus casas) • Emisiones fugitivas (CH₄ y CO₂ de rellenos sanitarios y conductos)

Fuente: Bhati, *et al*, 2004.

Paso 5 – Solicitud de reuniones con equipo gerencial: uno de los pasos más importantes, consistió en contactar y solicitar las reuniones con las distintas unidades de negocio. Esto se ejecutó por medio del gerente de Gestión Ambiental, quien contactó al gerente de cada unidad, y este notificó para la presencia del personal administrativo y toma de decisiones, al igual que coordinador ambiental correspondiente. Una vez coordinada la reunión se realizó lo siguiente:

- 1) Presentación proyecto Huella de Carbono: pequeña introducción del término Huella de Carbono.
- 2) Presentación de resultados años previos: presentación de resultados de la última cuantificación y evidenciar los focos de emisión contabilizados anteriormente, con el objetivo de determinar si los focos de emisión siguen son los mismos o existe una pequeña variación.
- 3) Identificar al personal que proporcionará los datos del año a cuantificar: al identificar los focos de emisión, se designó al personal que maneja dichos datos.

Paso 6 – Solicitar reuniones para obtener datos: teniendo identificada a las personas que proporcionaron los datos por unidad de negocio, se solicitó reunión. Entre estos datos están: i) combustión fija; ii) combustión móvil; iii) emisiones de proceso; y iv) emisiones fugitivas

Paso 7 – Análisis y Cuantificación de datos: una vez obtenido los datos, se empezó con la cuantificación y análisis de los datos:

- 1) Seleccionar metodología: se estableció la metodología según su tipo de cálculos basados en datos de la actividad de GEI multiplicados por los factores de emisión de los mismos y potencial de calentamiento global (AENOR, 2012a). En este caso se utilizó el Protocolo de GEI por ser la metodología más adecuada.

El Cuadro 2 muestra el listado de las fuentes de emisión y los factores de emisión en Cementos Progreso, S.A.

- 2) Generar una tabla de comparación de los datos obtenidos: se generó una tabla describiendo el tipo de consumo, el año, y el consumo total por mes en las unidades dadas y luego se utilizó su factor de emisión para convertirlo en su unidad de medida toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂e).

- 3) Utilizar matriz de comparación para los documentos de respaldo: es importante indicar de dónde provienen los datos utilizados y el nombre del documento para la trazabilidad de ello.

Paso 8 – Reuniones de seguimiento: se llevaron a cabo reuniones de seguimiento cuando surgieron dudas y comentarios sobre los datos proporcionados. Esto con el objetivo de clarificar las discrepancias que existieron o incertidumbres de la variación de datos con años anteriores, y obtener datos que aún no estén completos.

La generación de la metodología llevó más tiempo de lo planificado, determinando un proceso eficiente para identificar las ventajas y desventajas a través de los tiempos estipulados; ya que anteriormente no existía una metodología establecida.

6.2 MATRIZ PARA EL ORDENAMIENTO DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA EN EL PROCESO Y ANALIZAR LA INFORMACIÓN COMPILADA

6.2.1 Identificación de la información obtenida en el proceso

Fue necesario dividir el segundo objetivo en dos matrices, siendo la primera el ordenamiento de la información obtenida en el proceso. Para que el proceso de la información obtenida sea ordenada y eficiente, se tomaron en consideración las siguientes descripciones: i) puesto; ii) fuente de emisión; iii) tipo de emisión; iv) actividad; v) tipo de GEI; vi) cantidad consumida; vii) factor de emisión; y viii) cantidad emitida. El Cuadro 5 muestra la matriz del ordenamiento de la información obtenida en el proceso la cual fue aplicada a todas las unidades de negocio con sus límites operacionales y datos reales para los años 2013 y 2014⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Debido a la confidencialidad de los datos, se utilizó para el modelo datos hipotéticos para ejemplificar el proceso de verificación

Cuadro 5. Matriz para el ordenamiento de la información obtenida en el proceso de verificación año 2013⁽²⁾.

Unidad de Negocio: Planta San Miguel

Año: 2013

Puesto/Nombre	Fuente de emisión	Tipo de emisión	Actividad	Tipo de GEI	Cantidad consumida	Factor de emisión	Cantidad emitida en tonCO ₂
ALCANCE PRIMARIO							
Ing. de optimización	Combustible fósil	Diésel móvil	Transporte interno	CO ₂	14,000 galones	9.991 kg CO ₂ /gal	139.87 tonCO ₂
Ing. de optimización	Combustible fósil	Diésel estacionario	Generadora	CO ₂	9,000 galones	10.035 kg CO ₂ /gal	90.32 tonCO ₂
Ing. de optimización	Combustible fósil	Coque de petróleo	Producción cemento	CO ₂	55,000 GJ	97.50 kg CO ₂ /GJ	5,362.50 tonCO ₂
Supervisor despacho almacén San Miguel	Fugitivas	Refrigerante R-134a	A/C oficinas	HFC	35 lb	1,430 kgHFC/kg	22.75 tonCO ₂ e
Supervisor despacho almacén San Miguel	Fugitivas	Gases 90% argón y 10% metano	Análisis de laboratorio	CH ₄	300 lb	25 kgCH ₄ /kg	3.41 tonCO ₂ e
ALCANCE SECUNDARIO							
Gerente de mantenimiento eléctrico	Energía eléctrica	Consumo energético	Producción y administrativo	CO ₂	500,000 kWh	0.32 ton CO ₂ /MWh	160 tonCO ₂
ALCANCE TERCIARIO							
Recursos Humanos	Combustible fósil	Diésel móvil	Transporte colaboradores	CO ₂	7,000 gal	9.991 kg CO ₂ /gal	69.94 tonCO ₂
TOTAL						5,848.79 ton CO₂e	

⁽²⁾Debido a la confidencialidad de los datos, para el modelo de la matriz se utilizó datos hipotéticos para ejemplificar el proceso de verificación

Como se muestra en el Cuadro 5, la descripción de la información que se obtuvo define la fuente de emisión y determinó a qué alcance pertenece, según las indicaciones del Protocolo de GEI. Asimismo, se agregó la descripción de “puesto” lo cual define el cargo de la persona o al departamento que fue solicitada la información; generando una trazabilidad de los datos, siendo útil para aclaraciones de cualquier duda o discrepancia sobre lo recopilado. Fue vital agregar el nombre para que dicha trazabilidad sea más exacta al momento que en futuras ocasiones la persona que elabore el informe sepa a dónde acudir, siendo un aporte positivo que se obtuvo en elaborar la matriz.

Con la descripción de “actividad” se define de donde proviene la fuente de emisión generada (la causa) y con ello identificando el tipo de GEI. En este caso fue dióxido de carbono, hidrofluorocarbonos y metano; tomando en cuenta que los últimos dos tipos de GEI son medidos en CO₂e para tener una misma dimensional. Seguido por la cantidad consumida y su factor de conversión obteniendo el total de gases emitidos en CO₂e.

Aparte, se identificó las emisiones directas e indirectas, separándolas entre alcance primario, secundario y terciario. Con ello ordenando los datos obtenidos para los años 2013, 2014 y futuras mediciones.

Previo a la elaboración de esta matriz existieron algunas limitaciones, ya que los contactos del personal no estaban bien identificados o los puestos no estaban actualizados, siendo difícil contactar a la persona. Por otro lado las cuantificaciones de años previos se tomaron como línea base, facilitando la identificación de los límites operacionales. Las reuniones de seguimiento fueron un factor clave en determinar las razones por las cuales el consumo aumenta y disminuye, teniendo respaldo en el comportamiento de las emisiones GEI.

6.2.2 Comparación entre las guías de gases de efecto invernadero en sus principios para el análisis de verificación Huella de Carbono 2013 y 2014.

La segunda matriz analiza la información compilada, y es de gran relevancia para el proceso de verificación, siendo esta cuantitativa. Basada en un diseño donde se compararon las diferentes guías con los tres diferentes alcances, por medio de una lista de verificación. Es importante mencionar que el objeto de la verificación es asegurar, de

forma independiente, que la declaración efectuada relativa a las emisiones de GEI, a través del informe de emisiones elaborado, es completa, exacta, coherente, transparente y sin discrepancias notables (AENOR, 2010). El Cuadro 6 muestra la matriz de resultado que refleja la lista de verificación, en la cual se identificó para cada unidad de negocio.

Cuadro 6. Matriz para el análisis de la información compilada para las unidades de negocio de Cemento Progreso.

Principio	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Relevancia	3	3	3
Integridad	3	3	3
Consistencia	3	3	3
Precisión	3	3	3
Transparencia	3	3	3
Total	15	15	15

1 – fallido

2 - proceso de mejora

3 – óptimo

Fue fundamental comparar la Norma ISO 14064, Protocolo de GEI y el Protocolo de CO₂ de Cemento y Energía, estableciendo las similitudes entre la norma y los protocolos, donde se identificó que todos se asemejan por sus principios, siendo éstos sinónimos uno del otro. La Figura 9 de Anexos demuestra la relación entre ellos y debido a que ambos protocolos son una guía que contiene una metodología más específica, se decidió utilizarlos para los resultados en el Cuadro 6.

La **relevancia** selecciona las fuentes o los límites que se deben tomar en consideración. Al diseñar la matriz para el ordenamiento de la información obtenida (Cuadro 5), se identificó el primer punto para todas las unidades de negocio, donde se dividió entre sus tres alcances. Pero se le dio un valor agregado, enfocándose en el

contexto de la empresa y el propósito para lo que será utilizada la información y usuarios de la información (Bhati, *et al.*, 2004).

Como ejemplo se demuestran los límites operacionales hipotéticos para la Planta San Miguel, el cual se le da una puntuación de 3, ya que se identifican los alcances y sus fuentes de emisión tomadas en consideración para su cuantificación:

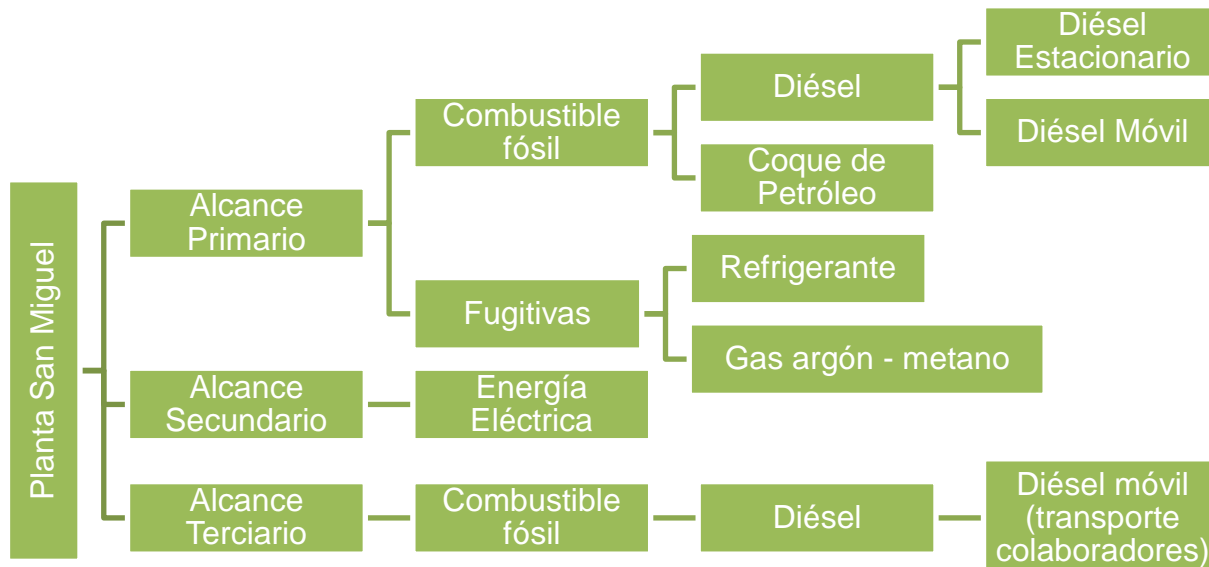


Figura 4. Límite operacional unidad de negocio Planta San Miguel.

En el ejemplo todos los alcances obtienen una puntuación óptima, tomando nota que en la realidad esta matriz funciona para ir ponderando en función de los hallazgos e indicar los puntos de mejora.

La **integridad** contabiliza e incluye todas las fuentes de emisión relevantes al inventario de GEI que se elaborará. La inclusión depende en sus límites operacionales, la cual varía en los cuadros de las distintas unidades de negocio. Este punteo se verifica con la primera matriz, donde se ordena la información y se integran todos los datos (Cuadro 5).

Una vez identificados los límites operacionales, se cuantificó cada uno de los GEI mencionados. Esto se realizó para cada unidad de negocio mencionada en la

metodología, presentando la contabilización de todas las emisiones donde divide de forma mensual los tipos de GEI por su alcance para los años 2013 y 2014. Teniendo estos datos más específicos, se comprueba que sí se está tomando el conjunto de emisiones.

Para obtener la verificación de **consistencia**, fue necesario hacer comparaciones significativas de la información a lo largo del tiempo, con el fin de identificar tendencias (Bhati, *et al.*, 2004). En todas las unidades se comparó la producción anual con las emisiones totales a lo largo del tiempo. Se comparó los datos de la línea base (2010) junto con los años de verificación (2013 y 2014), tomando en consideración la producción y sus emisiones anuales en ton CO₂e. En la Figura 5 se muestra la consistencia de una unidad de negocio con datos hipotéticos:

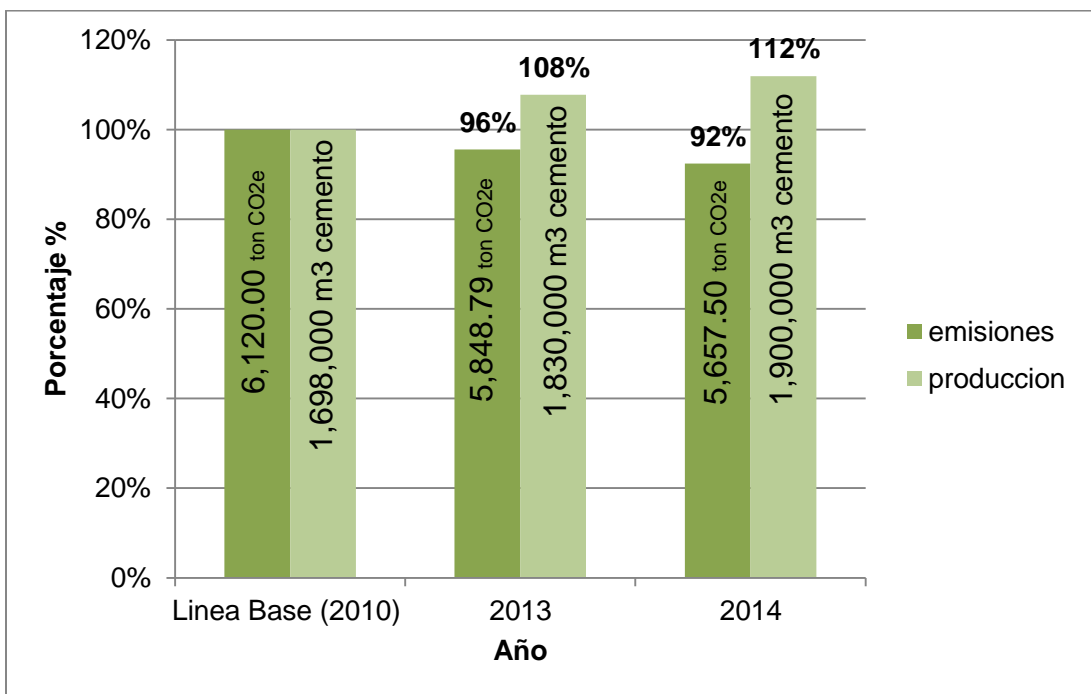


Figura 5. Caso hipotético para comparación porcentual entre producción versus emisiones para la Huella de Carbono de cemento.

Observando el caso de la Figura 5, en el 2010 se produjo 1, 698,000 m³ de cemento con emisiones de 6,120.00 ton CO₂e. Para el año 2013 se emitió 5,848.79 ton CO₂e por 1, 830,000 m³ de cemento producidos y en el 2014 se emitió 5,657.50 ton CO₂e por 1,

900,000 m³ de cemento producidos. Se observa que las emisiones disminuye 4% del 2010 al 2013, y para el 2014 disminuyó 4%, teniendo un total de 8% desde su línea base. La producción aumentó un 8% del 2010 al 2013 y 4% para el 2014, teniendo un aumento total de producción del 12%.

Esta es una comparación donde existe una tendencia de mejora y el uso eficiente de los recursos, representando estrategias de reducción y mitigación. Algunas suposiciones del comportamiento pueden ser fijados por uso de productos de mejor calidad, reduciendo la contaminación, compra de equipos eficientes, cambio de combustibles, implementación de nuevas tecnologías, entre otros.

La producción es un factor clave para determinar la consistencia de las emisiones. Si en dado caso las emisiones del último año cuantificado hubieran sido mayores o menores que el año previo, se puede comparar con la cantidad de producción y determinar el desempeño de la unidad. El escenario ideal, para este resultado, fue el aumento de producción y disminución de las emisiones; dando validez con la reuniones de seguimiento por si existiese alguna duda o discrepancias en los resultados.

La **precisión** tiene como objetivo reducir la incertidumbre por medio de datos suficientemente precisos. Esto se refiere a que los datos que fueron enviados por cada unidad de negocio deben de ser datos reales y completos, no se pueden permitir datos estimados, ya que es fundamental tener documentación de respaldo. Si en dado caso no se dispone de datos reales, estos deben ser razonables y documentados.

Por consiguiente, se creó la primera matriz que ordena la información compilada y ubica el documento que se utilizó para el tipo de GEI calculado. Una vez teniendo la documentación, se hace la cuantificación y se obtienen los resultados reflejados en el Cuadro 10 de Anexos, donde muestra el inventario de emisiones del año 2013 y el año 2014 para cemento (datos hipotéticos). La reducción de incertidumbre se refleje en programas tales como SAP o sistema de validación.

Por último se tiene el principio de **transparencia** el cual se puede definir como la unión de todos los principios. El Protocolo de GEI describe su cumplimiento si la información es presentada y publicada de manera clara, efectiva, neutral y comprensible, y basada

en documentación sólida, transparente y auditable (Bhati, *et al.*, 2004). Para la verificación de la Huella de Carbono 2013-2014 de cada unidad de negocio se basó en el conjunto de los principios; donde la información fue registrada, compilada y analizada.

Con los resultados mostrados en el Cuadro 10 de Anexos del inventario de emisiones totales y su cuantificación, se realizó una gráfica para su comparación año con año (Figura 5); teniendo la producción como un factor clave en dictaminar si las emisiones son coherentes o no.

Todos los datos compilados están identificados y justificados, ya que se tiene los documentos por su tipo de GEI y la persona/puesto que los proporcionó. Por lo cual se define claramente el límite organizacional y operacional, obteniendo trazabilidad, creando el sistema de verificación más factible.

Los cinco principios están dentro de los lineamientos de la metodología que se debe seguir, dando un valor fuerte a la cuantificación de la Huella de Carbono de todas las unidades. Pero a su vez, también son necesarios para iniciar un sistema de verificación, donde el validador o verificador debe cumplir los requisitos de las normas de GEI (AENOR, 2012b), y en este caso el enfoque fue el Protocolo de GEI. Todo ello conllevó a cumplir con la trazabilidad y nivel de aseguramiento de los tres alcances que se analizaron por unidad de negocio.

Siendo un sistema de verificación nuevo a implementar, fue necesario abarcar paso por paso los principios y dar seguimiento a la metodología que requieren e indican las guías. La eficiencia para la obtención de datos, su cuantificación y verificación será mayor para futuros estudios, ya que se tiene documentación de la línea base y sus datos serán variados dependiendo si cambian los límites operacionales.

6.3 PLANIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE HUELLA DE CARBONO EN LOS TIEMPOS ESTIPULADOS, OPTIMIZANDO RECURSOS Y MINIMIZAR COSTOS

6.3.1 Seguimiento a las actividades y tiempos estipulados en el cronograma.

Para iniciar el proceso de cálculo de la Huella de Carbono, fue necesario registrarse bajo una planificación donde el objetivo es reducir tiempos, optimizar recursos y minimizar costos. Se desarrollaron tres escenarios posibles en la cual se toma en consideración las personas que estarán participando en el proyecto: i) externo (subcontratado); ii) interno (colaborador de Gestión Ambiental); y iii) compartido (subcontratado y colaborador). Los resultados se demuestran en cronogramas, donde el tiempo es el factor clave y con ello se determina el resto de la planificación.

Los lineamientos del Protocolo de GEI contiene pasos para identificar y calcular las emisiones de una empresa (ver Anexos Figura 6), junto con el cronograma que se elaboró en el Plan de Trabajo (Cuadro 3), se tomaron las siguientes actividades como las más importantes para la ejecución del proyecto:

1. Contratación empresa externa
2. Ubicar las presentaciones de resultado por cada unidad de negocio del año previo
3. Identificar límites organizacionales
4. Reuniones iniciales con equipo gerencial de cada unidad de negocio
5. Reuniones con personal asignado
6. Recopilación de datos
7. Cuantificación de datos
8. Análisis de datos
9. Reuniones de seguimiento
10. Verificación de datos

Cuadro 7. Escenario con tiempo estipulado para proveedor subcontratado (100% externo)

Detalle de actividad	Mes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Contratación empresa externa	x									
Ubicar las presentaciones de resultado por cada unidad de negocio del año previo	x	x								
Identificar límites organizacionales previos	x	x								
Reuniones iniciales con equipo gerencial de cada unidad de negocio		x	x	x	x	x				
Reuniones con personal asignado		x	x	x	x	x				
Recopilación de datos			x	x	x	x	x	x	x	
Cuantificación de datos				x	x	x	x	x	x	
Análisis de datos				x	x	x	x	x	x	x
Reuniones de seguimiento					x	x	x	x	x	x
Verificación de datos									x	x

Como primer escenario posible se tiene la participación de externos; donde se muestra un lapso aproximado de diez meses de ejecución (Cuadro 7). Siendo un proyecto 100% externo, son los proveedores quienes hacen todas las actividades teniendo un efecto en el lapso del tiempo, siendo este más largo porque el acceso a los contactos es limitado. Se pierde mucho tiempo en las reuniones en general, debido a que se solicita al personal contratado que se les explique sobre el tema; sucede más cuando hay cambio de puestos e ingresan nuevas personas. Sin obviar que la empresa maneja sus datos con confidencialidad, lo cual provoca que la información dada sea reservada y sea otorgada poco a poco.

La optimización de recursos en el proceso se considera baja, ya que existe una mejor forma para realizar dicha actividad, convirtiéndolo poco eficiente y aumentando costos por la elaboración individual del proveedor. En ello se incluye hacer mayor esfuerzo a la hora de comunicación, hay más reuniones y de forma indirecta, se dan capacitaciones.

Son aproximadamente 11 unidades las que se cuantifican y todas tienen un rango de complejidad distinta. Se tiene una planificación que define el tiempo para cada unidad de negocio sea aproximado de tres meses para reuniones, pero la recopilación de datos tardará más, no solo por su confidencialidad, sino también porque internamente tienen que solicitar y reunirlos. Los proveedores tienen mayor conocimiento para cuantificar y analizar la información, pero disponen del tiempo para recibir la información y especialmente las reuniones de seguimiento para aclarar cualquier duda o discrepancia que exista.

Cuadro 8. Escenario con tiempo estipulado para colaborador de Gestión Ambiental (100% interno)

Detalle de actividad	Mes																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Contratación empresa externa																				
Ubicar las presentaciones de resultado por cada unidad de negocio del año previo	x																			
Identificar límites organizacionales previos	x	x																		
Reuniones iniciales con equipo gerencial de cada unidad de negocio		x	x	x	x															
Reuniones con personal asignado		x	x	x	x	x														
Recopilación de datos			x	x	x	x	x													
Cuantificación de datos				x	x	x	x	x	x	x	x									
Análisis de datos				x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Reuniones de seguimiento				x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Verificación de datos											x	x	x	x	x					

El segundo escenario muestra el tiempo estipulado cuando se trata de la participación interna (Cuadro 8). La persona que maneja la cuantificación 100% interna es un colaborador asignado del departamento de Gestión Ambiental. A diferencia del escenario anterior, este tiene un tiempo aproximado de ocho meses y no cuenta con la contratación de la empresa externa. El conocimiento del tema es menor ya que no

maneja únicamente el tema de Huella de Carbono, sino proyectos internos con enfoque a otros ámbitos ambientales; lo cual incide a invertir en capacitaciones para manejar la cuantificación.

Las actividades que requieren más tiempo son la cuantificación, análisis y las reuniones de seguimiento. Esto se debe al bajo conocimiento del tema y la necesidad de investigar a mayor profundidad y estar aclarando en las reuniones de seguimiento las dudas o discrepancias que existan, sin embargo el acceso a la comunicación será más eficiente e inclusive más directa, debido al fácil acceso a los datos del personal de la empresa. El tiempo estipulado para el proceso de verificación será el mismo que al inicio, a pesar que se cuente con la auditoría interna de apoyo, pero comprender como cuantificar las emisiones es el factor clave para optimizar recursos y tiempo.

Cuadro 9. Escenario con tiempo estipulado en personal compartido (50% externo y 50% interno)

Detalle de actividad	Mes																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10										
Contratación empresa externa	x																			
Ubicar las presentaciones de resultado por cada unidad de negocio del año previo	x																			
Identificar limites organizacionales previos	x	x																		
Reuniones iniciales con equipo gerencial de cada unidad de negocio			x	x	x															
Reuniones con personal asignado			x	x	x	x														
Recopilación de datos			x	x	x	x	x	x												
Cuantificación de datos			x	x	x	x	x	x												
Análisis de datos				x	x	x	x	x	x											
Reuniones de seguimiento				x	x	x	x	x	x											
Verificación de datos									x	x	x									

El tercer escenario considera la participación compartida interna y externa, es decir, la participación del colaborador asignado de Gestión Ambiental y el proveedor, manejando las actividades 50% interno y 50% externo (Cuadro 9). Como resultado se obtiene un tiempo estipulado de seis meses, lo cual induce a optimizar recursos y reducir costos; el proveedor maneja el tema y tiene el conocimiento, mientras el colaborador adquiere mayor conocimiento en el proceso y apoya en ejecutar el proyecto en menor tiempo.

Se reduce el tiempo a un mes para contratar la empresa externa, ubicar los resultados del año previo e identificar los límites organizacionales por unidad de negocio. Las reuniones iniciales serán en un mes y medio, ya que el contacto es directo y se aclara cualquier duda que pueda tener el equipo gerencial. Una vez inicie la recopilación de información, esta se cuantifica y se analiza continuamente, y mientras vayan surgiendo las dudas serán aclaradas inmediatamente. El colaborador de la empresa será considerado el auditor interno y verificará los datos que presenta el proveedor, disminuyendo la cantidad de tiempo empleado en la recopilación de datos.

Los tres escenarios fueron elaborados con base en el cronograma del Plan de Trabajo y el procedimiento real para lograr la verificación de proyecto. Al comparar los tres escenarios, de diez meses del externo para los seis meses del combinado, se reduce un 40% el cual se tomó como indicador de eficiencia. En el transcurso existieron altibajos, ya que hubo pausas o bien no se le dio seguimiento inmediato provocando atrasos, determinando la influencia positiva que tiene el colaborador interno para que el seguimiento sea continuo y así enlazar vínculos entre las fuentes internas con el proveedor externo. Al momento de dar a conocer el proceso de la cuantificación para las distintas unidades de negocio, se tiene un mejor concepto de la importancia de la Huella de Carbono.

VII. CONCLUSIONES

- La metodología generó tres valores primordiales en el proceso de cuantificación, siendo la generación de un sistema que funciona eficientemente, optimiza los tiempos y da credibilidad a los datos que fueron procesados.
- A través de una matriz comparativa se relacionaron los principios (Relevancia, Integridad, Consistencia, Precisión y Transparencia), que fueron utilizados para una evaluación cuantitativa, la cual generó los valores de autenticidad y credibilidad.
- La Transparencia engloba todos los principios como tal y determina la validez con los datos compilados. Se abordan todas las cuestiones de manera coherente y objetiva, haciendo referencia a la metodología de cuantificación, incluyendo los límites de la organización.
- El mejor escenario para elaborar el proyecto de Huella de Carbono es la participación del proveedor subcontratado (externo) y el colaborador de Gestión Ambiental (interno); debido a que se reducen tiempos, se optimizan recursos y se minimizan costos, obteniendo datos de forma más eficiente y apegadas a la realidad.
- Es esencial darle continuidad a las reuniones de seguimiento, porque se convierten en una herramienta más para alcanzar datos reales y empoderar a las personas, así como al equipo gerencial quienes toman las decisiones para que haya una mejora continua considerando los aspectos evaluados y consensuados en dichas reuniones.

VIII. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar la metodología propuesta para cada unidad de negocio como guía fundamental, para obtener los resultados reales de la Huella de Carbono de todo Cementos Progreso.

Definir acciones en las reuniones dando énfasis en el contacto entre las personas participantes, el que está encargado del tema Huella de Carbono y la empresa como mediador. Sin embargo, la sensibilización es lo primordial, no solo para que la persona se empodere del conocimiento y entregar datos certeros, sino para empezar a tomar medidas de reducción año con año proviniendo de ellos mismos.

Dar seguimiento al sistema de verificación para todas las unidades de negocio (por mínimas que sean las emisiones de GEI), contemplando el establecimiento de distintas medidas, por ejemplo: i) reducción; ii) compensación; y iii) comunicación. Siendo reducción la implementación de tecnologías amigables al ambiente, compensación con el objetivo de neutralizar el impacto que se genera centralizándose en proyectos específicos, y comunicación por medio de la notificación eventual de los resultados para motivar la concientización del medio ambiental en colaboradores y con ello mejorar la imagen de la empresa.

Se recomienda colocar los datos en un formato específico para cada unidad de negocio (observar Anexo 6), en el cual se indique la unidad de negocio, la planta (si aplica), el tipo de GEI a cuantificar, la unidad de medida, el año que se está midiendo y que sea de forma mensual. De esta manera se tiene los datos actualizados mes a mes, para que al momento de ser solicitados, estos se proporcionen en menor tiempo y haya respaldo en la última modificación del documento.

IX. BIBLIOGRAFIA

Aguilar, J., & Gonzáles, F. (2003). El efecto invernadero, el cambio climático, la crisis medioambiental y el futuro de la tierra. 1ª Edición., Real Academia Nacional de Medicina, España. 19-20p.

Asociación Española de Normalización y Certificación -AENOR-. (2010). Verificación voluntaria Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) según ISO 14064. (La red). España. Recuperado el 1 de octubre de 2014. http://www.aenor.es/aenor/certificacion/mambiente/mab_verificacion_gei_14064.asp#.VDGsEUu4ISW

Asociación Española de Normalización y Certificación -AENOR-. (2012a). Gases de efecto invernadero parte 1: Especificaciones y orientaciones, a nivel de la organización para la cuantificación y la declaración de las emisiones y reducciones de gases de efecto invernadero (ISO 14064-1:2006). AENOR, Madrid, España.

Asociación Española de Normalización y Certificación -AENOR-. (2012b). Gases de efecto invernadero parte 3: Especificaciones y orientaciones para la validación y verificación de las declaraciones de gases de efecto invernadero (ISO 14064-3:2006). AENOR, Madrid, España.

Barros, V. (2006). Cambio climático global. 2ª Edición., Libros de Zorzal, Buenos Aires. 50-51p.

Bhatia, P. & Ranganathan, J. (2004) GhG Protocolo: Estándar corporativo de contabilidad y reporte. WBCSD. España.

Cementos Progreso -CEMPRO-. (2014). Procesos de calidad. (La red). Guatemala. Recuperado el 1 de octubre de 2014. <http://www.cempro.com/procesos-de-calidad>

Collahuasi. (2014). Huella de Carbono. (La red). Chile. Recuperado el 2 de octubre 2014. <http://www.collahuasi.cl/espanol2/huella-carbono/index.asp>

Departamento de Gestión Ambiental. (2013). Tabla de factores de emisión para Huella de Carbono Cementos Progreso.

Environmental Protection Agency -EPA-. (2014). Overview of Greenhouse Gases: Global Warming Potential. (La red) United States Environmental Protection Agency. Estados Unidos de América. Recuperado el 1 de octubre de 2014. <http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html>

Green Development. (2012). Cambio climático y huella de carbono: Inventario de gases de efecto invernadero y cuantificación de huella de carbono. Guatemala, 3-11p.

Ihobe. (2012). Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1: 2006 para el desarrollo de inventario de gases efecto invernadero en organización. Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental. España, 34p.

Jiménez, L; Cruz, J; Carballo, A; & Domench, J. (2011). Enfoque metodológicos para el cálculo de la huella de carbono. 1ª Edición., Observatorio de la Sostenibilidad de España. España.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-. (2009). Política nacional de cambio climático. Guatemala: Acuerdo Gubernativo.

Peña, E. & Bent, L. (2007). El Mercado de carbono. (La red). Colombia. Cámara de Comercio Colombia Americana. Recuperado el 1 de octubre de 2014. <http://www.revistaperspectiva.com/archivos/revista/No%2015/bent.pdf>

Rosales, K. (2013). Huella de carbono: Reducción – compensación. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas.

World Business Council for Sustainable Development -WBSCD-. (2011). The cement CO₂ and energy protocol: CO₂ and energy accounting and reporting standard for the cement industry. WBSCD. Estados Unidos de América.

X. ANEXOS

Anexo 1.

Pasos para identificar y calcular emisiones de GEI

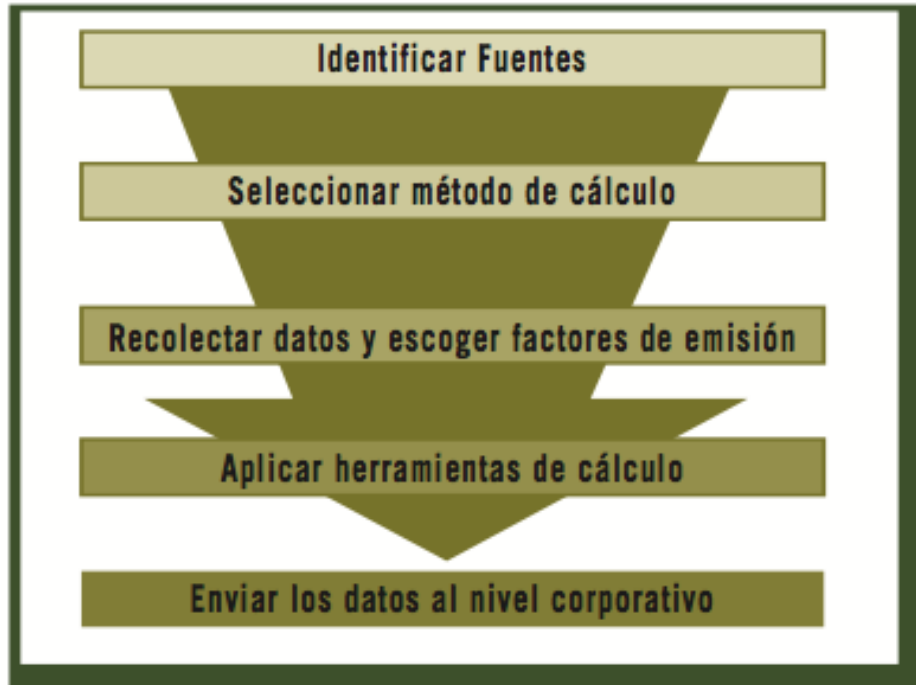


Figura 6. Pasos para identificar y calcular emisiones GEI (Bhati, *et al.*, 2004).

Anexo 2.

COLECTA DE DATOS, INSUMOS Y ACTIVIDADES DE MANEJO
<ul style="list-style-type: none">• Revisión de una muestra de datos para buscar errores de transcripción
<ul style="list-style-type: none">• Identificar modificaciones en las hojas de cálculo que puedan ofrecer controles adicionales de calidad
<ul style="list-style-type: none">• Asegurar que hayan sido implementados los procedimientos adecuados de control para archivos electrónicos
<ul style="list-style-type: none">• Otros
DOCUMENTACIÓN DE DATOS
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las referencias bibliográficas sobre datos se incluyan en las hojas de cálculo
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que se archiven copias de las referencias citadas
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que los supuestos y criterios de selección de límites, años base, métodos, datos de actividad y producción, factores de emisión y otros parámetros estén adecuadamente documentados
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que se documenten todos los cambios en los datos o las metodologías
<ul style="list-style-type: none">• Otros
CÁLCULO DE EMISIONES Y VERIFICACIÓN DE ESTIMACIONES
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las unidades de emisión, los parámetros y los factores de conversión sean etiquetados de manera adecuada
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que las unidades sean etiquetadas de manera correcta y que sean consistentes a lo largo del proceso de cálculo
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que los factores de conversión sean correctos
<ul style="list-style-type: none">• Verificar los pasos del procesamiento de información (como ecuaciones) en las hojas de cálculo
<ul style="list-style-type: none">• Verificar que los datos de ingreso en las hojas de cálculo se distingan apropiadamente de los datos calculados
<ul style="list-style-type: none">• Verificar manual o electrónicamente una muestra representativa de los cálculos realizados
<ul style="list-style-type: none">• Verificar los cálculos con cálculos manuales rápidos y abreviados
<ul style="list-style-type: none">• Verificar la agregación de datos a nivel de categorías de fuentes, unidades de negocio, operaciones, etc.
<ul style="list-style-type: none">• Verificar la consistencia de las series de tiempo y los cálculos
<ul style="list-style-type: none">• Otros

Figura 7. Medidas genéricas de gestión de calidad (Bhati, *et al.*, 2004).

Anexo 3.

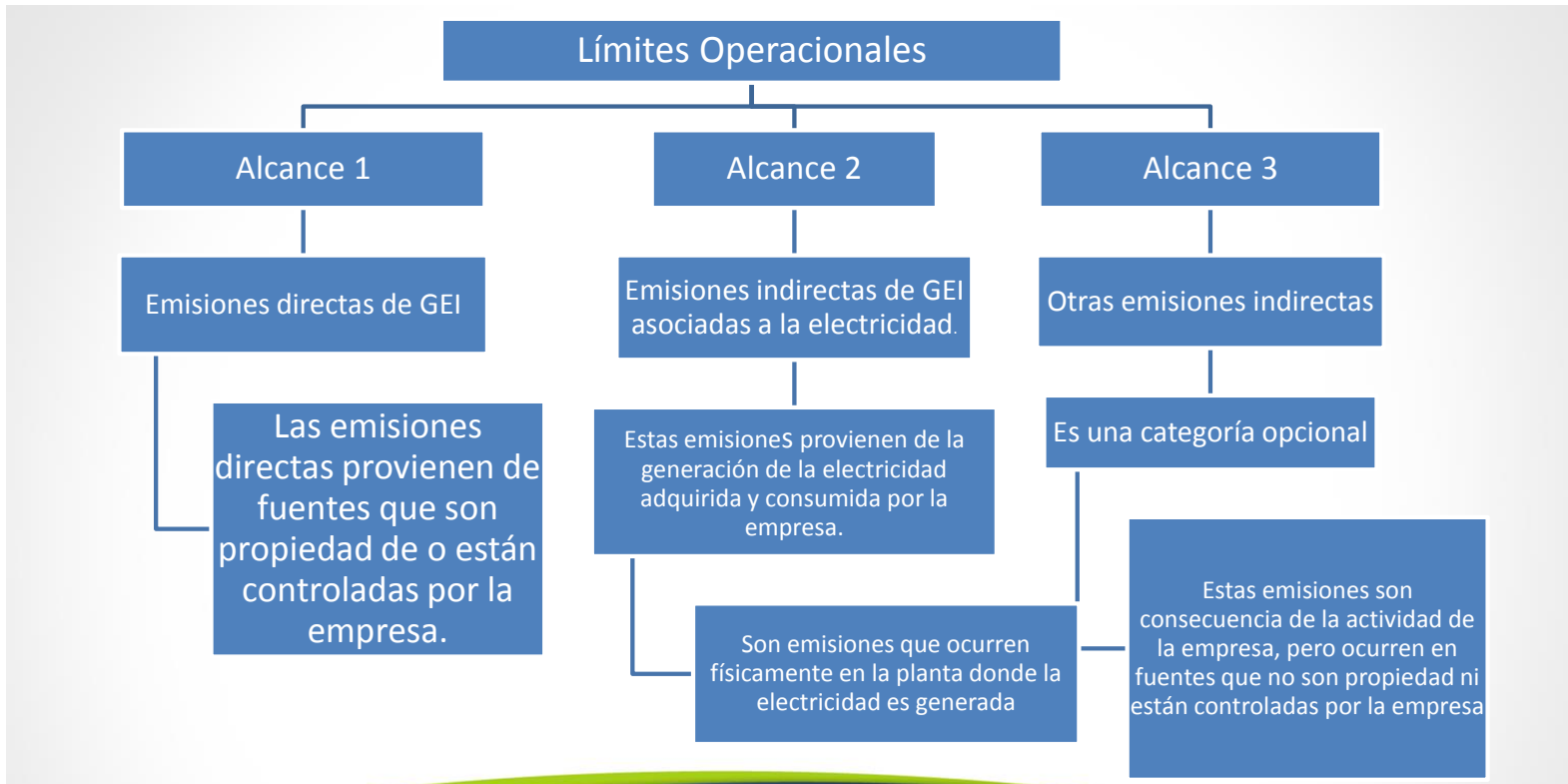


Figura 8. Límites operacionales de los alcances de gases de efecto invernadero (Rosales, 2013).

Anexo 4.

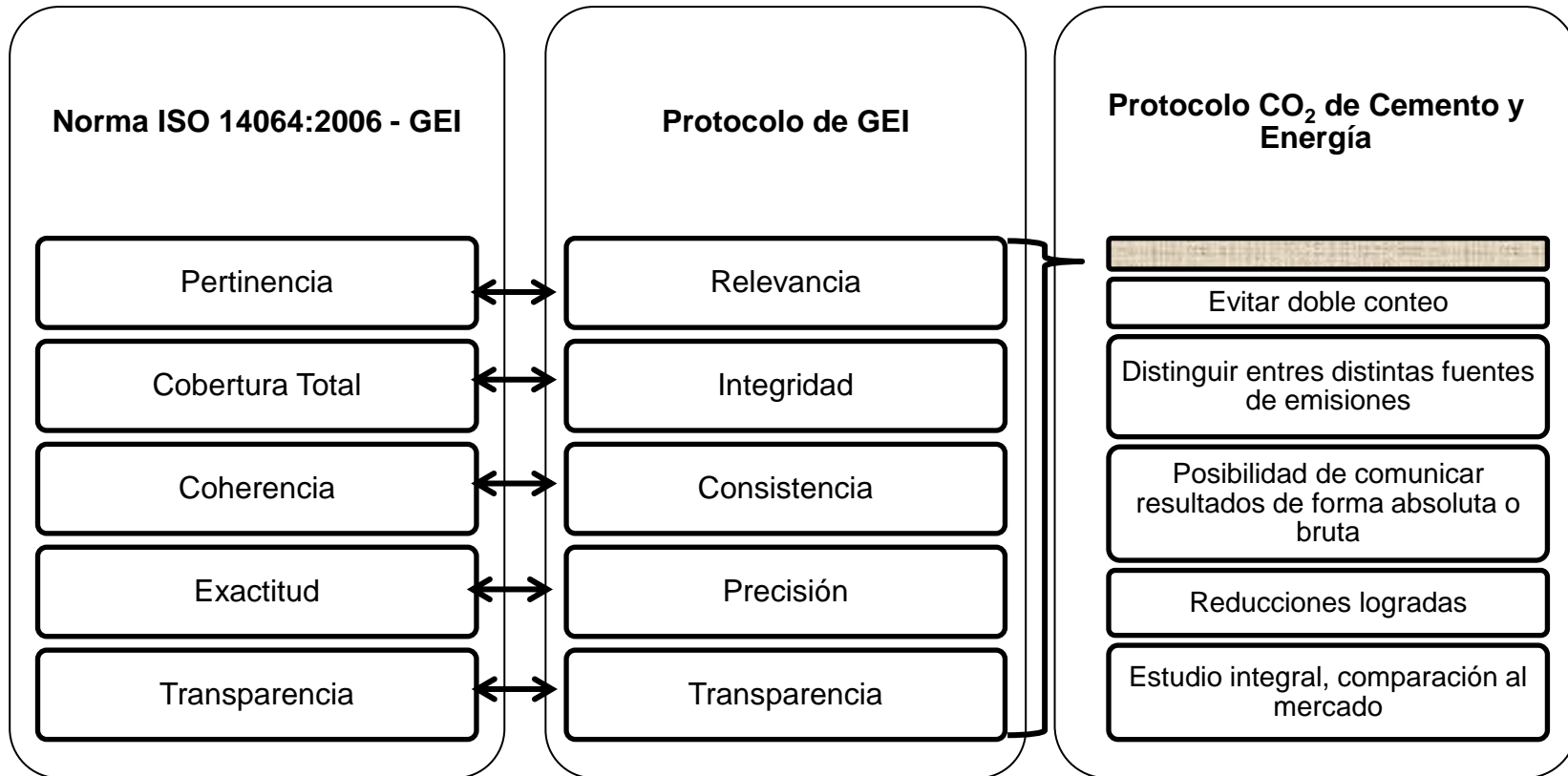


Figura 9. Comparación de los principios entre la Norma ISO 14064 con el Protocolo de GEI y Protocolo CO₂ de Cemento y Energía.

Anexo 5.

Cuadro 10. Inventario de emisión de gases de efecto invernadero de cemento para el período 2013 – 2014⁽³⁾

Inventario de emisiones		
Alcance Primario	2013	2014
Combustión móvil – diésel transporte interno (tonCO ₂ e)	139.87	130.00
Combustión estacionario – diésel generadora (tonCO ₂ e)	90.32	85.50
Combustión estacionaria – coque de petróleo (tonCO ₂ e)	5,362.50	5,200.00
Fugitivas – refrigerante (tonCO ₂ e)	22.75	18.00
Fugitiva – gases 90% argón y 10% metano (tonCO ₂ e)	3.41	0.00
Subtotal	5,618.85	5,433.5
Alcance Secundario		
Energía Eléctrica (tonCO ₂ e)	160.00	159.00
Alcance Terciario		
Combustión móvil – diésel transporte colaboradores (tonCO ₂ e)	69.94	65.00
Total Emisiones (tonCO₂e)	5,848.79	5,657.21
Producción (m ³)	1,830,000	1,900,000

⁽³⁾Debido a la confidencialidad de los datos, para el modelo de la matriz se utilizó datos hipotéticos para ejemplificar el proceso de verificación

Anexo 6.

Cuadro 11.Formato con especificaciones para la recopilación de datos Huella de Carbono en Cementos Progreso.

INFORMACIÓN GENERAL	
Registro Personal	
Nombre:	
Puesto:	
Fecha Última de Modificación:	
Registro de Planta	
Unidad de negocio	
Planta	(puede variar) ^(a)
Año	

Fuente de emisión ^(b)		
Tipo de consumo ^(c)		
Mes	(unidad de medida) ^(d)	Factor de emisión ^(e)
Enero		
Febrero		
Marzo		
Abril		
Mayo		
Junio		
Julio		
Agosto		
Septiembre		
Octubre		
Noviembre		
Diciembre		
Total		

(a) Información que puede variar, ya sea:

✓ Planta

✓ Tipo de transporte

✓ Insumo

(b) **Fuente de Emisión** (Colocar uno de las siguientes opciones):

- ✓ Combustible fija
- ✓ Combustible móvil
- ✓ Electricidad
- ✓ Emisiones de procesos
- ✓ Emisiones fugitivas
- ✓ Otros

(c) **Tipo de Consumo** (Colocar una de las siguientes opciones):

- ✓ Consumo Diésel Móvil
 - Montacargas
 - Maquinaria
 - Vehículos y Equipos
- ✓ Consumo Diésel Estacionario
 - Planta Generadora
- ✓ Consumo Combustible Fósil
- ✓ Clínter
 - Venta
 - Transferencia
- ✓ Flota Propia / Flota Externa
 - Distancia recorrida
 - cemento, cal, y/o coque de petróleo
 - Carga
 - cemento, cal, y/o coque de petróleo
- ✓ Consumo Gasolina Móvil
 - Montacargas
 - Maquinaria
 - Vehículos y Equipos
- ✓ Consumo Gasolina Estacionaria
 - Planta Generadora
- ✓ Consumo Combustible Alterno
- ✓ Producción
- ✓ Gas Propano
- ✓ Refrigerante

(d) **Unidad de Medida** (Colocar una de las siguientes opciones):

- ✓ Galones (gal)
- ✓ Libras (lb)
- ✓ Toneladas (ton)
- ✓ Kilogramos (kg)
- ✓ kWh
- ✓ GJ
- ✓ Kilómetros (km)

(e) **Factor de emisión:**

Guiarse por el Cuadro 2, en revisión de literatura.