



Inventario de Gases de Efecto
Invernadero
Universidad Autónoma de Occidente -
2014



INVENTARIO DE GASES DE EFECTO INVERNADERO AÑO 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE



Envigado, Noviembre 2015

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN QUE REALIZA EL INFORME	5
2.1. HISTORIA	5
2.2. POLÍTICA de sostenibilidad DE LA COMPAÑÍA	6
2.3. ACERCA DEL PRESENTE INFORME	6
2.3.1. USO PREVISTO Y USUARIOS PREVISTOS DEL INFORME	6
2.3.2. FRECUENCIA DEL INFORME	7
2.3.3. PERSONA RESPONSABLE DE ELABORAR EL INFORME	7
2.3.4. SEGUIMIENTO DE EMISIONES A TRAVES DEL TIEMPO	7
2.3.5. PERIODO QUE CUBRE EL INFORME	8
3. CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI	9
3.1. LÍMITES DEL SISTEMA	9
3.1.1. DEFINICIÓN DE LÍMITE: ORGANIZACIONAL U OPERACIONAL	9
3.1.2. LÍMITES OPERATIVOS	10
3.2. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GEI	13
3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GEI	13
3.2.2. SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE CUANTIFICACIÓN	14
3.2.3. SELECCIÓN Y RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE LA ACTIVIDAD	15
3.2.4. SELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE GEI	20
3.2.5. FACTORES DE POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL	23
3.3. CÁLCULO DE EMISIONES GEI	25
3.3.1. RESULTADO CÁLCULO DE INVENTARIO GEI	25
3.3.2. RESUMEN DE RESULTADOS	30
3.3.3. EMISIONES ESPECÍFICAS	33
3.3.4. BENCHMARK	33
4. OPCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES	34
5. OPCIONES DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES	36
6. INCERTIDUMBRES ASOCIADAS AL INVENTARIO GEI	39
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
8. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fuentes de emisión de GEI.....	14
Tabla 2 Fugas teóricas equipos de refrigeración.....	18
Tabla 3. Factores de emisión utilizados para combustibles.....	21
Tabla 4 Factores de emisión para Biocombustibles.....	21
Tabla 5 Factores de emisión pkm para desplazamiento.....	23
Tabla 6. Factores de Potencial de Calentamiento Global. IPCC 2013.....	24
Tabla 7 Cantidad estudiantes y empleados activos en 2014.....	26
Tabla 8. Emisiones directas Universidad Autónoma de Occidente - Alcance 1.....	27
Tabla 9. Emisiones Indirectas por Electricidad Alcance 2 Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	28
Tabla 10 Emisiones Indirectas por consumo de papel. Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	28
Tabla 11 Emisiones por desplazamiento Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	28
Tabla 12. Otras emisiones (No Kioto) Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	29
Tabla 13 Emisiones por Biocombustibles.....	29
Tabla 14. Resumen de emisiones para Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	31
Tabla 15. Benchmark Universidad Autónoma de Occidente.....	33
Tabla 16. Escala de valores para clasificación de Incertidumbre.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites de estudio para el Inventario GEI.....	9
Figura 2. Límites organizacionales en un Inventario GEI.....	10
Figura 3. Límites operacionales en un Inventario GEI.....	11
Figura 4. Límites operacionales en un Inventario GEI. Fuente GHG Protocol. 2011.....	11
Figura 5. Metodología para el cálculo de emisiones GEI.....	13
Figura 6. Fuentes de emisión directa para Universidad Autónoma de Occidente.....	16
Figura 7. Fuentes de consumo de energía - Alcance 2.....	20
Figura 8. Mix de generación eléctrica para Colombia en 2014.....	22
Figura 9. Flujos de Carbono para el Inventario Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	32
Figura 10. Aportes por Alcance en Inventario GEI Universidad Autónoma de Occidente 2014.....	33
Figura 11. Tipos de Incertidumbre asociadas a los Inventarios de GEI.....	40
Figura 12. Incertidumbre calculada para Inventario GEI 2014 Universidad Autónoma de Occidente.....	43

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

1. INTRODUCCIÓN

Para la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente – DAGMA e Icontec la Responsabilidad Social Empresarial y Ambiental, es el marco equilibrado de las relaciones entre las empresas y sus partes interesadas, construido por el conjunto de valores, prácticas y compromisos para agregar valor, generar confianza y contribuir con la sostenibilidad de la sociedad.

Las organizaciones de la ciudad de Cali, comprometidas con el medio ambiente, y la sostenibilidad, con el mejoramiento continuo de sus procesos y actividades, dirigen sus esfuerzos hacia el fortalecimiento de una cultura ambiental responsable, cuyos alcances han superado los límites de la organización; dentro de este marco y de los retos actuales que enfrenta la sociedad, debe construirse un nuevo modelo de gestión social, económico, ambiental y cultural. En este nuevo modelo de gestión, se ha desarrollado el proyecto para cuantificar el aporte a la huella de carbono de 22 empresas de la ciudad de Cali, coordinado por la CVC, DAGMA e ICONTEC; ejecutado por Gaia Servicios Ambientales, dentro del cual se dictaron talleres, se realizaron visitas a cada una de las empresas, y con cada una se desarrolló un cronograma de actividades ajustado a los procesos. Dentro de este estudio, **La Universidad Autónoma de Occidente**, toma la decisión de realizar el Inventario de Gases de Efecto Invernadero de sus instalaciones y operaciones, con el objetivo de definir una estrategia y meta de reducción de emisiones, y un plan para la compensación de aquellas emisiones que no es posible mitigar.

Para el desarrollo del Inventario de Gases Efecto Invernadero de las empresas del estudio, se tomará como referencia lo establecido en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero del WRI y WBCSD1 y la Guía NTC-ISO 14064-1. “Gases de efecto invernadero Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero”. Esta parte de la norma ISO 14064 detalla los principios y requisitos para el diseño, desarrollo y gestión de inventarios de GEI – Gases de Efecto Invernadero - para compañías y organizaciones, y para la presentación de informes sobre estos inventarios.

En este informe, se presenta la descripción de la organización, la definición de las instalaciones, procesos, operaciones y actividades que realiza la organización, la definición de los límites organizacionales y operacionales de acuerdo a lo establecido en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, el periodo de tiempo para el cual se realiza el inventario, y el cálculo de las emisiones GEI asociadas a los procesos y actividades desarrollados por la organización, con base en datos suministrados por esta. Adicionalmente, el detalle del cálculo de las emisiones de GEI, las opciones de mitigación y compensación para la empresa.

¹ WRI. World Resources Institute. WBCSD World Business Council for Sustainable Development.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

2. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN QUE REALIZA EL INFORME

Es una Universidad de utilidad común sin ánimo de lucro fundada en 1970, con influencia en el suroccidente colombiano y el eje cafetero en los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Nariño, Caldas, Risaralda y Quindío.

Cuenta con nueve programas acreditados por alta calidad (CNA); además, tres programas cuentan con certificación internacional y la Vicerrectoría Administrativa y Financiera está certificada con la norma de calidad ISO 9001:2008 por Bureau Veritas Certification.

La Universidad Autónoma de Occidente cuenta con cinco facultades, ocho programas tecnológicos, 21 programas de pregrado, 10 especializaciones y siete maestrías.

La investigación se concibe como una actividad de gran trascendencia social y, por lo tanto, los conocimientos generados a través de estos procesos deben estar fundamentalmente orientados a consolidar el desarrollo económico, social y político de la Comunidad Universitaria, la ciudad, la región y el país.

2.1. HISTORIA

La Universidad Autónoma de Occidente es una universidad privada, fundada por Profesores y Estudiantes en 1969 en la ciudad de Cali. En 1970 obtuvo su personería jurídica. En el año 1999 se terminó la construcción de su nueva sede ubicada en el sector de Valle del Lili, trasladándose a dicho lugar, en el sur de la ciudad. Tiene una segunda sede en el barrio San Fernando, dedicada principalmente a cursos de extensión y diplomados. El 6 de septiembre de 2012 obtuvo su Acreditación institucional de alta calidad por parte del Consejo Nacional de Acreditación del Ministerio de Educación, distinción que tienen vigente 24 instituciones de educación superior de las 294 existentes en el país.

En sus cinco facultades ofrece 22 Programas de Pregrado (2 de ellos en Modalidad Dual), 13 Especializaciones y 8 Maestrías. En la actualidad, la Autónoma de Occidente ofrece 8 programas tecnológicos en sus Centros de Educación Superior que operan en los municipios de Cali, El Cerrito, Candelaria y Tuluá; lugares estratégicos que le permiten fortalecer su presencia a nivel regional.

La Universidad se destaca por su inversión tecnológica y académica, reflejada en trece programas acreditados por alta calidad académica, 1 programa acreditado internacionalmente y 2 con certificación internacional. En investigación, cuenta con 72 Laboratorios y el 75% de su personal docente con título de Doctorados y Maestrías; 28 Grupos de Investigación, todos registrados en Colciencias.

La Autónoma de Occidente actualmente se destaca por su proyecto de Campus Sostenible, el cual integra los esfuerzos realizados desde la academia, la investigación y su proyección social apoyados por una óptima operación del campus en campos

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

como la energía, el agua, residuos, el cambio climático y la cultura ambiental entre otros aspectos importantes.

2.2. POLÍTICA DE SOSTENIBILIDAD DE LA COMPAÑÍA

“.. La Universidad Autónoma de Occidente consciente del cuidado y protección del medio ambiente, asume el compromiso de la conservación y utilización racional en el uso eficiente de los recursos naturales con relación a las actividades administrativas, académicas y de investigación, que le permitan fortalecer su desarrollo sostenible, social y económico a través de los siguientes acuerdos:

- Promover en la comunidad universitaria el desarrollo de una conciencia ambiental
- Cumplir con las disposiciones legales ambientales vigentes y aplicables
- Fomentar un ambiente seguro y saludable
- Reducir, prevenir y mitigar los impactos ambientales en los diferentes subsistemas institucionales
- Implementar buenas prácticas ambientales que conlleven al ahorro, uso continuo y sostenido del agua, la energía y los consumibles así como el efectivo tratamiento y disposición de residuos en los diferentes subsistemas.
- Formular, desarrollar y retroalimentar periódicamente los objetivos, metas y programas ambientales.
- Fomentar entre los proveedores con incidencia ambiental una correcta actuación en este tema
- Realizar el mejoramiento continuo logrando mejores estándares de calidad ambiental
- Desarrollar programas y actividades conducentes a la responsabilidad social de la comunidad, en pro de la conservación y el mejoramiento del ambiente, por medio de la docencia, la investigación y la extensión.

2.3. ACERCA DEL PRESENTE INFORME

El Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero surge como iniciativa a contribuir con la disminución de emisiones que causan el cambio climático, así como monitorear y proponer las acciones necesarias para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones propuesto para la compañía.

2.3.1. USO PREVISTO Y USUARIOS PREVISTOS DEL INFORME

El informe final, donde se presentan las emisiones totales de la organización, y los proyectos de reducción y opciones de compensación frente a las emisiones cuantificadas, será de uso exclusivo de Universidad Autónoma de Occidente, para reportar en sus

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

informes de sostenibilidad anuales, en su página web y para uso como verificación de información en el futuro.

Adicionalmente, como parte del proyecto desarrollado por la CVC, los resultados serán divulgados y publicados por la corporación.

2.3.2. FRECUENCIA DEL INFORME

Este informe se genera con una frecuencia anual, como resultado del cálculo de las emisiones de gases efecto invernadero correspondientes a las actividades y procesos de Universidad Autónoma de Occidente, teniendo en cuenta que deben incluirse las emisiones de nuevas sedes, bienes o actividades, y se deben modificar las emisiones asociadas a aquellas que se optimicen o cambien; también se incluirán las emisiones reducidas por el desarrollo de estrategias de mitigación o compensación.

2.3.3. PERSONA RESPONSABLE DE ELABORAR EL INFORME

La persona encargada de suministrar la información y brindar el apoyo necesario para la realización del informe del Inventario de Gases de Efecto Invernadero **Universidad Autónoma de Occidente** es Carlos Alberto Borrero, Coordinador de Infraestructura Técnica

Para este ejercicio, se contrató a la empresa **Gaia Servicios Ambientales**, la cual cuenta con el entrenamiento del GHG Protocol a nivel internacional y con la certificación de Carbon Trust de Reino Unido.

Gaia Servicios Ambientales S.A.S. es una empresa comprometida con el medio ambiente y el desarrollo sostenible. Su Misión es prestar servicios ambientales con un alto estándar técnico soportado en un grupo interdisciplinario ampliamente capacitado y desarrollar productos que logren un impacto positivo en el medio ambiente. Gaia trabaja en cinco divisiones, división ambiental, división aguas, sostenibilidad, eco-diseño y mercadeo verde.

2.3.4. SEGUIMIENTO DE EMISIONES A TRAVES DEL TIEMPO

En algunas ocasiones las empresas pueden verse en la necesidad de hacer un seguimiento a sus emisiones a lo largo del tiempo, como respuesta a una serie de metas corporativas (Reportes públicos, Establecimiento de objetivos de emisión de GEI, Manejo de riesgos, Aprovechamiento de oportunidades, entre otros)².

² Protocolo de Gases de Efecto Invernadero. Capítulo 5. WRI. World Resources Institute. WBCSD World Business Council for Sustainable Development

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

Las emisiones del año base se refieren a una comparación significativa y consistente de las emisiones a través del tiempo, donde se fija una base de desempeño contra la cual se pueden comparar las emisiones actuales. Las emisiones del año base deben distinguirse del concepto de línea base, término utilizado para el diseño de proyectos de reducción de emisiones capaces de generar “bonos de carbono”. Mientras que el término año base se enfoca en comparar las emisiones a lo largo del tiempo, la línea base es un escenario hipotético de emisiones que hubieran ocurrido en ausencia de un proyecto de reducción de GEI.

Las empresas deben elegir y reportar un año base para el cual exista información confiable de emisiones y justificar la elección de ese año base en particular. Generalmente se selecciona un solo año como base, pero es posible elegir un promedio de emisiones anuales durante varios años.

Para el desarrollo del proyecto del cálculo de la huella de carbono de 22 empresas de la ciudad de Cali, coordinado por la CVC, DAGMA e ICONTEC, se seleccionó como año base el 2014, año inmediatamente anterior, y periodo para el cual todas las empresas vinculadas tenían información verificable y confiable, para el cálculo de los inventarios.

A partir del desarrollo de este proyecto, se espera que las empresas sigan actualizando sus inventarios GEI para los próximos años.

2.3.5. PERIODO QUE CUBRE EL INFORME

Este informe es elaborado con información suministrada por la organización para el año 2014, el cual fue seleccionado como el año base, ya que para la organización, este periodo representa un periodo comparativo significativo, teniendo en cuentas acciones dirigidas y mejoras en la gestión de los GEI proyectadas no sólo para el año 2015, sino a corto y mediano plazo.

3. CUANTIFICACIÓN DE EMISIONES DE GEI

Según la norma ISO 14064-1 y el GHG Protocol, para la cuantificación de las emisiones de Gases Efecto Invernadero de una organización deben definirse los límites del sistema, que están conformados por los límites organizacionales y operacionales, definidos por la misma organización. A continuación se presentan los límites definidos para **Universidad Autónoma de Occidente**, según lo establecido por la norma.

3.1. LÍMITES DEL SISTEMA

Dentro de los límites definidos por la norma ISO14064-1 “Gases de efecto invernadero Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero” y el Protocolo de GEI, se habla de dos límites para el estudio de Inventario de GEI: límites organizacionales y límites operacionales, como se observa en la Figura 1

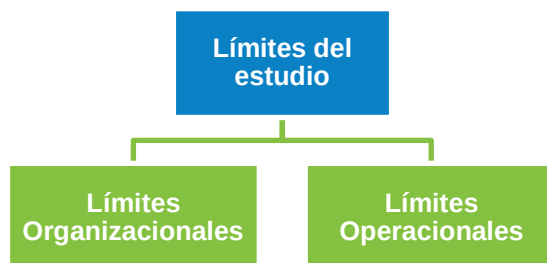


Figura 1. Límites de estudio para el Inventario GEI

3.1.1. DEFINICIÓN DE LÍMITE: ORGANIZACIONAL U OPERACIONAL

Según la norma ISO 14064-1, la instalación donde se realiza el proceso puede estar compuesta de una o más instalaciones. Las emisiones y remociones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) a nivel de instalación se pueden producir a partir de una o más fuentes, sumideros de GEI y las instalaciones.

La organización debe consolidar sus emisiones de GEI a nivel de instalación por medio de uno de los siguientes enfoques de control o cuota de participación. Estos se presentan en la Figura 2

- 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.

- Cuota de participación correspondiente: la organización responde de su parte accionario en las emisiones y/o remociones de GEI de las respectivas instalaciones.

El enfoque utilizado para este estudio está basado en el **Control operacional** en el cual la organización da cuenta del 100% de las emisiones de GEI provenientes de las operaciones en las que tiene control.

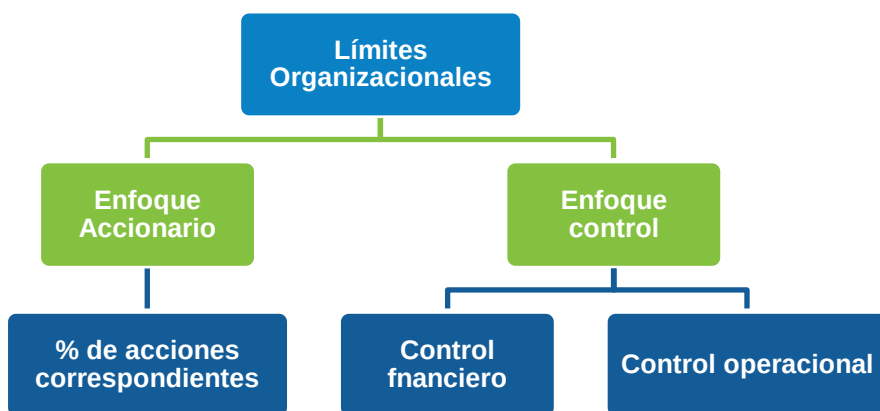


Figura 2. Límites organizacionales en un Inventario GEI.

Los límites organizacionales para el desarrollo del Inventario de Emisiones de Gases Efecto Invernadero de Universidad Autónoma de Occidente, están definidos bajo el enfoque de control operacional, que incluye las instalaciones, procesos y operaciones sobre las cuales la organización tiene control.

La Universidad Autónoma de Occidente cuenta con dos sedes, ubicadas en la ciudad de Cali, en el presente informe se presentan las emisiones asociadas, a la sede ubicada en el Valle del Lili, en la Calle 25 # 115 - 85 Km. 2 Vía Cali – Jamundí.

3.1.2. LÍMITES OPERATIVOS

Para el inventario de emisiones de GEI se debe definir la clasificación de las mismas en emisiones directas (Alcance 1), emisiones indirectas por el consumo de energía eléctrica (Alcance 2) y otras emisiones indirectas (Alcance 3). Estos alcances corresponden a los límites operativos que se presentan en las Figura 3 y Figura 4:

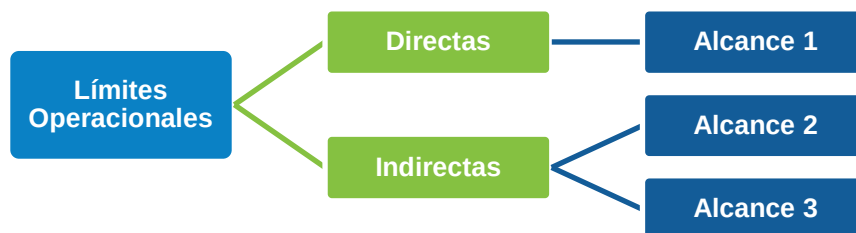


Figura 3. Límites operacionales en un Inventario GEI

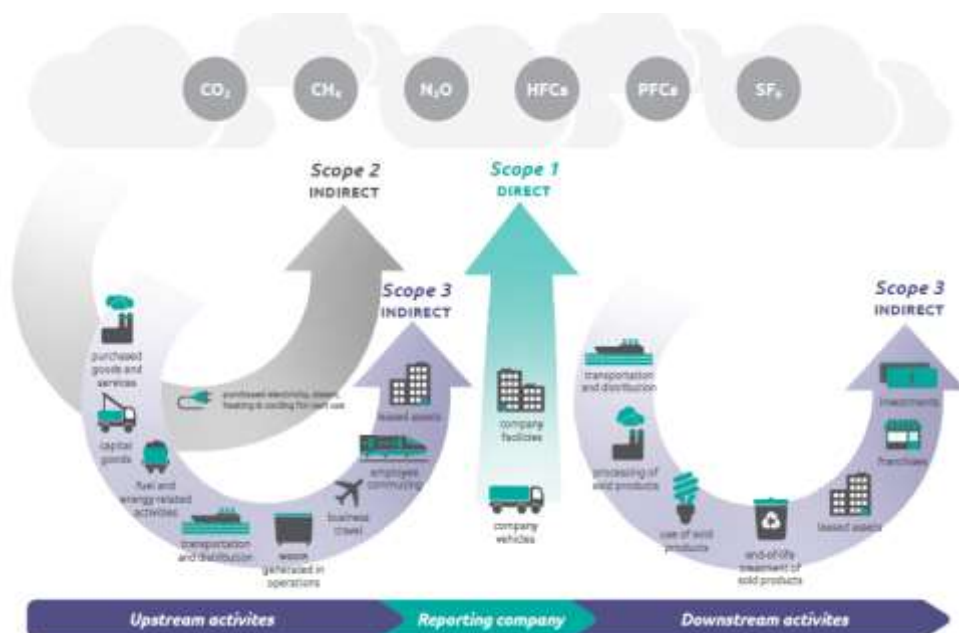


Figura 4. Límites operacionales en un Inventario GEI. Fuente GHG Protocol. 2011.

Los límites operativos definidos para la Universidad Autónoma de Occidente incluyen el alcance 1 de emisiones directas y el alcance 2 de emisiones indirectas por consumo de energía, y las emisiones por consumo de papel, además de un acercamiento al cálculo de las emisiones por transporte de empleados y estudiantes que hacen parte del alcance 3. Las demás categorías del alcance 3 no se contemplan. Algunas de las actividades que no se incluyen debido a que son ejecutadas por un tercero o proveedor, son entre otras:

- Producción y Transporte de materias primas e insumos.
- Producción y transporte de electricidad.
- Producción y transporte de combustibles.
- Emisiones indirectas por otros servicios de acueducto.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

Los alcances evaluados dentro de este inventario (emisiones directas e indirectas por consumo de energía eléctrica) están dados por

Emisiones directas de GEI – Alcance 1

Las emisiones directas de GEI, contempladas en el Alcance 1, definido en el Protocolo de GEI³ como las emisiones que se generan en la organización y que son propiedad o están controladas por la misma corresponden a:

- Consumo de combustibles fósiles en procesos de combustión por fuentes fijas.
- Combustión de fuentes móviles que son propiedad de la empresa: Gasolina vehículos propios
- Emisiones fugitivas que resultan de liberaciones intencionales o no intencionales como fugas en las juntas, sellos o empaques de los equipos; emisiones durante el uso de equipos de aire acondicionado y refrigeración o fugas en extintores, etc.
- Emisiones biogénicas en lombricompostaje

Emisiones indirectas por consumo de electricidad–Alcance 2

Las emisiones indirectas de GEI asociadas a la electricidad, se definen en el Alcance 2 del Protocolo de GEI, como las emisiones de la generación de la electricidad adquirida que es consumida en las operaciones y equipos que son propios o controlados por la organización: para el inventario de GEI de Universidad Autónoma de Occidente, se cuantifican las emisiones por el consumo de energía eléctrica en las instalaciones de la organización. Adicionalmente este alcance contempla otro tipo de emisiones por pérdidas de energía en transmisión y distribución, pero solo aplica para empresas del sector eléctrico⁴ y no se tendrá en cuenta en este caso.

Emisiones indirectas - Alcance 3

Existen otras emisiones asociadas al proceso productivo, que no son controladas por la organización, aquellas relacionadas con las actividades por fuera del proceso productivo y que son suministradas por un tercero. Estas emisiones están clasificadas en el protocolo en dos grupos: Upstream (corriente arriba) y Downstream (corriente abajo); las primeras están relacionadas con todas las emisiones correspondientes a las actividades de extracción de recursos y materias primas necesarias para el proceso de producción, hasta la entrada de la compañía, y las segundas, son las emisiones correspondientes al producto terminado desde que sale de la planta de producción hasta el final de ciclo de vida (disposición final).

Algunas de las actividades y procesos que deben incluirse en este alcance son:

- ✓ Materiales comprados.
- ✓ Maquinaria adquirida en el periodo de evaluación del inventario.
- ✓ Transporte de materias primas y maquinaria.

³ Protocolo GEI

⁴ Protocolo GEI.

- ✓ Residuos generados en las operaciones.
- ✓ Desplazamiento de empleados en vuelos nacionales e internacionales.
- ✓ Desplazamiento de empleados a lugar de trabajo.
- ✓ Distribución de producto terminado que es subcontratado.
- ✓ Transporte subcontratado para operaciones.
- ✓ Transporte subcontratado para desplazamiento de empleados.

Como se mencionó anteriormente estas emisiones no se tendrán en cuenta en el presente inventario, pero es interesante para la empresa calcularlas en futuros proyectos ya que da cuenta de las emisiones de GEI en toda la cadena productiva desde la extracción de materiales hasta el fin de vida de producto, teniendo un enfoque de ciclo de vida.

3.2. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LAS EMISIONES DE GEI

Para la cuantificación de las emisiones de GEI se tienen en cuenta las siguientes fases:

- Identificación de fuentes de GEI.
- Selección de la metodología de cuantificación.
- Selección y recopilación de datos de la actividad de GEI.
- Selección o desarrollo de los factores de emisión.
- Cálculo de las emisiones de GEI.

En la Figura 5 se presenta un esquema de la metodología para el cálculo del inventario GEI



Figura 5. Metodología para el cálculo de emisiones GEI

3.2.1. IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE GEI

Al definir los límites de la organización, se debe tener muy claro las instalaciones. Una organización puede estar compuesta por una o más instalaciones y las emisiones de GEI a nivel de instalación se pueden producir a partir de una o más fuentes de GEI.

Según la norma ISO 14064-1, “la organización debe consolidar sus emisiones de GEI a nivel de instalación por medio enfoque de control o de cuota de participación”.

Una instalación se refiere la representación de una infraestructura dentro de la organización, que puede ser un solo edificio o varias sedes que conforman la empresa como un todo.

Una fuente de emisión, es aquella actividad, equipo o proceso dentro de la organización que genera gases efecto invernadero.

En la Tabla 1 se presenta el listado de las fuentes de emisión identificadas para las instalaciones de Universidad Autónoma de Occidente.

Tabla 1. Fuentes de emisión de GEI

Alcance	Actividad
Alcance 1	Consumo gasolina Tractor –Motos- equipo de jardinería
	Consumo gasolina Vehículos
	Consumo Diésel planta de emergencia
	Consumo Gas Natural planta de emergencia
	Emisiones biogénicas lombricompostaje
	Fugas refrigerantes Chiller
	Fugas extintores CO2- Solkaflam
Alcance 2	Consumo de energía eléctrica en instalaciones y operaciones de planta y oficinas
Alcance 3	Consumo de papel

3.2.2. SELECCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE CUANTIFICACIÓN

La medición de emisiones mediante el monitoreo de concentración y flujo no es algo común. A menudo, las emisiones pueden calcularse con base en un balance de masa o fundamento estequiométrico específico para una planta o proceso. Sin embargo, la aproximación más común para calcular las emisiones de GEI es mediante la aplicación de factores de emisión documentados.

Estos factores son cocientes calculados que relacionan emisiones de GEI a una medida de actividad en una fuente de emisión⁵.

⁵ Tomado del GHG Protocol. Capítulo 6 Identificación y cálculo de emisiones GEI.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

Para la cuantificación de las emisiones se utilizaron los datos de consumo de combustibles de la empresa, información que en la mayoría de las empresas es registrada en SAP, registros de facturación y registros de cada una de las áreas de la organización.

Se utilizarán para los Combustibles Fósiles los factores de emisión recomendados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía.

Para el caso de la electricidad, se utilizará el factor de emisión calculado a partir de los datos publicados por XM Expertos para el año de cálculo, de acuerdo con la mezcla de tecnologías usadas en el país para la generación eléctrica y teniendo en cuenta la eficiencia de transmisión y distribución de energía en el Sistema Interconectado Nacional.

Para otras actividades y procesos, relacionados con otros tipos de fuentes de emisión, se calculará el factor de emisión correspondiente, teniendo en cuenta la información disponible sobre los equipos y procesos asociados.

3.2.3. SELECCIÓN Y RECOPIACIÓN DE LOS DATOS DE LA ACTIVIDAD

Los datos que se utilizaron para el cálculo de los consumos y demás valores por actividad corresponden a los registros de compras y pagos almacenados en el departamento de contabilidad, ventas, mantenimiento y producción y a los reportes realizados por los líderes de las actividades analizadas en este inventario.

Emisiones directas: Alcance 1

En el Alcance 1 se cuenta con diferentes fuentes de emisión como se presenta en la Figura 6.

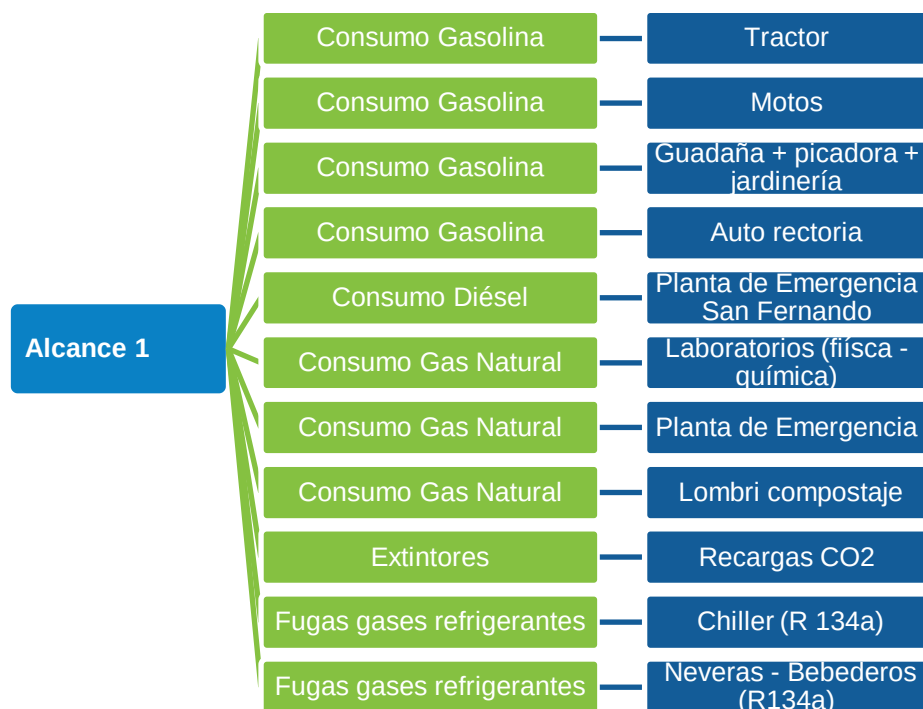


Figura 6. Fuentes de emisión directa para Universidad Autónoma de Occidente

A continuación se detalla cómo se realiza la recopilación de la información:

Fugas por extintores

Las emisiones por fugas en extintores se cuantifican de acuerdo al inventario total de extintores que tiene la compañía y se consideran fugas por la totalidad del contenido ya que estos se recargan anualmente.

Para el inventario de emisiones GEI, se utilizan únicamente los gases en extintores de CO₂ y Solkaflam 123, ya que estos gases son los que tienen potencial de calentamiento global de acuerdo con la metodología.

Para la recolección de información de estas fugas, se realiza un inventario de la cantidad de extintores que hay en la empresa, y se clasifican por tipo de gas, seleccionando los dos que aplican para el inventario GEI; dentro de este inventario también se registra la capacidad de cada uno de los extintores, con el fin de determinar la cantidad de libras o kilogramos de cada tipo de estos gases, finalmente este dato permite convertir la totalidad de gases en kilogramos o toneladas de CO₂equivalente utilizando los factores de conversión de cada uno.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

Consumo de combustibles

El consumo de combustibles fósiles se cuantifica a partir de los registros entregados por la empresa según las compras de combustibles para los vehículos y procesos de la empresa. Los combustibles fósiles empleados por la empresa son gasolina y diésel, la combustión de estos genera principalmente dióxido de carbono, sin embargo, también se cuantifican emisiones de metano y óxido nitroso según los potenciales de calentamiento global recomendados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), y de CO₂equivalente determinados por el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC).

Fugas de refrigerantes

Las emisiones por fugas de refrigerantes se estiman de acuerdo a porcentajes de fugas anuales reportados por el IPCC según tipo de equipo y carga de gas refrigerante. Se calculan las emisiones según el potencial de calentamiento global de cada tipo de refrigerante determinados por el “Green house Gas Protocol”. En la Tabla 2 se presentan los diferentes equipos y las fugas anuales.

Tabla 2 Fugas teóricas equipos de refrigeración
Default Assumptions from IPCC Good Practice Guidelines*

Application	Lifetime (years)	Charge (kg)	Emission Factors (% of initial charge/yr)		
			Assembly	Annual Leakage Rate	Recycling Efficiency
Domestic Refrigeration	12 - 15	0.05 - 0.5	0.2 - 1 %	0.1 - 0.5 %	70% of remainder
Stand-Alone Commercial Applications	8 - 12	0.2 - 6	0.5 - 3 %	1 - 10 %	70 - 80% of the remainder
Medium and Large Commercial refrigeration	7 - 10	50 - 2000	0.5 - 3 %	10 - 30 %	80 - 90% of remainder
Transport Refrigeration	6 - 9	3 - 8	0.2 - 1 %	15 - 50 %	70 - 80% of remainder
Industrial Refrigeration including Food Processing and Cold Storage	10 - 20	10 - 10000	0.5 - 3 %	7 - 25 %	80 - 90% of remainder
Chillers	10 - 30	10 - 2000	0.2 - 1 %	2 - 15 %	80 - 95% of remainder
Residential and Commercial A/C, including Heat Pumps	10 - 15	0.5 - 100	0.2 - 1 %	1 - 5 %	70 - 80% of remainder
Mobile Air Conditioners	12	Not provided	0.5 %	10 - 20 %	0%
* These values are from IPCC Good Practice Guidelines and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (2000). These default values are provided for reference purposes only as their wide range can result in highly variable calculation outcomes. If a value is chosen from within the range, that value should be used consistently from reporting period to reporting period or year to year. They should only be used if entity-specific data are not available, but an inventory that uses these values should be considered preliminary.					

Emisiones biogénicas

Las emisiones biogénicas asociadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – PTAR, se calculan con base en la metodología planteada por la EPA en 2010 para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero con la ayuda de la información sobre la caracterización anual de aguas residuales en cada sistema de tratamiento.

En la Figura 7 se presenta la ecuación de la estimación de las emisiones de metano y dióxido de carbono por tratamiento de aguas residuales y lodos, utilizada para la cuantificación de las emisiones biogénicas de la empresa.

3.2.1 Estimating CH₄ and CO₂ Emissions from Wastewater and Sludge Treatment Units

Aerobic wastewater treatment systems produce primarily CO₂, whereas anaerobic systems produce a mixture of CH₄ and CO₂. Equations 3-1 and 3-2 provide a general means of estimating the CO₂ and CH₄ emissions directly from any type of wastewater treatment process assuming all organic carbon removed from the wastewater is converted to either CO₂, CH₄, or new biomass.

$$CO_2 = 10^{-6} \times Q_{ww} \times OD \times Eff_{OD} \times CF_{CO_2} \times [(1 - MCF_{ww} \times BG_{CH_4})(1 - \lambda)] \quad (3-1)$$

$$CH_4 = 10^{-6} \times Q_{ww} \times OD \times Eff_{OD} \times CF_{CH_4} \times [(MCF_{ww} \times BG_{CH_4})(1 - \lambda)] \quad (3-2)$$

where:

CO_2 = CO₂ emission rate (Mg CO₂/hr)

CH_4 = CH₄ emission rate (Mg CH₄/hr)

10^{-6} = Units conversion factor (Mg/g)

Q_{ww} = Wastewater influent flow rate (m³/hr)

OD = Oxygen demand of influent wastewater to the biological treatment unit determined as either BOD₅ or COD (mg/L = g/m³)

Eff_{OD} = Oxygen demand removal efficiency of the biological treatment unit

CF_{CO_2} = Conversion factor for maximum CO₂ generation per unit of oxygen demand
= 44/32 = 1.375 g CO₂/ g oxygen demand

CF_{CH_4} = Conversion factor for maximum CH₄ generation per unit of oxygen demand
= 16/32 = 0.5 g CH₄/ g oxygen demand

MCF_{ww} = methane correction factor for wastewater treatment unit, indicating the fraction of the influent oxygen demand that is converted anaerobically in the wastewater treatment unit (see Table 3-1)

BG_{CH_4} = Fraction of carbon as CH₄ in generated biogas (default is 0.65)

λ = Biomass yield (g C converted to biomass/g C consumed in the wastewater treatment process).

Figura 7. Ecuación para cálculo de emisiones biogénicas

Emisiones indirectas: Alcance 2

En el Alcance 2 se registran las emisiones indirectas asociadas a la generación de electricidad, teniendo en cuenta el mix energético colombiano. Los consumos de electricidad para la organización se dan en las instalaciones de la organización.

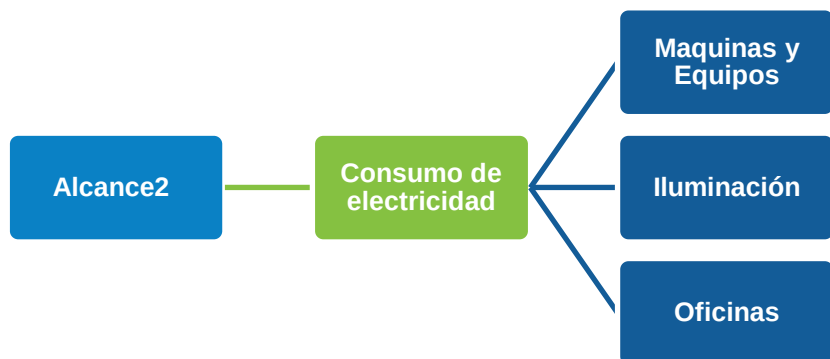


Figura 8. Fuentes de consumo de energía - Alcance 2

Otras emisiones indirectas – Alcance 3

Como se mencionó previamente, para este inventario se incluyó información sobre emisiones de consumo de papel de la universidad.



Figura 9. Fuentes de emisión – Alcance 3

Consumo de papel

Para el consumo de papel, se solicitó la cantidad de resmas de papel consumidas durante el año de evaluación, y esta cantidad fue convertida en kilogramos de papel consumido, teniendo en cuenta las dimensiones y peso de las hojas.

3.2.4. SELECCIÓN DE LOS FACTORES DE EMISIÓN DE GEI

Para el cálculo del presente inventario de GEI se tuvieron en cuenta los factores de emisión para los combustibles colombianos publicados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el factor de emisión de electricidad calculado con base en la información del mercado energético colombiano publicado por XM Expertos y además factores de emisión de la base de datos Ecoinvent contenidas en el software Umberto for Carbon Footprint, del cual Gaia cuenta con licencia.

Factores de Emisión para Combustibles

La Unidad de Planeación Minero Energética UPME, es la encargada de realizar la planeación del desarrollo sostenible de los sectores de Minas y Energía de Colombia, para la formulación de las políticas de Estado y la toma de decisiones en beneficio del país, mediante el procesamiento y el análisis de información.

En su portal web, se incluye el Sistema de Información Minero Energético Colombiano (SIMEC), el que a su vez presenta el módulo Sistema de Información Ambiental Minero Energético (SIAME). El SIAME, calcula los factores de emisión para combustibles en Colombia, los cuales se encuentran en la Tabla 3 y en la Tabla 4 los factores de emisión para biocombustibles, para Colombia se tiene establecida una mezcla de 8 % de biocombustibles para ACPM y gasolina .

Tabla 3. Factores de emisión utilizados para combustibles

Indicador	Unidades	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Poder Calorífico	Densidad
ACPM Diésel	Kg/TJ	73.920	10	0,6	42,37	0,84
Gasolina	Kg/TJ	74.570	10	0,6	42,44	0,74
Gas Natural	Kg/TJ	55.101	5	0,1	33,8	
Carbón	Kg/TJ	97.257	10	1,5	25,2	
GLP⁶	Kg/TJ	63.100	1	0,1	47,3	0,54

Fuente: FECOC - UPME - GHG

Tabla 4 Factores de emisión para Biocombustibles

Indicador	Unidades	CO ₂	CH ₄ [1]	N ₂ O	Poder Calorífico	Densidad
Bioetanol	Kg/TJ	70.800	10	0,60	27,00	0,74
Biodiésel	Kg/TJ	70.800	10	0,60	27,00	0,84

Fuente: FECOC – UPME – GHG Protocol

Factor de emisión para electricidad

La generación de electricidad para Colombia está determinada por un mix eléctrico distribuido entre generadores hidroeléctricos, térmicos y pequeños generadores y cogeneradores; cada uno de estos componentes aporta un porcentaje al mix eléctrico, que varía anualmente dependiendo de las condiciones climáticas, de la disponibilidad de combustibles fósiles, entre otros factores.

⁶ Datos tomados de la EPA

Al calcular el factor de emisión asociado al uso de un kWh_{eléctrico} en Colombia, debe tenerse en cuenta que la electricidad del sistema interconectado ha sido producida por una mezcla entre hidroeléctrica y térmica a carbón, gas o combustible líquido. Para el 2014 el mix eléctrico colombiano estuvo distribuido de la siguiente forma:

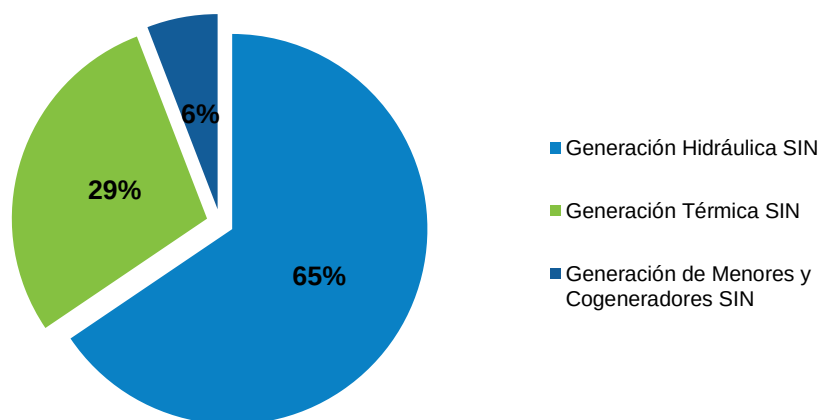


Figura 10. Mix de generación eléctrica para Colombia en 2014

Según los cálculos para Colombia, teniendo en cuenta los factores de emisión para cada combustible y su aporte según los datos de XM Expertos⁷ del consumo de combustible y generación eléctrica en el país se construye el factor de emisión.

A partir de los diferentes estudios realizados por XM Expertos, se ha podido observar que hay una relación directa entre las emisiones de Dióxido de Carbono por cada kWh y el porcentaje de generación térmica total del Sistema Interconectado Nacional. Para el 2014 el factor de emisión para la generación del mix de electricidad en Colombia fue de **200 gCO_{2eq}/kWh⁸**.

Factor de emisión para consumo de papel (Alcance 3)

Para el cálculo de las emisiones de GEI para el pape, se debe conocer la huella de carbono. Para el caso del presente estudio, los fabricantes no facilitan el dato de la huella de carbono, pues en muchos casos aún no lo han calculado. Para esto se utilizan bases de datos internacionales. En los cálculos del presente estudio se utiliza la base de datos de Ecoinvent 2.2. contenida en el software Umberto for carbon footprint.

⁷XM Expertos es la empresa que se encarga del manejo del mercado energético en Colombia

⁸ Emisiones de Dióxido de Carbono de las plantas de generación despachadas centralmente en Colombia durante el 2014. XM Expertos. 2015

Factor de emisión por desplazamiento (Alcance 3)

Las emisiones de los desplazamientos de los empleados y estudiantes pueden surgir de:

- Viajes en automóvil
- Viajes en autobús
- Viajes en avión
- Otros medios de transporte (por ejemplo, metro, bicicleta, caminar, cable aéreo)

Los factores de emisión para cada modo de transporte (generalmente expresada en unidades de gas de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O o CO₂e) emitida por pasajero kilometro pkm recorridos)

En la Tabla 5 se presentan los factores en pkm para los diferentes medios de transporte usados en la ciudad de Cali, estos se calculan mediante estudios de movilidad y tomados de la base datos de Ecoinvent 2.2. contenida en el software Umberto for carbon footprint.

Tabla 5 Factores de emisión pkm para desplazamiento

Tipo de transporte	Factores en pkm	Porcentaje (alta movilidad Estudian o trabajan)
MIO	0,08	34%
Moto	0,045	23%
Carro	0,121	15%
Bus tradicional	0,158	10%
Taxi	0,153	3%
A Pie		6%
Bicicleta		7%

3.2.5. FACTORES DE POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL

Con el objetivo de cuantificar los diferentes Gases de Efecto Invernadero y llevarlos a un equivalente en términos de CO₂ equivalente, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático-IPCC publicó en 2013 un listado con los potenciales de calentamiento global para los diferentes GEI.

Para efectos de este estándar, los GEI son los siete gases listados en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); óxido nitroso (N₂O); hidrofluorocarbonos (HFCs); perfluorocarbonos (PFCs); hexafluoruro de azufre (SF₆); y trifluoruro de nitrógeno (NF₃).

“En adición a los siete gases del Protocolo de Kioto, las empresas pueden proveer datos de emisiones para otros GEI (como los gases del Protocolo de Montreal), para dar

contexto a los cambios en niveles de emisión de los gases del Protocolo de Kioto. Información sobre emisiones de GEI distintos a los del Protocolo de Kioto puede ser reportada separadamente de los alcances en un reporte público de GEI.”⁹

En la Tabla 6 se resumen los factores de Potencial de Calentamiento Global. IPCC 2013.

Tabla 6. Factores de Potencial de Calentamiento Global. IPCC 2013¹⁰.

Nombre común industrial	Fórmula química	Potencial de Calentamiento Global para 100 años	
Dióxido de carbono	CO ₂	1	Alcance 1
Metano	CH ₄	28	Alcance 1
Óxido Nitroso	N ₂ O	265	Alcance 1
Hidrofluorocarbonos HFC			
HFC-134 a	CH ₂ FCF ₃	1.300	Alcance 1
HFC-32	CH ₂ F ₂	677	Alcance 1
HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3.170	Alcance 1
HFC-143 a	CH ₃ CF ₃	4.800	Alcance 1
R-507a	calculado	3.985	Alcance 1
R-410 a	calculado	1.923,5	Alcance 1
R-404 a	calculado	3.942,8	Alcance 1
R-422d	calculado	2.473,306	Alcance 1
R-407C	calculado	1.624,21	Alcance 1
Sustancias controladas por Protocolo de Montreal			
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10.200	Reporte aparte
CFC-115	CClF ₂ CF ₃	7.670	
HCFC-22	CHClF ₂	1.760	
R-502	calculado	4.715	
R-409 a	calculado	1.484,75	
R-141 B	HCFC-141b	782	
R-413 a	calculado	1.945,12	

Para el caso de refrigerantes que son mezcla de otros se debe asignar su potencial de calentamiento global con base en la composición de este, facilitada por los proveedores de los refrigerantes y de sus fichas técnicas, y entonces son datos calculados para cada uno:

- R407C (Meforex M-95) es la mezcla de tres gases que sustituye al HCFC-22 y es una mezcla ternaria no azeotrópica compuesta de HFC32 (23%), HFC125 (25%) y HFC134a (52%)
- El R507 es una mezcla azeotrópica compuesta por HFC-125 y HFC-143a en porcentajes iguales.

⁹ GHG Protocol. Capítulo 4. Determinación de los límites operacionales. Contabilizando y reportando de acuerdo a los alcances, página 30.

¹⁰IPCC. 2013. Table 8A.1 (IPCC 2013, Table 8A1) Lifetimes, Radiative Efficiencies and metric values.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

- El R410a es una mezcla azeotrópica compuesta por HFC-125 y HFC-32 a en porcentajes iguales.
- El R404a es una mezcla azeotrópica compuesta por HFC-134 a (4%), HFC-125 (44%), HFC143a (52%)
- El R502 es una mezcla azeotrópica compuesta por R-22 y R-115 a en porcentajes iguales.
- El R409a es una mezcla azeotrópica compuesta por R-22 (60%) y R-142b (15%) y R-124 (25%).
- El R413a es una mezcla ternaria no azeotrópica, compuesta por R134a (88%), R218 (9%), R600a (3%)

3.3. CÁLCULO DE EMISIONES GEI

Utilizando la información recolectada en la empresa y los factores de emisión presentados, se realizaron los cálculos para determinar el inventario de GEI de la Universidad Autónoma de Occidente, se presentan los resultados del inventario y un análisis de estos.

A continuación se detalla el modelo de cálculo de emisiones de GEI para la organización en el año 2014, para cada alcance propuesto. Adicionalmente se presentan los flujos de carbono asociados al Inventario de Gases de Efecto Invernadero para las actividades realizadas.

3.3.1. RESULTADO CÁLCULO DE INVENTARIO GEI

A partir del taller de identificación de límites y fuentes de emisión, realizado en la ciudad de Cali en instalaciones de ICONTEC y con apoyo de profesionales de Universidad Autónoma de Occidente, se recolectó la información para cada una de los procesos y actividades identificados en compañía.

Con la información clasificada, se aplicaron los modelos de cálculo y se obtuvo el resultado de las emisiones directas e indirectas de la organización. Las emisiones se calculan aplicando los factores de emisión para cada uno de los datos de los procesos evaluados.

Las emisiones de GEI para Alcance 1 y 2 de Universidad Autónoma de Occidente suman **913,53** tonCO_{2e} para el año 2014.

Adicionalmente se calcularon las emisiones por consumo de papel (emisiones de alcance 3), con un total de **11,51** tonCO_{2e} para el año 2014.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

Se realiza un estimado de las emisiones por desplazamiento de empleados y estudiantes teniendo como base estudios de movilidad para establecer el tipo de transporte empleado y km recorridos en la Tabla 7 se presenta el número de empleados y estudiantes activos durante 2014

Tabla 7 Cantidad estudiantes y empleados activos en 2014

Tipo	Cantidad
Estudiantes	9491
Docentes y colaboradores	1420

Emisiones directas Alcance 1

El cálculo de las emisiones directas se presenta en Tabla 8.

Logo empresa	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	 
--------------	---	---

Tabla 8. Emisiones directas Universidad Autónoma de Occidente - Alcance 1

Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	tonCO ₂ /año	tonCH ₄ e/año	tonN ₂ O/año	ton HFC/año	ton PFC/año	ton SF ₆ /año	ton NF ₃ /año	tonCO ₂ e/año	Aporte
Consumo Gasolina – Tractor	57,74	Gal	0,47089	6,31E-05	3,79E-06					0,47	0,45%
Consumo Gasolina – motos	14,1	Gal	0,11532	1,55E-05	9,28E-07					0,12	0,11%
Consumo Gasolina - Guadaña + picadora + jardinería	40,61	Gal	0,33	4,44E-05	2,66E-06					0,33	0,32%
Consumo Gasolina -Auto rectoría	1.374,52	Gal	11,21	1,50E-03	9,02E-05					11,28	10,83%
Consumo Diésel - Planta de Emergencia San Fernando	110	Gal	1,01	1,37E-04	8,24E-06					1,02	0,98%
Consumo Gas Natural - Laboratorios (física - química)	41,00	m3	0,08	6,93E-06	1,39E-07					0,08	0,07%
Consumo Gas Natural - Planta de Emergencia	9.526	m3	17,74	1,61E-03	3,22E-05					17,79	17,09%
Emisiones biogénicas - Lombrí compostaje	10,21	kg		4,08E-02	3,06E-03					1,95	1,88%
Extintores - Recargas CO ₂	31,75	kg	0,03							0,032	0,03%
Fugas gases refrigerantes Chiller (R 134a)	54,43	kg				0,05				70,76	67,96%
Fugas gases refrigerantes neveras - bebederos (R134a)	0,22	kg				0,0002				0,29	0,28%
Total			30,99	4,42E-02	3,20E-03	5,47E-02	-	-	-	104,13	100,00%

El mayor aporte a las emisiones directas en la compañía se da por el uso de gases refrigerantes R134A en el Chiller el cual representa un 67,96 % del total de emisiones en el alcance 1. Otras fuentes de emisión importantes son Consumo de gas Natural en la planta de emergencia y consumo de gasolina en automóvil de la rectoría con un 17,09 % y 10,83% de aporte a las emisiones respectivamente.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	  
---	---	---

Emisiones indirectas Alcance 2

El cálculo de las emisiones indirectas por consumo electricidad se presenta en la Tabla 9.

Tabla 9. Emisiones Indirectas por Electricidad Alcance 2 Universidad Autónoma de Occidente 2014.

Consumos	Cantidad	Unidad	tonCO2/año	Aporte
Consumo electricidad instalaciones Valle de Lili	3.981.962	kWh	796,39	98,39%
Consumo electricidad instalaciones San Fernando	65.044	kWh	13,01	1,61%
Total	4.047.006		809,40	

Emisiones indirectas consumo de papel (alcance 3)

El cálculo de las emisiones indirectas por consumo de papel se presenta en la Tabla 10

Tabla 10 Emisiones Indirectas por consumo de papel. Universidad Autónoma de Occidente 2014

Consumos	Cantidad	Unidad	tonCO2/año	Aporte
Consumo de papel oficio	871	kg	1,13	9,77%
Consumo de papel carta	8.041	kg	10,39	90,23%
Total	8.911		11,51	

Factor de emisión papel	1,292	kgCO2/kg
--------------------------------	-------	----------

Estimados emisiones indirectas desplazamiento de empleados y estudiantes (alcance 3)

De acuerdo a la actividad de la Universidad Autónoma de Occidente las emisiones indirectas asociadas al desplazamiento de empleados y estudiantes presentan gran importancia debido al volumen de su población, se realiza un estimado de las emisiones de acuerdo a los hábitos de transportes reportados para la ciudad de Cali. El cálculo de las emisiones indirectas por desplazamiento se presenta en la Tabla 11

Tabla 11 Emisiones por desplazamiento Universidad Autónoma de Occidente 2014

Actividad	Cantidad	Unidad	tonCO2e/año	Aporte
Desplazamiento en -Bus		pkm	1662,52	32,41%

ira
ns
po

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	 CORPORACIÓN VECES CONSEJO VECES	 AUTORIDAD AMBIENTAL DE SANTIAGO DE CALÍ	 icontec Internacional
---	---	---	---	---

		10.474.560,00			
	Desplazamiento en -Carro	15.711.840,00	pkm	1901,13	37,06%
	Desplazamiento en - Taxi	3.142.368,00	pkm	482,27	9,40%
	Desplazamiento en -Moto	24.091.488,00	pkm	1084,12	21,13%
	Desplazamiento en MIO	35.613.504,00	pkm	2849,08	55,54%
	Total			5.130,0	

Otras Emisiones

Las emisiones de gases no contemplados en el protocolo de Kioto se reportan de forma independiente al inventario y no se incluyen en el reporte del inventario anual.

Tal es el caso de las fugas por gases refrigerantes R-22 usados en los equipos de aires acondicionados y refrigeración ubicados en las instalaciones de la compañía.

El R-22 está incluido en el protocolo de Montreal y sus emisiones se reportan en la Tabla 12 convertidas a toneladas de dióxido de carbono equivalente.

Tabla 12. Otras emisiones (No Kioto) Universidad Autónoma de Occidente 2014

Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	tonCO ₂ /año	tonCH ₄ e/año	tonN ₂ O/año	ton HFC/año	ton PFC/año	ton SF ₆ /año	ton NF ₃ /año	tonCO ₂ e/año	Aporte
Fugas gases refrigerantes Chiller (R141b)	27,22	kg				0,03				21,283	98%
Fugas gases refrigerantes neveras (R12)	0,04	kg				3,60E-05				0,367	2%
Total						0,03				21,65	

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las emisiones por uso de biocombustibles, en Colombia se tiene una mezcla de bioetanol o biodiésel del 8 % según sea el caso Gasolina o Diésel respectivamente

Tabla 13 Emisiones por Biocombustibles

Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	tonCO ₂ /año	tonCH ₄ e/año	tonN ₂ O/año	ton HFC/año	ton PFC/año	ton SF ₆ /año	ton NF ₃ /año	tonCO ₂ e/año	Aporte
-------------------	----------	--------	-------------------------	--------------------------	-------------------------	-------------	-------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	  
---	---	---

						ño	ño	ño	ño		
Consumo Gasolina - Tractor	57,74	Gal	0,02	3,49E-06	2,10E-07					0,02	3,42 %
Consumo Gasolina - sin especificar	14,1	Gal	0,01	8,56E-07	5,13E-08					0,01	0,84 %
Consumo Gasolina - Guadaña + picadora + jardinería	40,61	Gal	0,02	2,46E-06	1,47E-07					0,02	2,68 %
Consumo Gasolina - Automóvil Rectoría	1.375	Gal	0,67	8,32E-05	4,99E-06					0,67	92,6 0%
Consumo Diésel - Planta de Emergencia San Fernando	110	Gal	0,05	7,55E-06	4,53E-07					0,05	7,40 %
Total			0,77	9,75E-05	5,85E-06	-				0,73	

3.3.2. RESUMEN DE RESULTADOS

En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos para el inventario de gases de efecto invernadero de Universidad Autónoma de Occidente en el año 2014.

Tabla 14. Resumen de emisiones para Universidad Autónoma de Occidente 2014

Alcance	Fuente de Emisión	Cantidad	Unidad	tonCO2e/año	Aporte
Alcance 1	Consumo Gasolina - Tractor	57,74	Gal	0,47	0,1%
	Consumo Gasolina - motos	14,14	Gal	0,12	0,0%
	Consumo Gasolina - Guadaña + picadora + jardinería	40,61	Gal	0,33	0,0%
	Consumo Gasolina -Auto rectoría	1.374,52	Gal	11,28	1,2%
	Consumo Diesel - Planta de Emergencia San Fernando	110,00	Gal	1,02	0,1%
	Consumo Gas Natural - Laboratorios (física -química)	41,00	m3	0,08	0,0%
	Consumo Gas Natural - Planta de Emergencia	9.526,00	m3	17,79	1,9%
	Emisiones biogénicas - Lombri compostaje	10.208,00	kg	1,95	0,2%
	Extintores - Recargas CO2	31,75	kg	0,03	0,0%
	Fugas gases refrigerantes Chiller (R 134a)	54,43	kg	70,7616	7,6%
	Fugas gases refrigerantes neveras -bebederos (R134a)	0,22	kg	0,289	0,03%
Total Alcance 1				104,13	
Alcance 2	Consumo electricidad instalaciones Valle de Lili	3.981.962	kWh	796,39	86,1%
	Consumo electricidad instalaciones San Fernando	65.044	kWh	13,01	1,4%
Total Alcance 2				809,40	
Total emisiones A1+A2				913,53	
Emisiones por consumo de papel	Consumo de papel oficio	870,91	kg	1,13	0,1%
	Consumo de papel carta	8.040,55	kg	10,39	1,1%
Total Alcance 3 (consumo papel)				11,51	
Total Alcance 1+Alcance 2+Alcance 3				925,04	

En la Tabla 11 se presentó el estimado de emisiones por desplazamiento, estas suman 5.130 tonCO₂eq, lo cual representa el 85 % de las emisiones totales de La universidad Autónoma de Occidente.

Las fuentes de emisión fueron modeladas con el software Umberto for Carbon Footprint 1.2. En la Figura 11 se muestran los flujos de carbono y su aporte proporcional al inventario del 2014 mediante diagrama sankey.

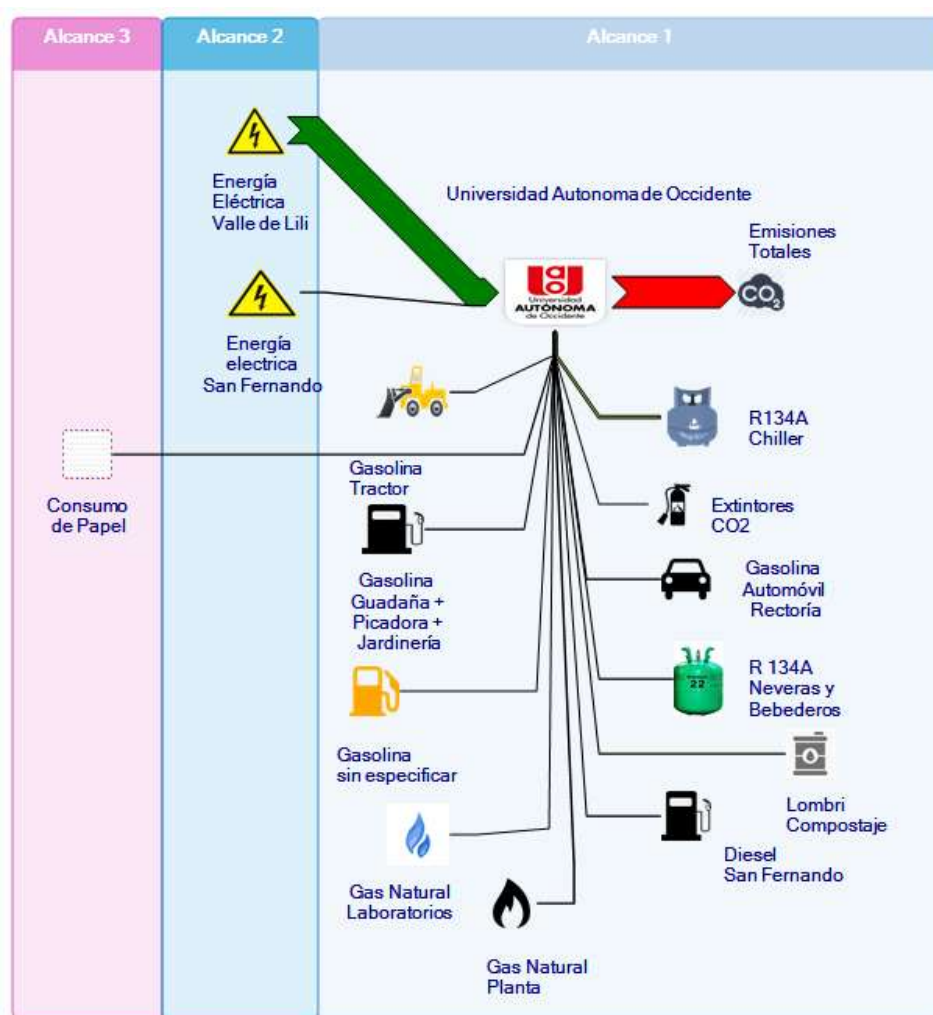


Figura 11. Flujos de Carbono para el Inventario Universidad Autónoma de Occidente 2014

EMISIONES TOTALES ALCANCE 1-2

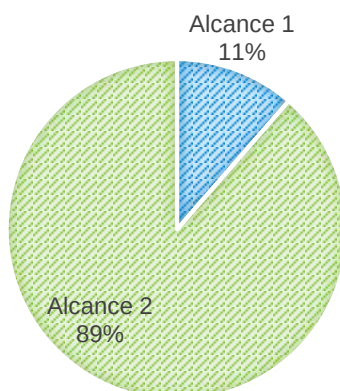


Figura 12. Aportes por Alcance en Inventario GEI Universidad Autónoma de Occidente 2014

En la Figura 12 se presenta el aporte para cada Alcance, siendo las emisiones indirectas es decir alcance 2 el 89 % de las emisiones totales.

3.3.3. EMISIONES ESPECÍFICAS

En la Tabla 15 se muestran las emisiones específicas para La Universidad Autónoma de Occidente, estas determinan las emisiones de CO₂eq en gramos que genera cada estudiante para 2014

Tabla 15 Emisiones Específicas Universidad Autónoma de Occidente 2014

Estudiantes matriculados 2014	Emisiones (TonCO ₂)	kg CO ₂ e/Estudiante
9.491,00	925,04	97,46

3.3.4. BENCHMARK

Con el fin de ubicar las emisiones de La Universidad Autónoma de Occidente dentro del sector, se compara su desempeño con otras empresas similares dedicadas al mismo tipo de actividad

En la Tabla 16 se reportan los valores de la huella de carbono para Universidad de Nottingham, y Universidad Católica de Oriente en Kg de CO₂ equivalente por estudiante

Tabla 16. Benchmark Universidad Autónoma de Occidente

Empresa	Cantidad	Unidad
Universidad de Nottingham,	730,8	KgCO ₂ e/estudiante
Universidad Católica de	33,57	KgCO ₂ e/estudiante

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
--	---	---

Orente		
--------	--	--

Los valores entre las diferentes universidades no son comparables, esto debido a la ubicación geográfica de estas y la dinámica que cada una tiene, para la Universidad de Nottingham el campus universitario se convierte en el lugar de vivienda de los estudiantes por lo que las emisiones no son sólo por la operación de la universidad (dar clases, actividades en laboratorios etc) sino también por las actividades residenciales además estar situada en una región con diferentes estaciones (otoño-invierno-verano y primavera) lo que la lleva a utilizar combustibles en calefacción y refrigerantes en aires acondicionados.

En comparación con la Universidad Católica de Oriente, ubicada en el municipio de Rionegro, no se tienen aires acondicionados y esto puede explicar la diferencia.

4. OPCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES

A partir de la identificación de las fuentes de emisión y del porcentaje de emisión de los procesos y actividades evaluados, es posible determinar estrategias y objetivos de mitigación y compensación para la organización.

“Fijar objetivos es algo rutinario en las prácticas empresariales. Permite que ciertos asuntos se mantengan en el escenario de atención de los ejecutivos de alto nivel, y se relacionen de manera funcional con decisiones técnicas y de producción. Es razonable suponer que, después del desarrollo de un inventario de emisiones, el siguiente paso es establecer objetivos o metas de reducción”¹¹

Un objetivo de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero se establece por las siguientes razones:

- Minimizar y gestionar los riesgos asociados a los Gases de Efecto Invernadero
- Reducción de costos y accesos a la innovación.
- Preparación para futuras regulaciones
- Demostrar liderazgo y responsabilidad corporativa
- Participación en programas voluntarios

Según el mismo GHG Protocol, “Fijar un objetivo de GEI implica elegir entre varias estrategias posibles para definir y lograr una reducción de GEI. Estas decisiones deben basarse en el contexto general de las políticas corporativas, en los objetivos de la empresa y en discusiones objetivas entre las partes involucradas.”

Los diez pasos a seguir en la determinación de un Objetivo de GEI son:

1. Obtener el compromiso de los altos ejecutivos de la empresa
2. Elegir el tipo de objetivo

¹¹GHG Protocol. Determinación de un objetivo de emisiones. Página 84.

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
---	---	---

3. Elegir el límite del objetivo
4. Fijar el año base del objetivo
5. Definir la fecha para el cumplimiento del objetivo
6. Definir la extensión para el periodo del compromiso
7. Decidir sobre la utilización de compensaciones o créditos
8. Establecer una política de doble contabilidad
9. Definir el nivel del objetivo
10. Dar seguimiento y reportar el progreso

Actualmente, la Universidad Autónoma de Occidente ha empezado a ejecutar algunos proyectos dentro de la organización, con el fin de reducir consumos energéticos. Algunas de las iniciativas implementadas son:

- Sistema Solar Fotovoltaico de la Universidad Autónoma de Occidente, con esto están evitando 36 Ton CO₂e al no consumir energía de la red
- Manejo de lodos de aguas residuales y residuos orgánicos del campus en lombricompostaje para el uso en actividades de jardinería evitando el uso de fertilizantes.
- Gestión y eficiencia energética actualmente reducen 5 %
 - Variadores de velocidad
- Cambio de luminarias a leed (en algunas áreas auditorios, oficinas)

Adicionalmente, la Universidad Autónoma de Occidente está evaluando algunos proyectos a ser implementados en el corto plazo, con el mismo objetivo de aumento de eficiencia y reducción de emisiones. La opción evaluada es:

- Ampliación del sistema solar fotovoltaico

Teniendo en cuenta que el porcentaje más alto de emisiones de la organización está en el consumo de energía eléctrica, los objetivos de reducción deben enfocarse también aumentar la eficiencia energética de los equipos. Algunas de las opciones son:

- Cambio de equipos de cómputo con menor consumo de energía
- Apagar cuando no esté en uso (Luces, equipos electrónicos).
- Evitar utilizar equipos en modo stand-by o emplear regletas de conexión con interruptor para evitar que cargadores u otros dispositivos que se dejen enchufados consuman energía.
- Desconectar los equipos informáticos cuando no estén en uso

Adicionalmente se puede realizar una auditoria energética con el fin de determinar en cuales equipos de la empresa se encuentran los mayores consumos de energía y evaluar el cambio de estos o la implementación de medidas para el aumento de la eficiencia de los actuales

5. OPCIONES DE COMPENSACIÓN DE EMISIONES

5.1 COMPRA DE BONOS DE CARBONO – COMPENSACIÓN VOLUNTARIA

La compensación voluntaria de emisiones, es la compra voluntaria de una cantidad de bonos de carbono proporcional a las toneladas de CO₂ emitidas por una organización.

Esta compra se realiza a un proyecto que: puede captar cierta cantidad de emisiones a través de un proyecto de sumidero de carbono por reforestación o, que evita una cantidad de emisiones por medio de un proyecto de ahorro o eficiencia energética, deforestación evitada, sustitución de combustibles, entre otros.

Los mercados voluntarios de carbono, son creados por organizaciones públicas y privadas que toman conciencia de su responsabilidad en el cambio climático y voluntariamente desean participar.

Los VER (Verified Emission Reductions) son reducciones de emisiones para mercados voluntarios que resultan por la ejecución de proyectos que se desarrollan por fuera del Protocolo de Kioto.

A continuación se presentan algunos de los Sellos de Carbono existentes:¹²

- Verified Carbon Units (VCUs): Siguen al VCS (Estándar de Carbono Verificado), estándar de alta calidad creado por el grupo de Cambio Climático, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) y la Organización de Comercio de Emisiones. Los créditos generados bajo el VCS son basados en el IPCC o en metodologías de la Reserva de acción climática que garantizan adicionalidad a los proyectos.
- Gold Standard (GS VERs): Al igual que los VCU, aseguran la reducción de GEI de acuerdo a las reglas de la CMNUCC. Por otra parte, se reconocen aspectos sociales, ecológicos y económicos, garantizando que se cumplan criterios adicionales que traigan beneficios a las comunidades locales más allá de reducir emisiones.
- Climate, Community & Biodiversity Alliance (CCBA): Actualmente es el más alto estándar de calidad para proyectos forestales. Además de evaluar factores de mitigación de carbono como la conservación de la biodiversidad, se examinan otros factores tales como el recurso hídrico y el impacto sobre las comunidades.

Otra forma de compensación es reforestar directamente desde la organización para compensar las emisiones que se están emitiendo en el desarrollo de sus procesos

5.2 Proyectos compensación Icontec

¹² Adaptado de South Pole Carbon Asset Management: http://www.southpolecarbon.com/marketing/SouthPole_Offsetting.pdf

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
--	---	---

En Colombia Icontec ha verificado varios proyectos forestales a continuación se describen algunos de ellos para que la empresa tenga en cuenta para una futura compensación

5.2.1 Proyecto Forestal de la Cuenca del Río Chinchiná –PROCUENCA–

PROCUENCA- es una iniciativa de la Alcaldía de Manizales, promovido y financiado por el INFIMANIZALES y administrado por Aguas de Manizales S.A. E.S.P. Fue formulado en el año 2001 y soporta sus actividades mediante un documento de proyecto en el que se contempla la cofinanciación de actividades forestales y captura de CO₂ como una alternativa promisorio, a través de MDL/obligatorio- y compensaciones ambientales/voluntarias.

Esta certificación es la primera en Colombia para proyectos forestales que expide el Icontec. Mediante ella, Procuenca puede ofrecer bonos de carbono originados en áreas reforestadas (357,8 hectáreas), los cuales no aplicaron al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) de Naciones Unidas, por diversas razones normativas.

- Tipo de Proyecto: Plantaciones Forestales y Sistemas Silvopastoriles
- Cantidad de Compensaciones Disponibles al Momento de la Certificación: 128.767 tCO₂e para 30 años
- Cantidad de Compensaciones Asignadas a la Fecha:
- Fecha de Aprobación: 2012/10/17
- Fecha de Vencimiento: 2018/06/01
- Estado de la Certificación: vigente. El proyecto fue re certificado en auditoría terminada en junio de 2015.

5.2.2 Proyecto “Incorporación de la biodiversidad en el sector cafetero en Colombia”

El proyecto, certificado por ICONTEC, se desarrolló con el apoyo del Global Environmental Facility del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD y del Fondo Mundial para la protección del Medio Ambiente, entre otros actores y tiene como objetivo crear un entorno para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad en paisajes productivos de café, que contribuya al sustento de las poblaciones locales y a los beneficios ambientales globales.

- Tipo de Proyecto: Enriquecimiento de bosques naturales, Corredores biológicos y de conservación, cercas vivas, sistemas agroforestales, huertos leñeros y sistemas silvopastoriles
- Cantidad de Compensaciones Disponibles al Momento de la Certificación: 52.150tCO₂e para 30 años
- Cantidad de Compensaciones Asignadas a la Fecha: 50.684
- Fecha de Aprobación: 2012/05/25
- Fecha de Vencimiento: 2015/05/24
- Estado de la Certificación: vigente

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
--	---	---

5.2.3 Bonos de Carbono “Cooperación Verde”

Cooperación Verde es una empresa de Reforestación Comercial y Agroindustrial a gran escala situada en los Llanos Orientales que usa tecnología de punta en su desarrollo productivo.

- Tipo de Proyecto: Cercas Vivas y Plantaciones Forestales
- Cantidad de Compensaciones Disponibles al Momento de la Certificación: (Ton CO₂) Para el Tiempo Base Establecido: 336.202 tCO₂e
- Fecha de Aprobación: 2012/06/29
- Fecha de Vencimiento: 2015/06/28
- Estado de la Certificación: primera auditoría de seguimiento.

5.2.4 Gestión Ambiental Estratégica

Gestión Ambiental Estratégica es una empresa consultora colombiana experta en el diseño e implementación de estrategias que optimizan la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad a través de propuestas innovadoras en el sector público y privado.

Co2nciencia es la unidad de negocios de Gestión Ambiental Estratégica dedicada al Mercado de Carbono que presta servicios de asesoría para la compensación de huella de carbono en los diferentes sectores de la economía. Ofrece una variedad de servicios orientados a atender la creciente necesidad de informar y gestionar, de manera voluntaria u obligatoria, las emisiones de gases de efecto invernadero que generan las actividades y los procesos industriales y productivos. Somos expertos en medio ambiente y garantizamos un mercado real, seguro y permanente en cada una de las transacciones.

5.2.5 PROYECTO FORESTAL CO2CERO

- Nombre del Proyecto: PROYECTO FORESTAL CO2CERO
- Representante Legal de Proyecto: Ecologic S.A.S
- Ubicación del Proyecto: Vereda Santa Helena y parte de las veredas Rubiales y Puerto Triunfo entre los ríos Planas y río Tillavá al sur de Puerto Gaitán, zona campo petrolero Campo Rubiales y Campo Quifa, en el departamento del Meta.
- Tipo de Actividad Desarrollada Según el Protocolo de Compensación: Manejo Sostenible de Bosques y Plantaciones Forestales
- Fecha del otorgamiento del certificado: 2014-05-21
- Fecha del último seguimiento: 2017-05-20
- Estado de la certificación: Vigente¹³

¹³ <http://icontec.org/index.php/es/proyectos>

6. INCERTIDUMBRES ASOCIADAS AL INVENTARIO GEI

Las Incertidumbres relacionadas con los inventarios de Gases de Efecto Invernadero pueden ser clasificadas en incertidumbre científica y la incertidumbre por estimación. La incertidumbre científica se plantea cuando la ciencia de las emisiones reales no son suficientemente comprendidas. Por ejemplo, muchos de los factores de las emisiones directas e indirectas asociadas con potencial de calentamiento global porque los valores que se utilizan para combinar las estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero distintos implican incertidumbre científica.

La incertidumbre por estimación surge en cualquier momento en que las emisiones de GEI se han cuantificado. Esta puede ser clasificada en dos tipos: la incertidumbre del modelo y la incertidumbre de los parámetros.

La incertidumbre del modelo se refiere a la incertidumbre asociada con las ecuaciones matemáticas (es decir, modelos) que se utilizan para caracterizar las relaciones entre diversos parámetros y procesos de emisión. Por ejemplo, la incertidumbre del modelo puede surgir debido al uso de un modelo matemático incorrecto o parámetros inadecuados (es decir, las entradas) en el modelo.

La incertidumbre de los parámetros se refiere a la incertidumbre asociada a la cuantificación de los parámetros utilizados como insumos (por ejemplo, los datos de actividad, factores de emisión u otros parámetros) para los modelos de estimación. La Incertidumbre de los parámetros puede ser evaluada mediante un análisis estadístico, las determinaciones de precisión de equipos de medición y la opinión de los expertos.

El GHG Protocol cuenta con una herramienta para cálculo de la incertidumbre de GEI la cual se ha diseñado para estadística agregada (es decir, al azar) esta incertidumbre se calcula suponiendo una distribución normal de las variables relevantes. En el presente reporte se utiliza esta herramienta.

Herramienta del GHG Protocol para estimación de incertidumbres

La incertidumbre de la medición se suele presentar como un margen de incertidumbre, es decir, un intervalo expresado en +/- por ciento del valor medio reportado (por ejemplo, 100 toneladas + / - 5%).

Una vez que la información suficiente sobre los rangos de incertidumbre de los parámetros ha sido recolectada y una empresa desea combinar la información de la incertidumbre de los parámetros mediante un enfoque totalmente cuantitativo, esto se realiza por medio de técnicas matemáticas.

- Método de propagación del error de primer orden (método de Gauss).
- Los métodos basados en una Simulación Monte Carlo.

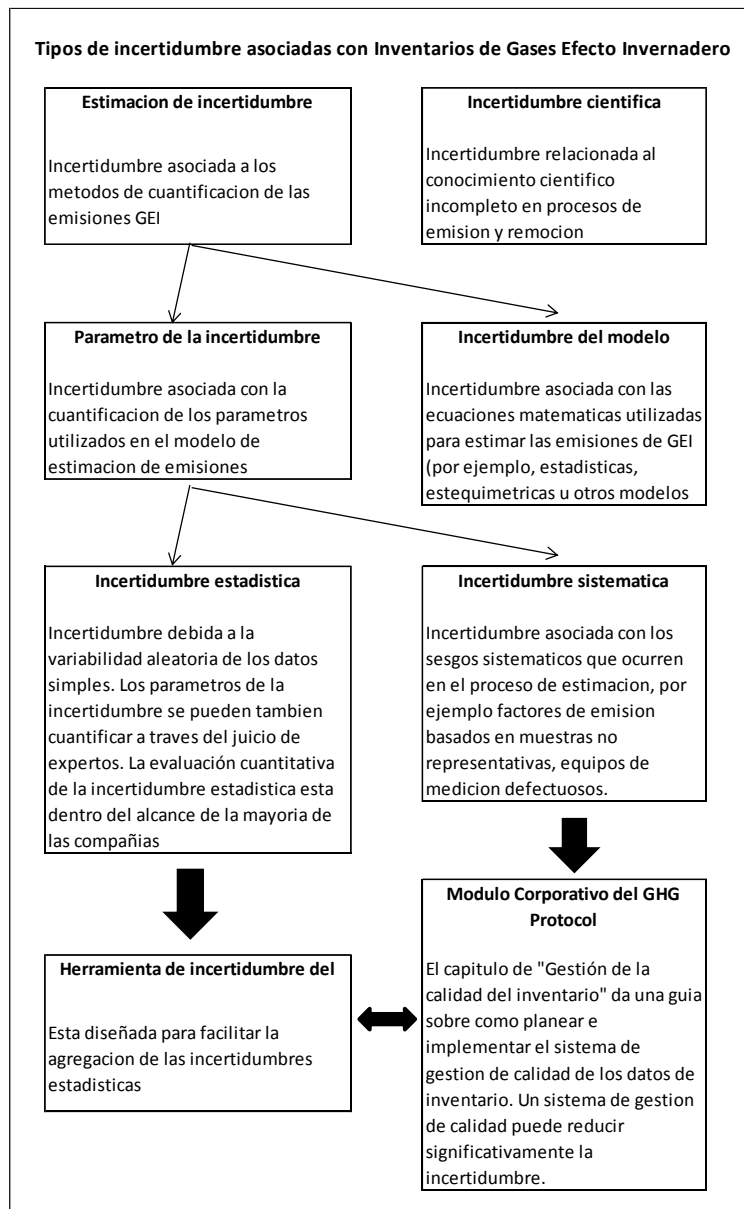


Figura 13. Tipos de Incertidumbre asociadas a los Inventarios de GEI

La herramienta de cálculo de la incertidumbre del GHG Protocol usa el método de propagación del error de primer orden. Sin embargo, este método debe aplicarse únicamente si se cumplen las siguientes hipótesis:

- Los errores en cada parámetro debe ser una distribución normal (es decir, de Gauss),
- No debe haber sesgos en la función de perito (es decir, que el valor estimado es el valor medio)
- Los parámetros estimados deben ser no correlacionados (es decir, todos los parámetros son totalmente independientes).

- Las incertidumbres individuales de cada parámetro debe ser inferiores al 60% de la media.

El uso de la herramienta se realiza siguiendo cinco pasos:

- Preparación de los datos para el análisis
- Cuantificación de las incertidumbres identificadas
- Combinación de incertidumbres
- Calculo agregado de incertidumbres
- Documentación e interpretación de hallazgos del análisis incertidumbres

Paso 1. Preparación de los datos para el análisis

Como en cualquier evaluación de la incertidumbre, debe quedar claro que

- lo que se estima (por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero) y
- ¿cuáles son las probables causas de las incertidumbres identificadas y cuantificadas?

Las emisiones de gases de efecto invernadero se pueden medir de forma directa o indirecta. El enfoque indirecto generalmente implica el uso de un modelo de estimación (por ejemplo, datos de actividad y un factor de emisión), mientras que el enfoque directo requiere que las emisiones a la atmósfera se midan directamente por alguna forma de instrumentación (monitor, por ejemplo, las emisiones continuas). En el caso de este estudio se tiene un **enfoque indirecto para el cálculo de las emisiones**.

Paso 2. Cuantificación de las incertidumbres identificadas

La Incertidumbre estadística en el contexto de los inventarios de gases de efecto invernadero se presenta generalmente al dar un margen de incertidumbre que se expresa en un porcentaje del valor medio esperado de la emisión.

Las Incertidumbres de los parámetros también se pueden estimar mediante el uso de métodos estadísticos para calcular el intervalo de confianza para un parámetro de los intervalos de muestreo, las variaciones entre las muestras y la calibración del instrumento.

Paso 3. Combinación de incertidumbres para mediciones indirectas.

En el caso de la medición indirecta de las incertidumbres relacionadas con los datos de actividad, y el factor de emisión. Hay varias maneras de cuantificar el rango de incertidumbre en los siguientes parámetros:

1. Ejecutar las pruebas estadísticas de uno o varias muestras de datos.
2. Determinar la precisión del instrumento de cualquier equipo de medición utilizado, especialmente para los datos de actividad.
3. Consultas con expertos dentro de la empresa para dar una estimación del rango de incertidumbre de los datos utilizados.
4. El uso de tercera mano, los rangos de incertidumbre (por ejemplo, el IPCC, los datos proporcionados en la segunda hoja de la herramienta de la incertidumbre). Este enfoque es menos útil, ya que no es específica para los datos generados por los informes de la compañía.

La incertidumbre se ve agravada por la multiplicación, así la estimación resultante de las emisiones será menos cierto que su componente menos cierto (esta frase se llama el principio de incertidumbre compuesto).

Por ejemplo, una empresa puede compilar un total de ciertos kilovatios-hora (kWh) de su factura de electricidad, sin embargo, el mejor factor de emisión disponible de CO₂/kWh puede ser un promedio anual de la red nacional, lo que mal puede reflejar la temporada y las fluctuaciones de combustible por hora en la generación de la mezcla correspondiente al perfil de carga de la empresa. La medición de kWh tiene "alta" certeza, pero el factor de CO₂ podría ser fácilmente de un 20%.

Paso 4. Combinación de subtotales y totales de una única fuente

Si la incertidumbre de los parámetros de una única fuente en un inventario ha sido evaluado, las empresas pueden determinar estimaciones de la incertidumbre para los subtotales y totales, utilizando un enfoque de promedio ponderado. La incertidumbre aditiva se puede estimar usando un método de cálculo

Paso 5. Documentación e interpretación del análisis de incertidumbre.

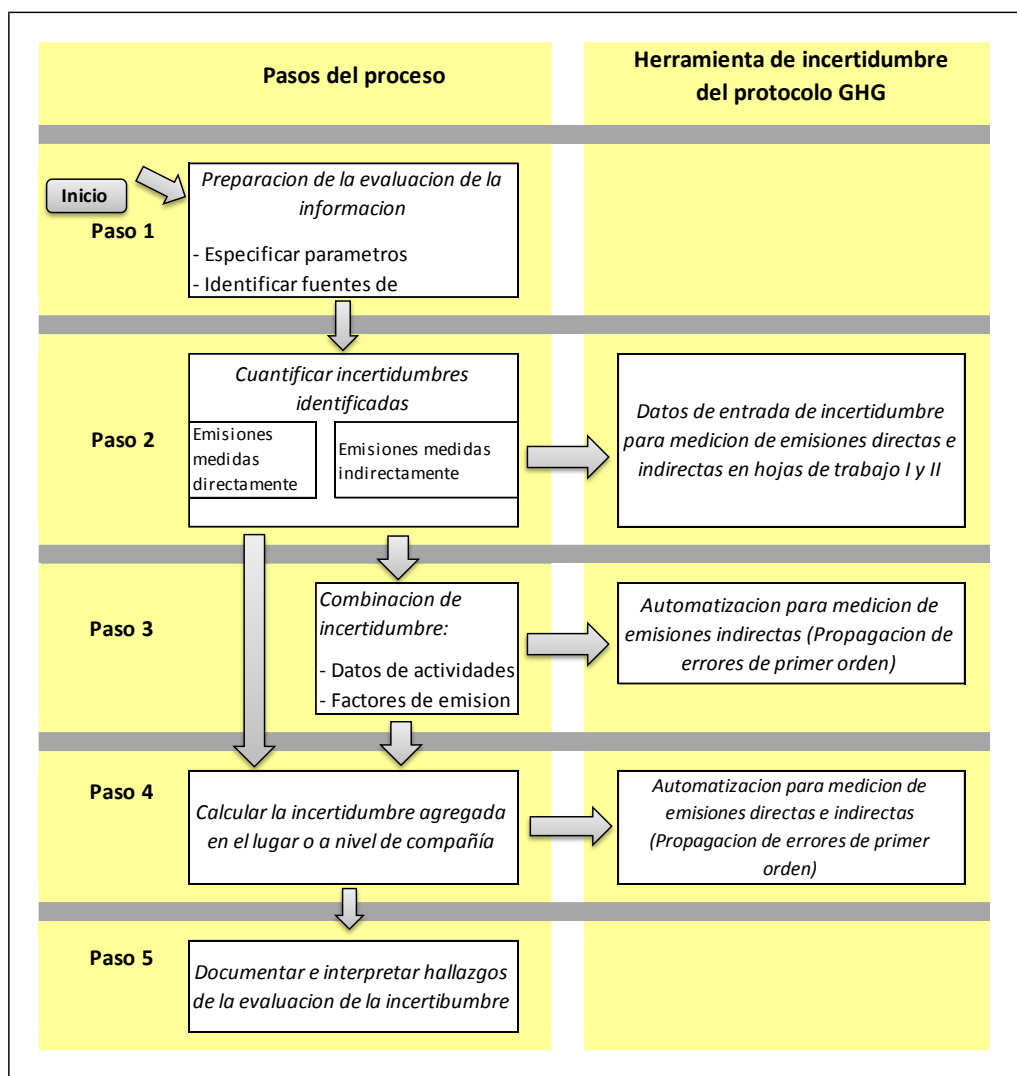
El último paso en una evaluación de la incertidumbre a menudo puede ser el más importante.

Durante el proceso de recopilación de datos sobre los parámetros para una evaluación de la incertidumbre (por ejemplo, estadísticas, equipos de precisión, o la opinión de expertos) es fundamental que se adopten medidas para documentar y explicar, en detalle, las causas probables de las diversas incertidumbres identificadas y las recomendaciones específicas con respecto a cómo se puede reducir.

Al documentar los resultados de la parte cuantitativa de la evaluación de la incertidumbre, estos resultados pueden ser clasificados en una escala de resumen. El mismo GHG Protocol recomienda una escala arbitraria, se presenta a continuación en la Tabla. Estos valores ordinales están basados en los intervalos de confianza cuantitativa, como un porcentaje del valor estimado o medido, en la que el valor real es probable que exista.

Tabla 17. Escala de valores para clasificación de Incertidumbre

Precisión del dato	Intervalo como porcentaje del valor medio
Alto	+/- 5%
Bueno	+/- 15%
Medio	+/- 30%
Pobre	Más del 30%



Para este reporte se utilizó la herramienta del GHG Protocol “ghg-uncertainty.xls”, y el resultado de incertidumbre calculada fue:

	Aggregated Uncertainty	Uncertainty Ranking
Step 4: Aggregated Uncertainty for the total of all directly and indirectly measured emissions	+/- 6,4%	Good

Figura 14. Incertidumbre calculada para Inventario GEI 2014 Universidad Autónoma de Occidente

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
--	---	---

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La huella de carbono para La Universidad Autónoma de Occidente en sus emisiones directas e indirectas por electricidad en 2014 suma 913,5 tonCO_{2e}. El 87,5 % son por emisiones indirectas uso de electricidad y el 12,5 % asociadas a emisiones directas

Las emisiones cuantificadas para la Universidad Autónoma de Occidente en el 2014 en los tres alcances (incluyendo en este sólo consumo de papel) suman 925,04 tonCO_{2e}, el 86,1 % de las emisiones están asociadas a las emisiones indirectas de alcance 2.

De acuerdo a la naturaleza de la organización (formación académica) gran parte de las emisiones son indirectas por lo que se recomienda para 2016 realizar el ejercicio en alcance 1, 2 y 3.

Introducir en su política de compras, productos amigables con el medio ambiente con Etiquetas "verdes" para el consumo de energía, como etiqueta Energy Star y certificado TCO¹⁴ (Ecoetiqueta dentro de sus criterios y requisitos principales se encuentra de consumo de energía y sustancias medioambientales peligrosas). Estas contribuyen a reducir las emisiones indirectas, alcance 2 por consumo de energía eléctrica

Para un dato de mayor exactitud se recomienda realizar una encuesta de movilidad al interior de las instalaciones de la Universidad Autónoma de Occidente para futuros cálculos de las emisiones indirectas por desplazamiento de estudiantes y colaboradores.

Al representar las emisiones indirectas por desplazamiento de estudiantes y empleados un aporte importante se recomienda realizar campañas de concientización en la universidad donde se fomente el uso de bicicletas, compartir el vehículo, utilizar medios de transportes masivos.

Para garantizar mayor transparencia en la recolección de la información sobre las fuentes de emisión evaluadas, y posibles futuras fuentes de emisión a incluir en los inventarios GEI de la Universidad Autónoma de Occidente, se recomienda normalizar la recolección de la información en formatos de registro elaborados por la empresa, con el fin de consolidar la información de forma ordenada, y poder tener más facilidad y acceso al momento de cualquier tipo de verificación.

¹⁴ <https://www.diba.cat/documents/63814/63872/xarxasost-pdf-certificattco250310-pdf.pdf>

	Inventario de Gases de Efecto Invernadero Universidad Autónoma de Occidente - 2014	
--	---	---

8. BIBLIOGRAFÍA

ISO 14064-1. “Gases de efecto invernadero Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero”.

WRI. World Resources Insitute. WBCSD World Business Council for Sustainable Development.

XM Expertos. Informe de operación del sistema y administración del mercado eléctrico Colombiano. 2009.

IPCC 2007. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 3: Combustión móvil. Cuadro 3.2.2 Factores de Emisión por Defecto De N_2O y CH_4 Del Transporte Terrestre y Rangos de Incertidumbre

IPCC, 2013: Cambio climático 2013: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. IPCC, Ginebra, Suiza.

IEA, 2011. CO2 emissions from fuel combustion Highlights. 134 págs.

Department of Energy and Climate Change (DECC) and Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra). 2009 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting.

WRI. Hot Climate, Cool Commerce: A Service Sector Guide to Greenhouse Gas Management. Washington, 20