INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES

Tesis Maestría en Gestión Ambiental

"Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para una Industria Automotriz"

Autor: Ing. Mariana V. Rua

Índice

I. Resumen……..02
II. Introducción……..03
a. Antecedentes e Historia……..03
b. El Sistema Climático, el Efecto Invernadero y el Cambio Climático……..06
c. Influencia antropogénica en el Sistema Climático……..10
d. Gases de Efecto Invernadero. Descripción de los Gases Incluidos en el Protocolo de Kioto……..11
e. Precursores del Ozono……..16
f. Otros Gases……..16
g. Finalidad de los Reportes de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero……17
h. Características de un Buen Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero……18
III. Estado de la tecnología / Métodos y Materiales……..19
a. Establecimiento de la Línea de Base. Por qué es Importante Conocerla……..20
b. Importancia del Desarrollo y Mantenimiento de un Reporte o Inventario de gases de Efecto invernadero……..21
c. Qué se ha Hecho Hasta Ahora en Nuestro País a Ese respecto. Cuál es la Tendencia del Resto Del Mundo……..22
d. Países Latinoamericanos……..23
e. Otros Países……..24
IV. Normativa Asociada……..26
a. Antecedentes del Derecho Ambiental Internacional……..26
b. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resoluciones Relativas a la Protección del Clima Mundial para las Generaciones Presentes y Futuras……..33
c. Normativa de la Comunidad Económica Europea ……..35
d. Normativa de los Estados Unidos de América……39
e. Legislación de la República Argentina……..42
V. Desarrollo del Reporte o Inventario de Gases de Efecto Invernadero……47
1. Definición de los Límites del Inventario……..47
a. Controles Operacionales de la Empresa……..47
b. Limites Operacionales……..48
c. Actividades y Principales Procesos Desarrollados dentro del predio de la Empresa, Servicios e Impactos. Breve Descripción de las Fuentes de Emisión……49
d. Contexto de la Empresa……..54
2. Descripción de los Tipos de Fuentes de Emisiones……..55
3. Descripción de los Alcances del Inventario……56
4. Elección del Año o Período Base para el Desarrollo del Inventario……..58
5 Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de la Industria Automotriz…59
i. Alcance 1: Emisiones Directas……..59
ii. Alcance 2: Emisiones Indirectas……..79
iii. Alcance 3: Otras Emisiones Indirectas……..80
VI. Resultados……..86
VII. Conclusiones……..93
VIII. Bibliografía……..97
IX. Siglas……..103

I. Resumen

Si bien existen voces discordantes que postulan que el calentamiento global es una consecuencia natural en los ciclos de la tierra, la mayor parte de la comunidad científica está convencida de que la mano del hombre ha sido la responsable de los impactos negativos en nuestro planeta, y así ha sido reconocido en diferentes ámbitos internacionales.

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) ha presentado estudios que prueban que las concentraciones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso en la atmósfera se han incrementado de manera importante como consecuencia de las actividades humanas desde los inicios de la Revolución Industrial, observándose la mayor parte de este aumento en la segunda mitad del siglo XX.

Los cambios en el estilo de vida y los patrones de comportamiento contribuyen con la reducción de los impactos del Cambio Climático. No consumir es una opción para mitigar el impacto humano sobre la naturaleza. Otra opción consiste en la migración a economías basadas en fuentes de energía con bajo contenido de carbono. Para ello, se requieren de nuevas inversiones en el sector energético y de la implementación de políticas a largo plazo que tengan en cuenta el cambio de las matrices energéticas de los países hacia fuentes renovables. Es importante resaltar que la migración a economías de este tipo podría causar otros impactos que deben analizarse y considerarse, ya que podrían ser más problemáticos aún para el medioambiente.

El sector económico industrial no se encuentra ajeno a este problema. También debe contribuir a la mitigación del Cambio Climático a través de una transición gradual hacia el uso de nuevas tecnologías de producción de desarrollo limpio, y la implementación de mejoras en sus procesos que mejoren la eficiencia energética y que permitan la utilización de fuentes de energía menos carbono dependientes.

El primer paso en este sentido lo constituye el desarrollo del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). Antes de implementar cualquier tipo de política a mediano y largo plazo, las empresas deben saber cuál es su punto de partida.

Esta tesis tiene por objeto desarrollar un inventario de emisiones de gases de efecto Invernadero para una industria automotriz ubicada en la zona norte de la provincia de Buenos Aires, Argentina, realizar un análisis comparativo respecto a los contextos nacional e internacional, y a partir de las principales fuentes de emisión calculadas, plantear alternativas que permitan reducir la huella de carbono del sector.

II. Introducción

a. Antecedentes e Historia

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en el año 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el objetivo de lograr una comprensión más vasta y poder brindar información científica autorizada sobre este fenómeno.

El primer informe de evaluación del IPCC emitido en el año 1990, constituyó la plataforma para las negociaciones del Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático llevado a cabo en Río de Janeiro durante el año 1992. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (o Cumbre de la Tierra), celebrada en Río de Janeiro en junio de 1992, la nueva Convención se abrió a la firma, entrando en vigor el 21 de marzo de 1994. Diez años más tarde, se habían adherido a la Convención 188 Estados y la Comunidad Económica Europea[1].

Por otro lado, en el año 1995 se publicó el segundo informe de evaluación que estableció las bases para el Protocolo de Kioto de 1997. En el año 2001, el IPCC publicó su Tercer Informe de Evaluación llamado "Cambio Climático 2001", mientras que en el año 2007 emitió su cuarto informe.

Las primeras Directrices del IPCC para realizar los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero fueron preparadas en el año 1994 y revisadas en 1996. En el año 2006 se publicaron las nuevas directrices teniendo en cuenta el trabajo realizado en virtud de la Convención y del Protocolo de Kioto. Las Directrices del 2006 también incluyen fuentes y gases nuevos no considerados en la anterior versión, nuevos tópicos (como por ejemplo, el tratamiento de la captura y el almacenamiento de CO_2), así como también actualizaciones de los métodos publicados con anterioridad.

En el año 1998 se lanzó la Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero que surgió a partir de una alianza de empresas, organizaciones no gubernamentales, gobiernos y otras

[1] CMCC 2005, Cuidar el clima, Guía de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. Publicado por: Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), Bonn (Alemania). Página 6.

entidades, convocada por el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) y el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD). La Iniciativa fue formulada con el objeto de desarrollar reportes para empresas que fueran aceptados internacionalmente.

La Iniciativa del Protocolo de Gases Efecto Invernadero comprende dos estándares distintos, aunque vinculados entre sí: un Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y un Estándar de Cuantificación de Proyectos del Protocolo.

La primera edición del Estándar Corporativo del Reporte de Gases de Efecto Invernadero denominado "Protocolo de Gases de Efecto Invernadero - Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte ", fue publicado en septiembre de 2001. Este estándar cubre la contabilidad y el reporte de los seis gases principales de efecto invernadero previstos en el Protocolo de Kioto (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonados, perfluorocarbonados y hexafluoruro de azufre).

En marzo de 2004 se publicó el reporte "The GHG Protocol: A Corporate Reporting and Accounting Standard (Revised Edition)". Esta edición constituyó el fruto de un trabajo de dos años, basado en la experiencia adquirida a través del uso de la primera edición. La edición del 2004 incluye guías adicionales, casos de estudio, apéndices y un capítulo nuevo que enseña cómo establecer objetivos.

En diciembre de 2005 el WBCSD publicó en colaboración con el WRI el estándar “The GHG Protocol for Project Accounting”. Este estándar es un manual y una herramienta de cuantificación y reporte de reducciones de los Gases de Efecto Invernadero de los proyectos.

En junio de 2006, el WRI publicó el documento "Designing a Customized Greenhouse Gas Calculation Tools", que explica como adaptar la herramienta de cálculo de los Gases de Efecto Invernadero a las necesidades de las compañías e instituciones, de manera de mejorar la calidad de los datos utilizados para los reportes y desarrollar nuevas herramientas de cálculo.

Un año mas tarde, en septiembre de 2007, se publicaron las “Guidelines for Quantifying GHG Reductions from Grid-Connected Electricity Projects”. Estas guías fueron emitidas por la Iniciativa del Protocolo de Gases de Efecto Invernadero y son una herramienta utilizada por los gobiernos para comprender, cuantificar, manejar las emisiones y crear programas efectivos de mitigación del Cambio Climático.

Finalmente, en el noviembre del mismo año, fue publicado el documento "Measuring to Manage: A Guide to Designing GHG Accounting and Reporting Programs" que se enfoca en los programas para promover la contabilidad y reportar las emisiones a nivel corporativo, con el

fin de facilitar y mejorar la calidad y consistencia de los datos, dar soporte a los programas regulatorios y proveer información a los accionistas.

Adicionalmente, tanto el WBCSD como el WRI han publicado numerosos documentos que incluyen casos de estudio, discusiones, etc., relacionados con el uso de la energía, Cambio Climático y mecanismos de desarrollo limpios, entre otros.

Respecto a otras iniciativas relacionadas, puede mencionarse el Pacto Global (Global Compact) de las Naciones Unidas que fue anunciado en el Foro Económico Mundial en el año 1999. El Pacto Mundial es una iniciativa voluntaria, en la cuál las empresas se comprometen a alinear sus estrategias y operaciones con diez principios universalmente aceptados en cuatro áreas temáticas: derechos humanos, estándares laborales, medio ambiente y anticorrupción[2]. Dentro de los 10 principios con los que cuenta el Pacto Global se encuentran los principios ambientales, denominados 7, 8 y 9, que derivan de la Declaración de Río sobre ambiente y desarrollo. Dichos principios establecen que las empresas deben fomentar iniciativas que promuevan una mayor responsabilidad ambiental, y favorecer el desarrollo y la difusión de las tecnologías ambientalmente responsables.

Pero este no ha sido el único esfuerzo de la comunidad internacional. Se pueden mencionar también otras iniciativas, tanto oficiales como no oficiales, que se han puesto en marcha en los últimos años. Dentro de las mismas se encuentran las normas ISO-14064, las publicaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA), la Junta de Recursos del Aire de California y más importante aún, la regla de reporte final de los Gases de Efecto Invernadero de la USEPA (subparte W). Esta regla final fue aprobada el 8 de noviembre de 2010. Requiere que las instalaciones de petróleo y de gas natural que emiten más de 25.000 toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente (CO_2e) al año, reporten anualmente las emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) provenientes de las pérdidas y venteos de sus equipos, y las emisiones de CO_2, CH_4 y óxido nitroso (N_2O) de la quema de gases de las emisiones onshore de la producción de petróleo y gas natural de los equipos móviles de emisión y de la combustión de los equipos estacionarios involucrados en la distribución de gas natural[3].

[2] Pacto Mundial, ONU. http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish/index.html
[3] USEPA Subpart W–Petroleum and Natural Gas Systems. http://www.epa.gov/climatechange/emissions/subpart/w.html

b. El Sistema Climático, el Efecto Invernadero y el Cambio Climático

La radiación electromagnética se puede ordenar en un espectro de diferentes longitudes de onda, que se extiende desde la radiación de menor longitud de onda, como los rayos gamma y los rayos X, pasando por la luz ultravioleta, la luz visible y los rayos infrarrojos, hasta las ondas electromagnéticas de mayor longitud de onda, como las ondas de radio.

La energía solar llega en forma de ondas producidas por la oscilación o la aceleración de una carga eléctrica, es decir por radiación electromagnética. Como las ondas electromagnéticas no necesitan un medio material para propagarse, pueden atravesar el espacio interestelar y llegar a la Tierra desde el sol y las estrellas.

La ecuación que relaciona la longitud de onda y la frecuencia está dada por la fórmula $\lambda . f = c$, donde λ es la longitud de onda, f la frecuencia y c la velocidad de la luz.

Independientemente de su frecuencia y longitud de onda, todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de c = 299.792 Km. /seg.

Dos rayos de luz con la misma longitud de onda tienen la misma frecuencia y por lo tanto, el mismo color. La longitud de onda de la luz es tan corta que suele expresarse en nanómetros (nm), que equivalen a una milmillonésima de metro ó a una millonésima de milímetro, ó también en micrómetros (µm).

El Sol es una masa de materia gaseosa caliente que se comporta prácticamente como un cuerpo negro, que emite energía siguiendo la ley de Planck, a una temperatura de 5762 °K.

La radiación solar es el flujo de energía que emite el sol en forma de ondas electromagnéticas a diferentes frecuencias: luz visible, infrarroja y ultravioleta (UV). Una fracción de la energía emitida por el sol puede ser percibida como luz visible. La fracción restante, no percibida por el ojo humano, incluye todas las demás frecuencias incluidos los rayos UV, infrarrojos, las ondas de radio, etc.

La longitud de onda de la radiación solar ultravioleta o radiación UV fluctúa entre 100 y 400 nm y constituye la porción más energética del espectro electromagnético que incide sobre la superficie terrestre. La radiación UV desempeña un papel importante en la determinación de las condiciones climáticas, el balance energético y el equilibrio natural del planeta y se clasifica, con relación a su comportamiento en la atmósfera terrestre, como radiación solar ultravioleta tipo A (UV-A), cuya longitud de onda fluctúa entre los 320 y 400 nm, radiación

solar ultravioleta tipo B (UV-B) que fluctúa entre 280 y 320 nm, y radiación solar ultravioleta tipo C (UV-C), cuya longitud de onda varía entre los 100 y 280 nm.

Por encima de la frecuencia de las radiaciones infrarrojas se encuentra el espectro visible, que tiene una longitud de onda en el intervalo de 400 a 700 nm, y es una fracción muy pequeña del espectro de radiación. Esta pequeña región del espectro es la luz que percibe el ojo humano y nos permite ver los objetos.

La radiación infrarroja, también llamada radiación térmica o radiación IR, tiene mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas. Consecuentemente, tiene menor frecuencia que la luz visible. Su rango de longitudes de onda varía entre los 700 y 300.000 nm, y se divide en infrarrojo cercano (780 – 1.100 nm), infrarrojo medio (1.100 – 15.000 nm) e infrarrojo lejano (15.000 – 100.000 nm).

Cada metro cuadrado de superficie esférica de la tierra fuera de la atmósfera recibe un promedio, durante todo el año, de 342 Watts de la radiación solar, 31% de los cuales es reflejado por las nubes, la atmósfera y la superficie terrestre, retornando inmediatamente al espacio. Los 235W/m^2 restantes son absorbidos en parte por la atmósfera, pero la mayoría, es decir 168W/m^2, calienta la superficie terrestre: la tierra y los océanos. La superficie terrestre devuelve ese calor a la atmósfera, en parte como radiación infrarroja, y en parte como calor sensible y vapor de agua que libera su calor cuando se condensa en la porción superior de la atmósfera. Este intercambio de energía entre la superficie y la atmósfera mantiene en las condiciones actuales la temperatura media mundial cerca de la superficie en 14°C, disminuyendo rápidamente con la altura hasta llegar a una temperatura media de -58°C en la parte superior de la tropósfera.

Para que exista un clima estable, se requiere un equilibrio entre la radiación solar que ingresa y la radiación que sale. Por lo tanto, el sistema climático debe por si mismo irradiar en promedio 235W/m^2 al espacio.
Cualquier objeto físico irradia energía en cantidad y con longitudes de onda características de la temperatura del objeto: a mayores temperaturas, se irradia mayor energía a longitudes de onda más cortas. Para que la tierra pueda transmitir los 235W/m^2, debería irradiar a una temperatura de emisión efectiva de -19 °C con longitudes de onda típicas en la parte infrarroja

del espectro. Esta temperatura es 33 °C inferior a la temperatura promedio de 14°C en la superficie terrestre[4].

El sistema climático es un sistema interactivo que consta de cinco componentes principales: la atmósfera, la hidrósfera, la criósfera, la superficie terrestre y la biósfera, todos ellos influenciados por diversos mecanismos externos de forzamiento, entre ellos el sol como el más importante.

La atmósfera es la parte más inestable y variable del sistema. Está compuesta principalmente por nitrógeno (78,1%), oxígeno (20,9%) y argón (0,93%). Estos gases tienen interacción limitada con la radiación solar entrante y no interactúan con la radiación infrarroja emitida por la tierra. Sin embargo, hay una serie de gases, tales como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y ozono (O_3), que absorben y emiten radiación infrarroja. Estos gases, llamados de efecto invernadero, desempeñan un papel fundamental en el balance energético de la tierra.

Asimismo, la atmósfera contiene vapor de agua, que también es un gas de efecto invernadero natural. Su volumen de mezcla es muy variable, pero suele ser del orden del 1%. Debido a que estos Gases de Efecto Invernadero absorben la radiación infrarroja emitida por la tierra y emiten radiación infrarroja hacia arriba y hacia abajo, tienden a elevar la temperatura cerca de la superficie terrestre[5].

El ozono también absorbe la radiación solar de onda corta. El ozono en la parte inferior de la atmósfera, la tropósfera y la estratósfera inferior, actúa como un gas de efecto invernadero. Más arriba en la estratósfera existe una capa natural de concentración de ozono alta, que absorbe la radiación ultravioleta solar. De esta manera la llamada capa de ozono desempeña un papel esencial en el equilibrio radiativo de la estratósfera, filtrando radiación potencialmente dañina.

El efecto invernadero natural es parte del balance energético de la tierra. La atmósfera contiene trazas de varios gases que absorben y emiten radiación infrarroja. Estos Gases de

[4] IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág.89, Capítulo 1.2.1 Natural Forcing of the Climate System.
[5] IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág.87, Capítulo 1.1.2 The Climate System.

Efecto Invernadero absorben la radiación infrarroja, emitida por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes, excepto en una parte transparente del espectro llamada "ventana atmosférica". A su vez, emiten radiación infrarroja en todas las direcciones, incluyendo la sección baja de la superficie terrestre. Por lo tanto, los Gases de Efecto Invernadero atrapan el calor dentro de la atmósfera. Este mecanismo se denomina efecto invernadero natural. El resultado es una transferencia aumentada de la radiación infrarroja desde niveles más cálidos cerca de la superficie terrestre a niveles más fríos a mayores altitudes. La radiación infrarroja es irradiada nuevamente al espacio desde una altitud con una temperatura promedio de -19 °C, en equilibrio con la radiación entrante, mientras que la superficie de la tierra se mantiene a una temperatura mucho más alta que el promedio de 14 °C.

Además de los gases antes mencionados, la atmósfera también contiene partículas sólidas, líquidas (aerosoles) y nubes, que interactúan con la radiación entrante y saliente de una manera compleja y muy variable.

Las nubes desempeñan un papel importante en el balance energético de la tierra y, en particular en el efecto invernadero natural. Estas pueden absorber y reflejar la radiación solar, así como absorber y emitir radiación de onda larga, contribuyendo al calentamiento de la superficie de la tierra, al igual que los Gases de Efecto Invernadero. El balance entre estos efectos depende de la altura, el espesor y las propiedades radiativas de las nubes. Las propiedades radiativas y la evolución de las nubes dependen de su espesor, de la distribución del vapor de agua atmosférico, las gotas de agua, las partículas de hielo y los aerosoles atmosféricos.

Por otra parte, la mayoría de las nubes reflejan la radiación solar y tienden a enfriar el sistema climático, siendo su efecto neto un leve enfriamiento en el clima, ya que la reflexión de la radiación compensa el efecto invernadero de estas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, este efecto varía en función de la altura, el tipo y las propiedades ópticas de las nubes.

c. Influencia Antropogénica en el Sistema Climático

El Artículo 1 de la Convención para el Cambio Climático (UNFCCC), define Cambio Climático como la variación del clima que puede atribuirse directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera global y que sumadas a la variabilidad natural del clima pueden observarse por períodos comparables de tiempo.

Los seres humanos siempre han modificado su entorno. Es sólo desde el comienzo de la Revolución Industrial, a mediados del siglo XVIII, que el impacto de las actividades humanas ha comenzado a ampliarse a una escala mucho mayor. Las actividades desarrolladas por los seres humanos, en particular aquellas que involucran la quema de combustibles fósiles para uso industrial o doméstico y la quema de biomasa, producen Gases de Efecto Invernadero y aerosoles que afectan la composición de la atmósfera. La emisión de compuestos clorofluorcarbonados (CFC) y otros compuestos clorados y bromados tiene no sólo un impacto en el forzamiento radiativo, sino que también ha aportado al agotamiento de la capa de ozono estratosférico. El cambio en los usos de la tierra, debido a la urbanización, las prácticas agrícolas, etc., afecta las propiedades físicas y biológicas de la superficie terrestre.

Mil años antes de la Revolución Industrial, la cantidad de estos Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera era relativamente constante. Desde entonces, la concentración de gases ha ido en aumento. Por ejemplo, la cantidad de dióxido de carbono se ha incrementado en más del 30% desde la época preindustrial y continúa aumentando a un ritmo de 0,4% anual (valor promedio), principalmente debido a la quema de combustibles fósiles y la deforestación. La concentración de otros componentes atmosféricos tales como metano y óxido nitroso y las concentraciones de los óxidos de nitrógeno (NO y NO_2) y de monóxido de carbono (CO) también están aumentando, y aunque estos últimos tres no son Gases de Efecto Invernadero, desempeñan un papel importante en la química de la atmósfera y han provocado un incremento del 40% desde la época de preindustrial en el ozono troposférico, que sí es un gas de efecto invernadero.

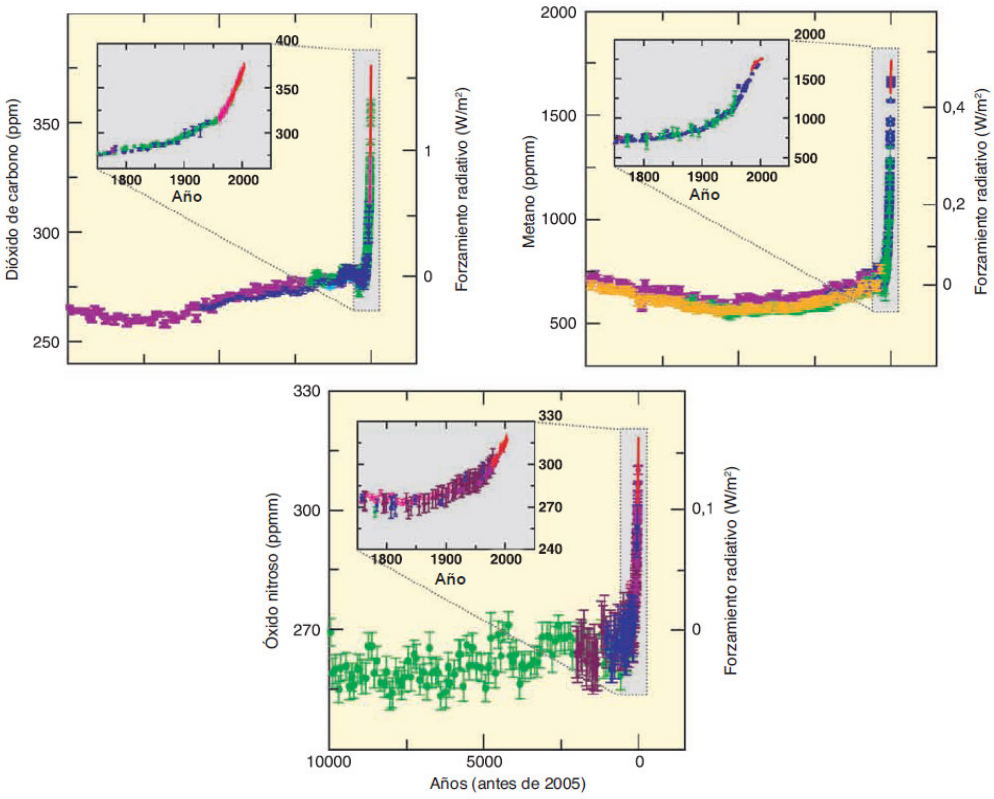


Figura 1

Cambios en los Gases de Efecto Invernadero inferidos de los núcleos de hielo y datos recientes[6].

d. Gases de Efecto Invernadero. Descripción de los Gases Incluidos en el Protocolo de Kioto.

Cuando el sistema climático se halla en estado de equilibrio, la cantidad de energía solar absorbida se encuentra exactamente compensada por las radiaciones emitidas al espacio. Todo factor que pueda perturbar este equilibrio y, por consiguiente, alterar el clima, se conoce con el nombre de agente de forzamiento radiativo.

El forzamiento radiativo es el cambio en la irradiancia neta vertical (expresada en W/m^2) en la tropósfera debido a un cambio interno o a un cambio en el forzamiento externo del sistema

[6] IPCC, Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Figura 2.3, Pág. 38 . Concentraciones de CO_2, CH_4 y N_2O en la atmósfera durante los últimos 10.000 años (recuadros grandes) y desde 1750 (recuadros interiores). Las mediciones indicadas proceden de núcleos de hielo (símbolos de diferente color para cada estudio) y de muestras de la atmósfera (líneas en rojo). Los correspondientes forzamientos radiativos respecto de 1750 aparecen indicados en los ejes de los recuadros grandes, en la parte derecha.

climático, como por ejemplo, un cambio en la radiación solar incidente o los efectos de los cambios en las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero a la atmósfera.

Los Gases de Efecto Invernadero son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y antropogénicos, que absorben y emiten radiación a longitudes de ondas en rangos específicos dentro del espectro de radiación infrarroja emitida por la superficie de la tierra, la atmósfera y las nubes.

El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3) son Gases de Efecto Invernadero primarios. Adicionalmente, existen también en la atmósfera una cantidad de Gases de Efecto Invernadero que son totalmente antropogénicos, como el hexafluoruro de azufre (SF_6), los compuestos hidrofluorocarbonados (HFC) y los compuestos perfluorocarbonados (PFC).

El dióxido de carbono es un gas que existe en la naturaleza pero que también es un subproducto de la quema de los combustibles fósiles y la quema de biomasa, de los cambios en el uso de la tierra y de otros procesos industriales. Es el principal gas de efecto invernadero que afecta el equilibrio radiativo de la tierra y se toma como el gas de referencia contra el cual se miden los demás Gases de Efecto Invernadero. Por ello se considera que su Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) es 1.

El Potencial de Calentamiento Atmosférico se define como el efecto de calentamiento que produce la liberación de un kilogramo de gas a la atmósfera con respecto al del dióxido de carbono (CO_2) durante un determinado período de tiempo después de la emisión.

El Potencial de Calentamiento Atmosférico es un instrumento que permite medir el posible efecto de calentamiento de las emisiones de cada gas, tomando como referencia el CO_2, sobre la superficie de la Tierra hasta la Tropósfera.

En el cuadro siguiente se proporcionan estimaciones numéricas del IPCC para del Potencial Directo de Calentamiento Atmosférico de algunos Gases de Efecto Invernadero para diferentes períodos de tiempo:

Especie	Fórmula Química	Ciclo de Vida (años)	PCA o GWP		
			20 años	100 años[7]	500 años
Dióxido de Carbono	CO_2	Variable	1	1	1
Metano	CH_4	12±3	56	21	6.5
Oxido Nitroso	N_2O	120	280	310	170
HFC-23	CHF_3	264	9100	11700	9800
HFC-134	$C_2H_2F_4$	10.6	2900	1000	310
Hexafluoruro de Azufre	SF_6	3200	16300	23900	34900

Cuadro 1

Potenciales Directos de Calentamiento Atmosférico[8].

Los seis Gases de Efecto Invernadero a los que se refiere Anexo A del Protocolo figuran entre los agentes de forzamiento radiativo más importantes. Estos gases denominados también como negociables, deben considerarse en el inventario y se reportan en el mismo. La suma total de las emisiones antropogénicas agregadas de los Gases de Efecto Invernadero enumerados en el anexo A se expresa en dióxido de carbono equivalente (CO_2e).

Estos gases son:

- Dióxido de carbono (CO_2)
- Metano (CH_4)
- Óxido Nitroso (N_2O)
- Compuestos Hidrofluorocarbonados (HFC)
- Compuestos Perfluorocarbonados (PFC)
- Hexafluoruro de azufre (SF_6)

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas incoloro, denso y poco reactivo que forma parte de la composición de la tropósfera. Es un gas que se emite a través de fuentes naturales (ciclo del carbono) y de actividades humanas, como la quema de los combustibles fósiles.

[7] El tercer informe de evaluación y el período de 100 años fueron seleccionados con el fin de ser utilizados en todos los acuerdos internacionales, los inventarios y las operaciones comerciales hasta el 2012, año en el cual finaliza el primer período de compromiso del Protocolo de Kyoto.

[8] IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág. 47, Tabla 6.7: Direct Global Warming Potentials (GWPs) relative to carbon dioxide (for gases for which the lifetimes have been adequately characterized).

El balance del dióxido de carbono es sumamente complejo debido a las numerosas interacciones que existen entre la reserva atmosférica de este gas, las plantas que lo consumen en el proceso de la fotosíntesis y lo que se transfiere desde la tropósfera a los océanos. Los miles de millones de toneladas de CO_2 atmosférico removidos por los océanos y las plantas (sumideros), son emitidos de nuevo a la atmósfera a través de los procesos naturales (fuentes).

En un estado de equilibrio la emisión total de este gas debería ser igual a su absorción, pero esto no sucede dado que las actividades humanas han venido quebrantado este equilibrio desde la Revolución Industrial del siglo XVIII[9].

El metano (CH_4) es un gas de efecto invernadero que permanece en la atmósfera entre 9 y 15 años aproximadamente. Es 21 veces más eficaz en la captura del calor de la atmósfera que el dióxido de carbono (considerando un período de 100 años), y es emitido por una gran cantidad de fuentes naturales y antropogénicas. Estas últimas incluyen al gas natural y al petróleo, las actividades agrícolas, la minería de carbón, y las fuentes de combustión fija y móvil, entre otras. El gas natural está compuesto principalmente por metano y es utilizado como una importante fuente de energía.

El óxido nitroso (N_2O) es producido naturalmente por una amplia variedad de fuentes naturales (como los océanos, la oxidación del amoníaco en la atmósfera y los distintos tipos de suelos) y antropogénicas. En esta última clasificación se encuentra la agricultura, la quema de biomasa, la ganadería, los *feedlots*, y las fuentes industriales, como por ejemplo, la producción de *nylon* y de ácido nítrico, las plantas generadoras de energía eléctrica que utilizan combustibles fósiles y las emisiones vehiculares.

Existe una segunda clase de Gases de Efecto Invernadero, como los Hidrofluorocarbonados sintéticos (HFC), los Perfluorocarbonados (PFC), el Hexafluoruro de azufre (SF_6) y los Halones, que no existían en la atmósfera antes del siglo XX, y que provienen exclusivamente de fuentes industriales.

Los Hidrofluorocarbonados (HFC) con mayores producciones antropogénicas medidas son el HFC-23 (CHF_3), el HFC-134a (CF_3CH_2F) y el HFC-152a (CH_3CHF_2). El HFC-23 es un subproducto de la producción de HCFC-22 y tiene una vida atmosférica de 260 años. El HFC-134a se utiliza

[9] IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág. 92, Capitulo 1.3: Human-induced Climate Variations.

principalmente como refrigerante, y tiene una vida atmosférica de 13,8 años. El HFC-152a es un gas de corta duración con una vida media atmosférica de 1,4 años.

Los Perfluorocarbonados (PFC), en particular el CF_4 y C_2F_6, así como SF_6, permanecen en la atmósfera más de 1.000 años y sus fuentes se encuentran predominantemente en el hemisferio norte[10].

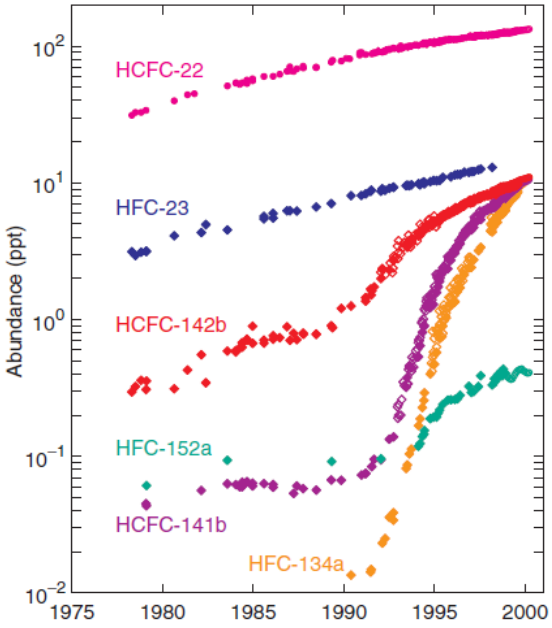


Figura 2

Química Atmosférica de los Gases de Efecto Invernadero. : HFC-23, HFC-152a, HFC-134a y HCFC-22, HCFC-142b y HCFC-141b[11]

Todos estos compuestos se encuentran lejos de disminuir y aún en cantidades pequeñas continúan contribuyendo al forzamiento radiativo de manera importante.

[10] IPCC, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág. 92, Capitulo 4.2.1.3 Hydrofluorocarbons (HFCs)

[11] IPCC 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Pág.254, Figura 4.3.

e. Precursores del Ozono

Si bien no están incluidas en los totales de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero con potencial de calentamiento atmosférico ponderado, también se declaran en los inventarios de gases, las emisiones de monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x), los compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano (COVDM) y el dióxido de azufre (SO_2).
Aunque respecto al primero, debe tenerse en cuenta que el CO se convertirá en CO_2 (100% de oxidación del contenido de carbono) en menos de un mes, y que además la concentración del CO emitido es insignificante respecto a la de CO_2, por lo que debería evitarse llevar una doble contabilidad en el inventario.

Estos contaminantes no son Gases de Efecto Invernadero directo significativo, pero a través de la química atmosférica controlan la abundancia de los Gases de Efecto Invernadero directo.
El monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los COVDM en presencia de la luz solar aportan a la formación del ozono (O_3), gas de efecto invernadero en la tropósfera y, por lo tanto, se los suele llamar "Precursores del Ozono". Asimismo, la emisión de NO_x desempeña un papel importante en el ciclo de nitrógeno de la tierra. Las emisiones de dióxido de azufre producen la formación de partículas de sulfato, que también desempeñan un rol en el Cambio Climático. El amoníaco (NH_3) es un precursor del aerosol, pero es menos importante para la formación del aerosol que el SO_2.

f. Otros Gases

Existen también otros gases halogenados de efecto invernadero que se encuentran contemplados en el Protocolo de Montreal y para los cuales se dispone de valores de Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA). La regulación política de estos gases ha llevado a una eliminación gradual de las emisiones, lo que ha frenado sus aumentos atmosféricos, situación que no ocurre con los otros gases para los cuales no existe regulación.

g. Finalidad de los Reportes de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Un reporte de emisiones de Gases de Efecto Invernadero es un informe que provee el detalle de las emisiones físicas de una empresa. Para ello pueden utilizarse distintas herramientas que han sido diseñadas para calcular las emisiones de sectores específicos de la industria.

Los reportes corporativos de una empresa deben incluir:

- el alcance del inventario – "Alcances 1, 2 y 3 (opcional)" y aclaración acerca de todos los criterios y premisas escogidos,
- la descripción detallada de las fuentes de emisión,
- una lista de los tipos de fuentes contenidas o excluidas de manera específica,
- el período que cubre el reporte,
- una evaluación de las incertidumbres existentes en los datos de las diferentes actividades,
- una descripción de los cambios que puedan influir o impactar sobre los datos y los resultados del inventario (nuevas adquisiciones, mejoras tecnológicas, etc.), y
- la definición de una fecha para la línea de base del inventario.

La información del reporte debe servir para comparar los datos a lo largo del tiempo, y poder de esa manera identificar tendencias y evaluar el desempeño de la empresa.

Para el cálculo de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero se deben identificar las fuentes de emisiones, seleccionar un método de cálculo, recolectar datos sobre las actividades, elegir los factores de emisión, aplicar las herramientas de cálculo y finalmente reportar los datos.

h. Características de un Buen Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

*"*Al igual que con los reportes sobre contabilidad financiera, los principios de contabilidad de los GEI generalmente aceptados intentan fortalecer y ofrecer orientación, de tal manera que se asegure que la información reportada sea verdadera y creíble, y que represente una contabilidad realista de las emisiones de GEI de una empresa*"*[12].

Un reporte de emisiones de Gases de Efecto Invernadero debe estar basado en la mejor información disponible al momento de su publicación y ser al mismo tiempo transparente acerca de sus limitaciones. Debe poder identificar y reconocer discrepancias materiales relevantes en años previos e incluir todas las emisiones de una empresa para su límite de inventario elegido, independientemente de cualquier transacción de los Gases de Efecto Invernadero que pueda haber realizado la empresa.

Un inventario de calidad debe asegurar coherencia, poseer datos completos, consistentes, exactos, transparentes y comparables a lo largo del tiempo.

Un buen inventario de Gases de Efecto Invernadero debe incluir todas las emisiones, directas e indirectas identificadas y considerar los seis gases (familias) del Protocolo de Kioto: CO_2, CH_4, N_2O, HCFCs, PCFCs y SF_6.

[12] WRI 2005, Estándar corporativo de contabilidad y reporte. Pág. 7

III. Estado de la tecnología / Métodos y materiales

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) fue establecido en el año 1988 por las Naciones Unidas con el objetivo de poder comprender y aportar información científica autorizada sobre la problemática del Cambio Climático.
Desde entonces pocos pasos se han dado en dirección a alcanzar una solución global, puesto que la colisión de distintos intereses económicos y políticos ha impedido un acuerdo internacional que permita avanzar en firme sobre esta cuestión.

Sin embargo, las naciones de la Comunidad Económica Europea, Canadá y Japón, entre otras, han empezado a avanzar en este sentido, a través de la implementación de políticas a mediano y largo plazo y de la aprobación de normativa relacionada con el Cambio Climático y su mitigación, promocionando el desarrollo de inventarios, el uso de tecnologías de desarrollo limpio, la investigación científica y la formación de mercados de bonos de carbono, entre otras iniciativas.

Establecido en el año 1997, el Protocolo de Kioto es un tratado internacional cuyo objetivo principal consiste en lograr la reducción global de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los países del Anexo I respecto a su nivel de emisiones establecido para el año 1990. El Anexo I del Protocolo contiene un listado de las naciones (todas ellas desarrolladas) que han asumido un compromiso cuantificado de disminución de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero previamente descriptos, encontrándose en el mismo países como Canadá, Francia, España, otras naciones de la Unión Económica Europea, y Reino Unido, entre otros.

La República Argentina no se encuentra entre los países del Anexo I, aunque ha ratificado el Protocolo mediante la Ley 25.438 promulgada en el año 2001. Por lo tanto, nuestro país no posee metas establecidas de disminución de sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

El Protocolo de Kioto en su artículo 2 establece los objetivos que deberán alcanzar las naciones incluidas en el Anexo I para cumplir con los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos a raíz del artículo 3. Este último establece además, un objetivo con miras a la reducción total de las emisiones antropogénicas agregadas, expresadas

en dióxido de carbono equivalente, de los Gases de Efecto Invernadero en no menos del 5% respecto al valor del año 1990 durante el período comprendido entre 2008 y 2012.

En el caso particular del Protocolo de Kioto, se ha establecido el año 1990 como año base para el cálculo de emisiones, exigiendo a las Naciones del Anexo I la presentación de esta información, así como también una estimación de las variaciones de los años subsiguientes.

Por otro lado, el artículo 5 en su inciso 1, solicita a cada una de las partes incluidas en el Anexo I que establezcan, a más tardar un año antes del comienzo del primer período de compromiso, un sistema nacional que permita la estimación de las emisiones antropogénicas, así como también instituye la creación de directrices con metodologías específicas que permitan la creación de un programa nacional de contabilidad de las emisiones de GEI. Este artículo es muy importante ya que estableció la base para el desarrollo de las directrices del IPCC que detallan las metodologías para calcular las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

Los países que han ratificado el Protocolo han emprendido la creación de Programas Nacionales de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, lo cual sirvió como base para el establecimiento de metas nacionales de emisión, ya que no pueden establecerse objetivos formales de reducción si se desconoce la línea de base.

a. Establecimiento de la Línea de Base. Por qué es Importante Conocerla

La línea de base proporciona el marco referencial para los análisis y las comparaciones posteriores sobre el incremento o la disminución de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Establecer una línea de base constituye el punto de partida para el desarrollo del inventario, es decir, es una regla con la cual se puede medir el desempeño ambiental de una empresa.

Para la elección de la línea base deben considerarse los lineamientos proporcionados por las Directrices del IPCC del año 2006 para inventarios de Gases de Efecto Invernadero. Es importante que el año base elegido para el inventario sea representativo de la situación de la

empresa y que se disponga de información confiable y consistente. La línea de base debe tomarse teniendo en cuenta estas condiciones.

Los criterios elegidos en el presente trabajo para el establecimiento de la línea de base serán detallados más adelante.

b. Importancia del Desarrollo y Mantenimiento de un Reporte o Inventario de Gases de Efecto Invernadero

No se puede manejar lo que no se puede medir. De aquí deriva la importancia del desarrollo de un Inventario de Gases de Efecto Invernadero.

Un inventario es una herramienta para medir el cumplimiento de los estándares propios de la empresa. Un buen inventario debe poder identificar y cuantificar las emisiones más significativas para poder actuar en consecuencia. Si una empresa pretende bajar sus emisiones, debe en primer lugar poder identificarlas, luego determinar cuáles son las más importantes y finalmente establecer los planes para implementar mejoras en los procesos que le permitan disminuir de manera efectiva dichas emisiones.

Es importante mencionar que existe además un vínculo estrecho entre los inventarios de emisiones y el uso de energía, ya que gestionar emisiones implica también gestionar energía. En los procesos industriales, para disminuir las emisiones es fundamental conocer la situación energética inicial del sistema, y para poder de esa forma llevar a cabo las mejoras u optimizaciones necesarias en los procesos, y ayudar a la empresa a lograr importantes ahorros energéticos con la consiguiente reducción en las emisiones.

c. Qué se ha Hecho Hasta Ahora en Nuestro País a ese Respecto. Cuál es la Tendencia del Resto del Mundo.

Como se mencionara anteriormente, la Argentina ha ratificado el protocolo de Kioto mediante la Ley 25.438 y el Convenio Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas, a través de la Ley 24.295. La Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) es responsable de la creación del Programa Nacional sobre Impactos del Cambio Climático, el Programa Nacional de Escenarios Climáticos y la Oficina Argentina de Implementación Conjunta (OAIC) como oficina Argentina del mecanismo para un desarrollo limpio, entre otras.

A nivel país, la Secretaría ha emitido y publicado un Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, denominado Primer Compendio de Estadísticas Ambientales del año 2008.

A pesar de ello, el avance es lento. El hecho es que en Argentina no es obligatorio el desarrollo y la presentación de inventarios, y la información que se encuentra actualmente disponible parte de iniciativas privadas llevadas a cabo por las empresas de manera voluntaria y, en la mayoría de los casos, por compañías internacionales en las cuales los inventarios de gases son parte de un requisito o una exigencia corporativa.

A nivel gubernamental, si bien existen informes publicados (como por ejemplo, la Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina, 1997), no se ha observado a la fecha coordinación entre los distintos ámbitos del gobierno, así como tampoco, políticas a largo plazo que aborden esta problemática con los distintos sectores involucrados (transporte, energía, industria, agricultura, medioambiente, etc.).

d. Países Latinoamericanos

Si bien hasta el momento no existe en México normativa específica sobre los Gases de Efecto Invernadero, este país ha participado activamente en distintos foros internacionales relacionados con el Cambio Climático. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México lanzó un programa piloto de contabilidad y reporte de gases efecto invernadero en el año 2005 para reportar de manera voluntaria las emisiones. Como objetivos del programa voluntario se plantearon la identificación de oportunidades de reducción de emisiones, la identificación de proyectos para participar en mercados internacionales de bonos de carbono, y la creación de capacidades y obtención de información estratégica para identificar oportunidades y futuras disposiciones o reglamentación respecto a los Gases de Efecto Invernadero. En la actualidad la cifra de industrias que participa de este programa asciende a unas cien.

Por otro lado, durante el año 2009, México lanzó el "Programa Especial de Cambio Climático 2009 – 2012" (PECC). Este es un programa voluntario a nivel federal, un instrumento de política que compromete a todas las dependencias del gobierno con el fin de fijar lo que se ha dado en llamar metas aspiracionales a nivel país e impulsar procesos productivos energéticamente eficientes y limpios. Con este programa, México asume como meta aspiracional la reducción en un 50% de sus emisiones de GEI para el año 2050, en relación con las emitidas en el año 2000, esperando contribuir a un posible escenario de estabilización de las concentraciones de estos gases en la atmósfera, a un nivel no superior a 450 partes por millón de dióxido de carbono equivalente (CO_2e), y un promedio global de emisiones Per cápita de 2.8 toneladas de CO_2e para el año 2050[13].

Brasil es otro país de Latinoamérica que no se ha quedado atrás en este sentido. En el año 2007, el Ministerio de Medioambiente de Brasil, creó la Secretaría de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental (SMCQ), dando un nuevo impulso a la problemática del Cambio Climático y los Gases de Efecto Invernadero.

En mayo del 2008, Brasil lanzó oficialmente el programa de Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (Brazil GHG Protocol Program) en Brasilia, con el fin de promover la gestión

[13] Programa Piloto de contabilidad y reporte de Gases Efecto Invernadero en México (Programa GEI-México). http://www.semarnat.gob.mx/queessemarnat/politica_ambiental/cambioclimatico/Pages/geimexico.aspx.

voluntaria de los Gases de Efecto Invernadero y crear las capacidades técnicas e institucionales necesarias para la contabilidad y presentación de los informes. Este programa asocia al Ministerio de Medioambiente del Brasil, el Consejo Empresarial Brasileño para el Desarrollo Sostenible, la Fundación Getúlio Vargas, el World Business Council on Sustainable Development, y el World Resources Institute, convirtiendo a Brasil en el segundo país de Latinoamérica después de México en desarrollar un programa nacional de emisiones basado en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero[14].

Ambos países representan ejemplos de involucramiento y de compromiso, ya que prueban que las naciones en vías de desarrollo también pueden aportar una solución a este problema. La implementación de este tipo de programas voluntarios a nivel nacional es el punto de partida para la implementación de políticas a mediano y largo plazo que fomenten la inversión en nuevas tecnologías, y las mejoras de los procesos actuales, entre otras, tendientes a mitigar los impactos negativos del Cambio Climático.

e. Otros Países

La Comunidad Económica Europea ha jugado un papel protagónico a través del desarrollo de inventarios, la asignación de derechos de emisión por país consistentes con el Protocolo de Kioto, estableciendo sanciones por exceso de emisiones y la compra/venta de derechos de emisión en los mercados de bonos de carbono.

El caso de los Estados Unidos es diferente de las naciones europeas, ya que por razones políticas y económicas no ha ratificado aún el Protocolo de Kioto. Si bien Al Gore apoyó el Protocolo de Kioto en el año 1997 y el presidente Bill Clinton firmó el acuerdo en 1998, la adhesión sólo fue simbólica hasta el 2001, año en el cual el gobierno de George W. Bush se retiró del protocolo negándose a ratificarlo, alegando para ello posibles perjuicios a la economía de los Estados Unidos.

A pesar de esto, EE.UU. ha estado trabajando en el tema a través de iniciativas relacionadas principalmente con los mercados de bonos de carbono. El Chicago Climate Exchange (CCX) es un ejemplo en este sentido, ya que es una iniciativa voluntaria que tiene como objetivo

[14] Programa brasilero de Protocolos de GHG. http://www.ghgprotocol.org/programs-and-registries/brazil-program

reducir y comerciar las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en América del Norte. Las empresas que firman el acuerdo vinculante para unirse al CCX deben cumplir con un compromiso de reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero en un determinado valor por debajo de la media de su línea de base para el período 1998-2001. En el CCX es obligatoria la presentación de un reporte de inventario de Gases de Efecto Invernadero (emisiones de gas natural, carbón y consumo de electricidad) que es verificado por terceros independientes[15].

Respecto a los Reportes de Gases de Efecto Invernadero, en octubre del año 2009, la Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU. (USEPA) publicó una Regla final que exige el reporte de los informes sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de todos los sectores económicos del país. Esta regla final se aplica a todos los proveedores industriales de combustibles fósiles y de gas, emisores de Gases de Efecto Invernadero directos y fabricantes de vehículos, y afecta a todas las instalaciones que emiten 25.000 toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente ($mtCO_2e$) o más por año[16].

[15] Chicago Climate Exchange (CCX). Disponible en http://www.chicagoclimatex.com/
[16] EPA Final Rule. Disponible en http://www.epa.gov/climatechange/emissions/ghgrulemaking.html

IV. Normativa Asociada

a. Antecedentes del Derecho Ambiental Internacional

Club de Roma (1968)

En Abril de 1968, un pequeño grupo internacional de profesionales de distintas disciplinas se reunió en Roma para discutir acerca del dilema del pensamiento a corto plazo en asuntos internacionales, y en particular sobre la preocupación del consumo ilimitado de recursos. Cada participante de la reunión se comprometió a pasar el año siguiente creando conciencia en los líderes mundiales sobre los temas cruciales globales del futuro. Alineado a esto cuatro años más tarde, en 1972, el Club de Roma emitió su primer reporte llamado "Los límites del crecimiento"[17]. El informe, encargado a un grupo de científicos del Instituto de Tecnología de la Universidad de Massachusetts, exploraba distintos escenarios en los que se conjugaban diversas opciones con el objeto de conciliar un progreso sustentable con las restricciones ambientales.

Las repercusiones del informe presentado por Dennis Meadows con el título de "Los Límites del Crecimiento" despertaron preocupación y polémicas poniendo en un inesperado primer plano la labor encarada por el Club de Roma.

Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano (1972)

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, reunida en Estocolmo en junio de 1972, emitió una declaración en la que se proclamaron entre otros los siguientes principios:

Principio 2: "Los recursos naturales de la tierra, incluidos, el aire, el agua, la tierra, la flora y la fauna y especialmente muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras mediante una cuidadosa planificación u ordenación, según convenga."

[17] The Club of Rome, 1972. The Limits of Growth. A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, D. Meadows et al.

Principio 6: ″Debe ponerse fin a la descarga de sustancias tóxicas o de otras materias y a la liberación de calor, en cantidades o concentraciones tales que el medio no pueda neutralizarlas, para que no se causen daños graves irreparables a los ecosistemas. Debe apoyarse la justa lucha de los pueblos de todos lo países contra la contaminación."

Estos principios pusieron sobre el tapete una cuestión hasta el momento desconocida: El problema del Desarrollo Sustentable. Ya en el principio 2 se establece el tema de la contaminación del aire y sus efectos sobre los ecosistemas, mientras que en el principio 6 se esboza la cuestión del cese de descargas de sustancias tóxicas para evitar daños irreparables. Si bien en 1972 se desconocían los efectos del Cambio Climático esto sentó las bases para las convenciones posteriores.

Primera Conferencia Mundial sobre el Clima (1979)

En el año 1979 se celebró en Ginebra la primera Conferencia Mundial sobre el Clima, convocada por la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

La OMM es un organismo especializado de la ONU, que se encuentra integrado por 185 países miembros, y que tiene como objetivo coordinar la actividad científica mundial y facilitar la cooperación internacional en materia de servicios y observaciones meteorológicas.

En esta conferencia por primera vez se consideró a nivel internacional el Cambio Climático como una amenaza real para el planeta. La Conferencia emitió una declaración que convocaba a los gobiernos a controlar y prever cambios potenciales en el clima, provocados por el ser humano, que pudieran resultar adversos para el bienestar de la humanidad. Asimismo, se estableció un Programa Mundial sobre el Clima (PMC), bajo la responsabilidad conjunta de la OMM, el PNUMA y el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU en inglés).

Carta Mundial de la Naturaleza (1982)

La Carta Mundial de la Naturaleza fue aprobada por la Resolución 37/7 de la Asamblea General de la ONU en el año 1982, delineando una serie de principios generales de preservación y de respeto a la naturaleza, conservación de los ecosistemas, de los organismos y de los recursos atmosféricos utilizados por el hombre.

Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Informe Bruntland sobre Nuestro Futuro Común (1984)

En octubre de 1984 se reunió por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo (World Commission on Environment and Development), atendiendo un urgente llamado formulado por la Asamblea General de las Naciones Unidas en el sentido de establecer una Agenda Global para el Cambio (A Global Agenda For Change). La Comisión partió de la convicción de que es posible para la humanidad construir un futuro más próspero, más justo y más seguro. Con ese enfoque optimista publicó en abril de 1987 su informe denominado "Nuestro Futuro Común" (Our Common Future), que definió el término "Desarrollo Sostenible" como aquel que garantiza las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, planteando además el concepto de crecimiento económico basado en políticas de sustentabilidad de los recursos.

Particularmente, en lo que respecta a energía, el informe planteó que los ecosistemas serán incapaces de resistir una demanda cada vez más creciente de energía si la misma se basa en recursos no renovables, y definió también los problemas de calentamiento y acidificación como intolerables. Más importante aún fue su declaración de que la estructura energética del siglo XXI debía basarse en fuentes de energía renovables.

Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985)

El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono fue aprobado el 22 de marzo de 1985. Contiene 20 artículos y un anexo en los que se establecen disposiciones sobre las medidas de control, el cálculo de los niveles de control, investigación y desarrollo, entre otros.

El Artículo 2 establece objetivos de reducción en los niveles calculados de consumo y de producción de las sustancias controladas que figuran en los grupos I y II del Anexo A respecto del año 1986, y objetivos subsiguientes de reducción para los períodos de julio 1993 a junio 1994 y de julio 1998 a junio 1999.

Las naciones en desarrollo poseen un apartado especial en el inciso 1 del artículo 5 en el cual se establece que todo país en desarrollo y cuyo consumo anual calculado de sustancias controladas sea inferior a 0,3 kilogramos Per cápita tiene derecho a aplazar por diez años el cumplimiento de las medidas de control establecidas en los párrafos 1 a 4 del artículo 2, pero impone como condición que no se supere el límite de 0,3 kilogramos Per cápita.

Protocolo de Montreal (1987)

El Protocolo de Montreal es un acuerdo internacional que limita, controla y regula la producción, el consumo y el comercio de sustancias nocivas para la capa de ozono. El Protocolo plantea metas de reducción en la producción de gases Clorofluorcarbonados (CFC), Halones y Bromuro de Metilo, cuya presencia en la atmósfera es considerada la principal causa de la disminución de la capa de ozono.

El Artículo 5 del Protocolo divide a los países participantes de acuerdo al consumo Per cápita de estas sustancias, otorgando distintos plazos para cumplir con las obligaciones impuestas. Establece los plazos y los niveles de producción y consumos permitidos de estos gases para el año 2010. En el caso de los Hidrofluorocarbonados (sustancias de bajo potencial agotador de ozono, consideradas como de transición y listadas en el anexo C), el calendario de reducción es paulatino, alcanzando una eliminación total para el año 2030.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (1992)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático plantea como preocupación común de la humanidad, los cambios en el clima del planeta y sus efectos adversos, poniendo a las actividades humanas como las principales responsables de los aumentos en las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera.

La Convención Marco establece las directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las partes incluidas en el Anexo I de la Convención y las directrices para la presentación de los inventarios anuales.

En su preámbulo hace una serie de declaraciones en las que se plantean distintas aristas de un problema en común de la humanidad que no puede entenderse de manera local o regional sino globalmente, ya que afecta a toda la humanidad en su conjunto, a las generaciones actuales y futuras. Entre ellas se plantea que las emisiones de Gases de Efecto Invernadero son responsabilidad histórica de los países desarrollados y que las emisiones de los países en desarrollo son aún relativamente reducidas, planteando la problemática de estos últimos en relación con sus necesidades de desarrollo económico y social.

Alineado con esto, la convención afirma que para dar respuesta al Cambio Climático deben tenerse en cuenta los efectos adversos sobre la economía y el desarrollo social, ya que para lograr un crecimiento económico sostenido y la erradicación de la pobreza, los países en desarrollo deberán tener acceso a los recursos y tecnologías disponibles en los países desarrollados.

La Convención también plantea la complejidad del Cambio Climático debido a la gran cantidad de variables involucradas, y solicita la cooperación de todos los países para dar una respuesta apropiada de conformidad con sus responsabilidades comunes, y reconoce el derecho de cada país de explotar sus recursos, siempre y cuando no causen un daño al medioambiente de otras naciones (de acuerdo con las disposiciones de la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, aprobada en Estocolmo en 1972).

En su artículo 2, establece como objetivo la estabilización de las concentraciones de los Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas

peligrosas en el sistema climático, en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitiendo que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

En el artículo 3 se establecen principios relacionados con la protección del sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, basados en la equidad y teniendo en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias particulares de los países en desarrollo. Así como también establece que deberán tomarse medidas para prevenir y mitigar las causas y los efectos adversos del Cambio Climático. Algo importante para destacar en este artículo es que esboza transversalmente el principio precautorio, en el cual no hace falta la certeza científica del daño sino que es suficiente con que se plantee una amenaza de daño. La existencia de "indicios" es condición suficiente para la adopción de medidas.

Protocolo de Kioto (1997)

El Protocolo de Kioto en su Anexo A define como Gases de Efecto Invernadero a los siguientes: Dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonados (HFC), Perfluorocarbonados (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6).

Es importante aclarar que tanto los compuestos halogenados como los fluorcarbonados (CFCs), el hidrofluorcarbonado 22 (HCFC-22), los halones, el cloroformo de metilo y el tetracloruro de carbono no se encuentran incluidos en el Protocolo por hallarse ya considerados dentro del Protocolo de Montreal de 1987.

El Anexo I del Protocolo contiene un listado de países desarrollados, que son aquellos que tienen un compromiso cuantificado de disminución de las emisiones de los Gases de Efecto Invernadero antes enumerados, encontrándose entre ellos países como Canadá, La Unión Europea, Francia y Reino Unido, entre otros. Cabe destacar que Argentina no se encuentra entre los países del Anexo I.

El artículo 2 de la Convención fija los objetivos que deberán perseguir las naciones incluidas en el Anexo I a través de las diferentes políticas y lineamientos tendientes a cumplir con los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos a raíz del

artículo 3. En este artículo se detallan como puntos más importantes el desarrollo de políticas de fomento de la eficiencia energética, la protección de los sumideros y los depósitos de los Gases de Efecto Invernadero, la promoción de prácticas de gestión forestal y agrícola sostenibles, la investigación, promoción y desarrollo de nuevas formas de energía renovable y tecnologías de captura de dióxido de carbono, las medidas para limitar y/o reducir las emisiones y la cooperación entre naciones del Anexo I, entre otras. El inciso 3 de este artículo, por otra parte, solicita a los países del Anexo I la aplicación de políticas para reducir al mínimo de los efectos adversos del Cambio Climático y la colaboración de estas naciones con los países en desarrollo.

El artículo 3 en su inciso 1 fija un objetivo con miras a la reducción de las emisiones antropogénicas agregadas, expresadas en dióxido de carbono equivalente, de los GEI en no menos de 5% respecto al valor de 1990 en el período comprendido entre los años 2008 y 2012. Mientras que en el inciso 2 de dicho artículo se exige que para el año 2005 las naciones demuestren “un avance concreto” en el cumplimiento de sus compromisos contraídos en el Protocolo. El inciso 4 establece el año 1990 como año base para el cálculo de emisiones, exigiendo la presentación de esta información como así también la estimación de las variaciones de los años subsiguientes.

El artículo 5 en su inciso 1, solicita a cada una de las partes incluidas en el Anexo I que establezcan, a más tardar un año antes del comienzo del primer período de compromiso, un sistema nacional que permita la estimación de las emisiones antropogénicas. Así como también declara la creación de directrices con metodologías específicas que permitan la creación de un programa nacional de contabilidad de emisiones. Este artículo es muy importante ya que crea las bases para el desarrollo de las directrices del IPCC que establecen las metodologías para calcular las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

b. Asamblea General de las Naciones Unidas. Resoluciones Relativas a la Protección del Clima Mundial para las Generaciones Presentes y Futuras[18]

Resolución 43/53 (6 de diciembre de 1988)

En 1988, la Asamblea General de las Naciones Unidas aprueba esta resolución, propuesta por el Gobierno de Malta, en la que se pedía *"*...la protección del clima para las generaciones actuales y futuras de la humanidad*"*. Esta resolución reconoce que los cambios climáticos afectan a toda la humanidad y que deben abordarse desde una perspectiva global y no individualmente como esfuerzos aislados. También establece que es necesaria la adopción de medidas desde una perspectiva mundial e insta a los gobiernos e instituciones a dar prioridad al Cambio Climático.

Resolución 44/228 (22 de diciembre de 1989)

Esta resolución establece que la conferencia debe fijar estrategias y tomar medidas para mitigar los efectos del Cambio Climático y para promocionar el desarrollo sostenible.
Plantea una serie de cuestiones ambientales relacionadas con la protección de la atmósfera, la calidad de los recursos y el suministro de agua potable, los océanos, la conservación de la diversidad biológica y una gestión ambientalmente racional de la biotecnología, entre otras.

Resolución 44/207 (22 de diciembre de 1989)

Esta resolución recomienda a los gobiernos que amplíen su conocimiento científico respecto al Cambio Climático y que colaboren limitando y reduciendo aquellas actividades que atenten contra el clima.
Reafirma el carácter universal del Cambio Climático, y alienta a los gobiernos a promover un mecanismo internacional de financiación para apoyar a los países en desarrollo.

[18] Resoluciones de las Naciones Unidas. Disponibles en http://unbisnet.un.org/indexs.htm

Resolución 45/212 (21 de diciembre de 1990)

Esta resolución establece un único proceso de negociación intergubernamental apoyado por el PNUMA, reafirmando los principios enumerados en las dos resoluciones anteriores y estableciendo un fondo especial de contribuciones voluntarias, para asegurar que los países en desarrollo puedan participar en el proceso de negociación.

Con esta resolución, se pusieron oficialmente en marcha las negociaciones acerca de una convención sobre el Cambio Climático, bajo la dirección del Comité Intergubernamental de Negociaciones (CIN).

Resolución 46/169 (19 de diciembre de 1991)

Esta resolución reconoce la labor del Comité Intergubernamental de Negociaciones y lo insta a que acelere y concluya con éxito las negociaciones y que apruebe la convención general sobre Cambios Climáticos.

c. Normativa de la Comunidad Económica Europea

La Comunidad Económica Europea ha jugado un papel muy importante en la implementación del Protocolo de Kioto, plasmado a través del desarrollo de inventarios nacionales, la asignación de derechos de emisiones por país consistentes con éste, el establecimiento de sanciones por el exceso de emisión y la compra/venta de derechos de emisión en los mercados de bonos de carbono.

A continuación se detalla una serie de directivas que ilustran mejor esta cuestión:

Protocolo del Convenio de 1979 sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia, relativa a la Financiación a Largo Plazo del Programa Concertado de Seguimiento Continuo y Evaluación del Transporte a Gran Distancia de los Contaminantes Atmosféricos en Europa (EMEP) - 21986A0704 (01)

Adopta el Protocolo del Convenio del año 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a la financiación a largo plazo de un programa concertado de seguimiento continuo y la evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP).

Crea un fondo general de asignación especial para la financiación de la aplicación del convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, creado por el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas, donde cada país se obliga a participar desembolsando una parte a manera de contribución obligatoria.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático – Declaraciones - 21994A0207 (02)

Esta declaración adopta la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El Anexo B está compuesto por una Declaración de la Comunidad Económica Europea con arreglo al apartado 3 del artículo 22 de la Convención Marco sobre el Cambio Climático.

Establece que la Comunidad Económica Europea tiene competencia conjuntamente con sus estados miembros para emprender acciones encaminadas a la protección del medioambiente.

En el Anexo C se declara el compromiso sobre la limitación de las emisiones antropogénicas de CO_2 establecido en el apartado 2 del artículo 4 de la Convención, afirmando el objetivo de estabilizar las emisiones de este gas al nivel del año 1990.

Directiva del Consejo 91/565/CE del Consejo, relativa al Fomento de la Eficacia Energética en la Comunidad (Programa SAVE)

Dentro de los considerandos (2), (3) y (4) esta directiva fija como objetivo la estabilización para el año 2000 de las emisiones totales de CO_2 en el nivel registrado en 1990, menciona el Protocolo de Kioto y los compromisos de la Comunidad y sus estados miembros, y declara que para conseguir una reducción significativa de las emisiones, es necesario hacer un esfuerzo adicional, ya que se estima que las emisiones de CO_2 generadas por el consumo de energía aumentarán aproximadamente en un 3 % entre los años 1995 y 2000, en condiciones normales de crecimiento económico.

Esta decisión aprueba un programa plurianual de fomento de la eficiencia energética, denominado programa SAVE, que es un programa específico de apoyo a medidas legislativas y no legislativas destinado al fomento del uso racional y eficiente de los recursos energéticos.

Directiva 93/389/CE: Decisión del Consejo, de 24 de junio de 1993, relativa a un Mecanismo de Seguimiento de las Emisiones de CO_2 y de Otros Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad

Esta directiva establece un mecanismo de seguimiento de las emisiones de CO_2 y de otros Gases de Efecto Invernadero y de evaluación del progreso en el cumplimiento de los compromisos respecto a dichas emisiones. Este mecanismo tiene como objetivo ayudar a los estados miembros de la comunidad a determinar la cuota total de derechos de emisión que se debe asignar.

El artículo 1 establece un mecanismo de supervisión para las emisiones antropogénicas de CO_2 y otros Gases de Efecto Invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal.

El artículo 2 establece que los estados miembros deberán elaborar, publicar y poner en práctica programas nacionales para limitar sus emisiones antropogénicas de CO_2. Es decir, crea programas nacionales de reducción de emisiones para contribuir a la estabilización de las mismas para el año 2000 al nivel de 1990 en toda la Comunidad. El inciso 2 de este artículo, exige a sus estados miembros que incluyan en sus programas nacionales los inventarios de sus emisiones antropogénicas de CO_2 clasificadas según su origen, así como también una descripción de las políticas y las medidas adoptadas a fin de aumentar la captación de dichas emisiones.

El artículo 3 se refiere a los inventarios y la comunicación de datos a través de la utilización de una metodología desarrollada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos o una metodología compatible con esta.

Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la Prevención y al Control Integrado de la Contaminación

Esta directiva establece medidas para evitar o reducir las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo, incluidas las medidas relativas a los residuos, por parte de las industrias nuevas o en funcionamiento, con el fin de proteger al medioambiente en su conjunto. Define las condiciones de emisión, el acceso a la información y la participación pública en el procedimiento de concesión de permisos, el intercambio de información, los efectos transfronterizos y los valores límite de las emisiones comunitarias, entre otros.

Directiva 2002/358/CE relativa al Cumplimiento Conjunto de los Compromisos Contraídos

Esta directiva establece la relación entre el régimen comunitario y los regímenes de comercio de derechos de emisión de Gases de Efecto Invernadero de países terceros.

Directiva 2003/87/CE relativa al Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.

Esta directiva establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de Gases de Efecto Invernadero dentro de la Comunidad Económica Europea, con el fin de fomentar reducciones económicamente eficientes de las emisiones de estos gases de una forma eficaz en relación con los costos. Esta directiva modifica a la Directiva 96/61/CE.

Directiva 2004/259/CE relativa a la Celebración, en nombre de la Comunidad Económica Europea, del Protocolo del Convenio de 1979 sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Gran Distancia Provocada por Contaminantes Orgánicos Persistentes

Esta decisión aprueba en nombre de la Comunidad el Protocolo del Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes, y autoriza al presidente del consejo para designar a las personas habilitadas para depositar en nombre de la Comunidad Económica Europea el instrumento de aprobación en la Secretaría General de las Naciones Unidas, de conformidad con el artículo 16 del Protocolo.

Directiva 2009/29/CE

Esta directiva modifica a la Directiva anterior mejorando y ampliando el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de Gases de Efecto Invernadero.

d. Normativa de los Estados Unidos de América

La Agencia de Protección del Ambiental (EPA) es una agencia del gobierno federal de los Estados Unidos encargada de proteger el medio ambiente. La EPA comenzó sus operaciones el 2 de diciembre de 1970, cuando fue establecida por el entonces presidente de EE.UU. Richard Nixon.

La EPA ha emitido la siguiente normativa relacionada con la contaminación del aire:

- 1955 - Air Pollution Control Act
- 1963 - Clean Air Act

Esta ley define las responsabilidades de la agencia en la protección y mejora de la calidad de aire y la capa de ozono estratosférico. A lo largo de su historia ha sufrido varios cambios, sin embargo, su enmienda más importante fue promulgada por el Congreso en el año 1990. Esta ley se incorporó al código de los Estados Unidos como Título 42, Capítulo 85.

A continuación se listan las modificaciones y agregados a la norma:

- 1965 - Motor Vehicle Air Pollution Control Act
- 1966 - Clean Air Act Amendments
- 1967 - Air Quality Act
- 1969 - National Environmental Policy Act
- 1970 - Clean Air Act Extension
- 1976 - Toxic Substances Control Act
- 1977 - Clean Air Act Amendments
- 1990 - Clean Air Act Amendments

Sentencia de la Corte Suprema de Justicia de EE.UU. – Massachussets et al. Vs. EPA, Abril 2007

El 20 de octubre de 1999, el Centro Internacional de Evaluación de Tecnologías y otras dieciocho organizaciones privadas solicitaron a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos la regulación de las emisiones de Gases con Efecto Invernadero, incluyendo el dióxido de carbono, de los nuevos vehículos motorizados, bajo el párrafo 202 de la Ley de Aire Limpio (Clean Air Act).

Basado en la opinión científica de que el aumento global de las temperaturas y los cambios en las condiciones climatológicas y ambientales son el resultado de un incremento significativo

en la concentración atmosférica de los Gases de Efecto Invernadero, un grupo de organizaciones privadas solicitó a la EPA que comience a regular las emisiones de cuatro de esos gases, incluyendo al dióxido de carbono, bajo el párrafo 202 de la Ley de Aire Limpio. La EPA denegó la petición, argumentando que 1) la ley no autoriza a emitir normas mandatorias sobre Cambio Climático, 2) aún cuando tuviera la autoridad para establecer normas de emisión de Gases de Efecto Invernadero, esto no sería recomendable, ya que a la fecha no existe una relación inequívoca entre estos gases y el aumento en la temperatura global del planeta.

En general, la EPA sostuvo además que tales gases no entraban dentro de la definición de contaminantes del aire que contemplaba la ley. Finalmente, afirmó que la normativa había sido pensada, aún en su última enmienda de 1990, como un instrumento destinado a la lucha contra la contaminación local y no como herramienta para regular las concentraciones a nivel global.

El caso pasó a la corte de apelaciones de Columbia que no pudo fallar sobre la cuestión de fondo. El tribunal sostuvo que la EPA había ejercido sus facultades legales al negarse a regular los gases con efecto invernadero bajo la Ley de Aire Limpio. Por consiguiente, la Corte denegó la petición de revisión.

El caso se elevó entonces a la Corte Suprema de Justicia de los Estados Unidos. Sobre la cuestión de fondo, la Corte señaló que la EPA estaba autorizada para regular la emisión de Gases de Efecto Invernadero de los vehículos. Siguiendo este razonamiento, el tribunal consideró que, bajo los términos de la Ley de Aire Limpio, la EPA podía evitar tomar acciones sólo si determinaba que estos gases no contribuían al Cambio Climático o si proveía alguna explicación razonable para no ejercer su autoridad. Así, la Corte se opuso a la posición de no regular tales gases mientras no existiera certeza científica de la relación entre estos y el calentamiento global: si la incertidumbre era suficiente para impedir una decisión fundada, la EPA debía decirlo. El Tribunal, por tanto, ordenó que la agencia ambiental determinara si las emisiones de Gases con Efecto Invernadero de los nuevos vehículos a motor contribuían a la contaminación del aire, de manera que razonablemente pudiera anticiparse un daño a la salud o al bienestar.

Transcurrieron dos años hasta que la EPA finalmente declaró que las concentraciones de los seis gases que contribuyen al efecto invernadero son un peligro para la salud pública y el

bienestar en los términos de la Ley de Aire Limpio, y que en los vehículos, la emisión combinada de cuatro de ellos contribuye a la concentración de gases contaminantes y, por lo tanto, al Cambio Climático.

Regla Final Mandatoria de la EPA sobre Gases de Efecto Invernadero (EPA Mandatory GHG Final Rule)

Durante el mes de octubre del año 2009 la EPA publicó una Regla Final exigiendo el reporte de los informes sobre las emisiones de Gases de Efecto Invernadero de todos los sectores de la economía de los Estados Unidos. Esta regla final se aplica a todos los proveedores industriales de combustibles fósiles y de gas, emisores de Gases de Efecto Invernadero directos y fabricantes de vehículos, y afecta a todas las instalaciones que emiten 25.000 toneladas métricas de dióxido de carbono equivalente ó más por año.

Esta regla fue firmada el 22 de septiembre de 2009 y entró en vigor a los 60 días posteriores a su publicación en el Registro Federal. Esta regla exige comenzar a monitorear a partir del 1 de enero de 2010, debiendo presentar los informes antes del 31 de marzo de 2011.

e. Legislación de la República Argentina

Si bien la República Argentina no cuenta con legislación específica relacionada con el Cambio Climático y en particular con el desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero, se puede enumerar una serie de normativa relacionada con la temática en cuestión que aborda de alguna manera esta problemática.

Constitución Nacional

Artículo 41: "Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.
Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.
Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquéllas alteren las jurisdicciones locales."

Artículo 75 inciso 22: "Aprobar o desechar tratados concluidos con las demás naciones y con las organizaciones internacionales y los concordatos con la Santa Sede. Los tratados y concordatos tienen jerarquía superior a las leyes….
…Los demás tratados y convenciones sobre derechos humanos, luego de ser aprobados por el Congreso, requerirán del voto de las dos terceras partes de la totalidad de los miembros de cada Cámara para gozar de la jerarquía constitucional."

El Artículo 75 inciso 24: Establece en su primer párrafo: "Aprobar tratados de integración que deleguen competencias y jurisdicción a organizaciones supra estatales en condiciones de reciprocidad e igualdad y que respeten el orden democrático y los derechos humanos. Las normas dictadas en su consecuencia tienen jerarquía superior a las leyes."

Ley 23.724 (23 de octubre de 1989)

Esta ley aprueba el Convenio de Viena para Protección de la Capa estratosférica de Ozono.

Ley 23.778 (01 de junio de 1990)

Aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono.

Ley 24.295 (11 de enero de 1994)

La ley ratifica la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y transcribe el texto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Ley 25.438 (19 de julio de 2001)

Esta ley ratifica el Protocolo de Kioto de l a Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Kioto - Japón.

Ley 25.675 - Ley General del Ambiente (28 de noviembre de 2002)

El artículo 6 de la Ley general del Ambiente establece el concepto de Presupuesto mínimo: ″Se entiende por presupuesto mínimo, establecido en el artículo 41 de la Constitución Nacional, a toda norma que concede una tutela ambiental uniforme o común para todo el territorio nacional, y tiene por objeto imponer condiciones necesarias para asegurar la protección ambiental. En su contenido, debe prever las condiciones necesarias para garantizar la dinámica de los sistemas ecológicos, mantener su capacidad de carga y, en general, asegurar la preservación ambiental y el desarrollo sustentable.”

Decreto 822/98 - Poder Ejecutivo Nacional (23 de julio de 1998)

Este decreto crea de la Oficina Argentina de Implementación Conjunta (OAIC), Ley 24.295 en el ámbito de la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable, con el objeto de llevar a cabo acciones vinculadas con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, apoyando actividades a desarrollarse por medio de los mecanismos previstos a tal fin por el Protocolo de Kioto.

Decreto 2213/02 - Poder Ejecutivo Nacional (05 de noviembre de 2002)

Este decreto relacionado con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, designa a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable como Autoridad de Aplicación de la Ley 24.295.

Decreto 1070/05 - Poder Ejecutivo Nacional (05 de septiembre de 2005)

Este decreto crea el Fondo Argentino del Carbono (FAC) con el fin incentivar el desarrollo de proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) y designa como autoridad de aplicación a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Resolución 849/99 - Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable (05 de octubre de 1999)

Esta resolución reglamenta el funcionamiento del Comité Ejecutivo de la OAIC.

Resolución 1125/01 - Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental (05 de noviembre de 2001)

Esta resolución crea el Programa Nacional sobre Impactos del Cambio Climático.

Resolución 435/02 - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (18 de junio de 2002)

Esta resolución crea el formato de presentación de proyectos MDL ante la Oficina Argentina para un Desarrollo Limpio.

Resolución 56/03 - Ministerio de Desarrollo Social (05 de marzo de 2003)

Esta resolución crea la Unidad de Cambio Climático bajo el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social.

Resolución 239/04 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (24 de marzo de 2004)

Esta resolución aprueba el mecanismo de consulta previa para la presentación de ideas de proyecto ante Unidad de Cambio Climático. Contiene un anexo en el cual se detalla cómo se establece el mecanismo de consulta previa.

Resolución 736/04 Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (01 de noviembre de 2004)

Esta resolución crea en el ámbito de la Unidad de Cambio Climático y en la órbita y bajo el control de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la comisión de enlace con organizaciones de la sociedad civil.

Resolución 825/04 - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (09 de noviembre de 2004)

Esta resolución aprueba las normas de procedimiento para la evaluación nacional de proyectos presentados ante la oficina argentina del Mecanismo para un Desarrollo Limpio.

Resolución 240/05 - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (02 de marzo de 2005)

Esta resolución identifica a la OAIC como Oficina argentina del mecanismo para un desarrollo limpio (Decreto 822/98).

Resolución 248/05 - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (07 de marzo de 2005)

Esta resolución establece el Programa Nacional de Escenarios Climáticos bajo el ámbito de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Resolución 512/06 - Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (13 de junio de 2006)

Esta resolución crea una Comisión para el estudio del Cambio Climático en la Antártida e Islas del Atlántico Sur.

Resolución 166/09 - Consejo Federal de Medio Ambiente (01 de abril de 2009)

Esta resolución constituye la Comisión "Ad Hoc" de Cambio Climático.

V. Desarrollo del Reporte o Inventario de Gases de Efecto Invernadero

1 Definición de los Límites del Inventario

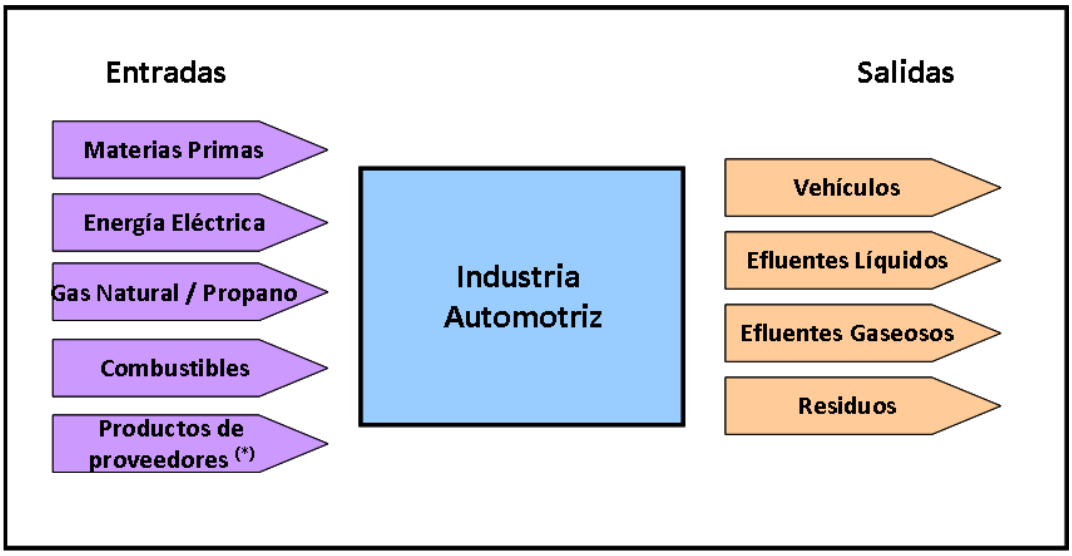
a. Controles Operacionales de la Empresa

La planta se encuentra instalada en la zona norte de la Provincia de Buenos Aires, República Argentina. Forma parte de una multinacional dedicada principalmente a la fabricación de vehículos, aunque la misma cuenta con otros servicios. En la actualidad, la multinacional fabrica y distribuye automóviles en más de 200 países, cuenta con plantas en todos los continentes y emplea a unas 200.000 personas en todo el mundo.

La planta fabrica 3 modelos de vehículos, exporta más del 65% de su producción principalmente a los países del MERCOSUR y su producción es de unas 80.000 unidades anuales en un solo turno.

Para poder fabricar los vehículos, la planta cuenta con una numerosa cantidad de proveedores de piezas y servicios, dado que los únicos procesos que se llevan a cabo en el predio se encuentran relacionados con el estampado de piezas metálicas, el pintado y el armado de vehículos. Entre los principales proveedores se encuentran aquellos que abastecen a la planta de chapas de acero, pinturas, motores, piezas y componentes de variados tamaños y características.

b. Limites Operacionales



(*) Productos de los proveedores que se utilizan para el armado del vehículo, por ejemplo, asientos, paragolpes, motores, que no pueden clasificarse como materia prima

Figura 3

Flujograma de las Entradas y Salidas de la Industria

La empresa cuenta con 3 plantas productivas donde se estampan las chapas, se arman, se pintan las carrocerías, y se ensamblan los vehículos que son almacenados para su posterior venta al mercado nacional e internacional. En ella trabajan diariamente unas 3500 personas, incluyendo proveedores y contratistas.

En el año 2008 la planta fabricaba 3 modelos, dos modelos de auto y una camioneta a los que a los fines del inventario hemos denominado Automóvil Modelo A, Automóvil Modelo B y Camioneta Modelo C respectivamente.

c. Actividades y Principales Procesos Desarrollados dentro del Predio de la Empresa, Servicios e Impactos. Breve Descripción de las Fuentes de Emisión

La energía eléctrica utilizada en la planta es adquirida a través del Mercado Eléctrico Mayorista Argentino. Es un servicio compuesto, ya que consta de 2 proveedores, uno que suministra la energía eléctrica y el otro que provee el transporte. Adicionalmente, la planta cuenta con generadores diesel que funcionan únicamente en casos de emergencia.

El gas natural que se utiliza tanto para la producción de vehículos (hornos y calefactores de planta) como para los servicios de confort humano (calefacción y agua caliente) es adquirido. Como la provisión de energía, el gas es también un servicio compuesto por 2 proveedores: uno que suministra el gas en boca de pozo y el otro que provee el transporte. En los casos de corte total de suministro de gas natural (durante los meses invernales), la planta cuenta con tanques de propano que abastecen una mezcla de propano-aire a todos los servicios productivos y no productivos.

La planta genera también aire comprimido que se utiliza principalmente en las plantas de pintura y de estampado de piezas. Cabe aclarar que este consumo no se ha contabilizado aparte en el inventario ya que se encuentra incluido en el consumo general de energía eléctrica de la planta.

La planta no cuenta con agua corriente, sino que se abastece a través de pozos de agua potable instalados en distintos puntos del predio. El agua se utiliza para alimentar diversos servicios como torres de enfriamiento, comedores, sanitarios, duchas y vestuarios, operaciones de planta, agua de bebida, etc.

Tratamiento de Efluentes

El tratamiento de los efluentes líquidos industriales y cloacales generados en los distintos procesos productivos y sanitarios se realiza dentro de la planta por separado.

La planta sanitaria procesa todos los efluentes provenientes de los comedores, los baños, las duchas y los vestuarios. Estos efluentes ingresan a un pozo colector y desde allí son derivados

a los tanques de tratamiento de la planta. En los tanques ocurre un proceso de aireación extendida que trabaja por el principio de lodos activados. Los sólidos disueltos y coloidales llamados sustrato se transforman en flocs biológicos debido a la oxidación provocada por la inyección de aire. Parte del sustrato se transforma en dióxido de carbono (CO_2) y agua, y el resto en materia celular inerte que se acumula dentro del floc. El líquido clarificado de ambos tanques continúa el proceso, mientras que los barros generados son enviados a lechos de secado al aire libre, en donde los sólidos quedan retenidos, mientras que los líquidos escurridos son retornados al tratamiento.

La planta de efluentes industriales procesa todos los efluentes provenientes de los procesos productivos y de las áreas anexas. Los efluentes líquidos provenientes de los distintos procesos ingresan a un tanque de ecualización con aireación y de allí se envían al tratamiento fisicoquímico propiamente dicho. Este tratamiento consiste en una agitación, regulación del pH, coagulación y floculación.
Una vez realizado este tratamiento, el líquido clarificado continúa el tratamiento mientras que los barros son enviados a los lechos de secado. Nuevamente los sólidos secos son removidos mientras que los líquidos drenados son devueltos para ser tratados nuevamente.

Gestión de los residuos

La planta genera, segrega, trata y dispone una variada cantidad de residuos sólidos, semisólidos y líquidos. Estos residuos son manipulados y dispuestos de acuerdo con las normas vigentes dividiéndose principalmente en cuatro tipos: residuos especiales o peligrosos, residuos industriales de tipo domiciliario o industrial no peligroso, residuos reciclables y residuos patogénicos u hospitalarios. Estos residuos pueden clasificarse también por volumen, peligrosidad, estado físico, etc., pero a los fines de la confección del inventario se han divido en los siguientes:

i. Residuos generados en las Plantas de Tratamiento de Efluentes

En la planta de tratamiento de efluentes industriales se genera un barro considerado como peligroso debido a sus características físico-químicas (metales pesados). Estos barros tienen como destino final un relleno de seguridad.
En la planta de tratamiento de efluentes cloacales se genera un barro considerado como no peligroso o industrial cuyo tratamiento final es la incineración controlada en un tratador de residuos habilitado para tal fin.

Los sistemas de tratamiento y eliminación de aguas y lodos residuales emiten principalmente CH_4 y N_2O, por tratarse de procesos aeróbicos (tratamiento de efluentes sanitarios de la planta), siendo el N_2O generado por la nitrificación y desnitrificación. El tratamiento de aguas residuales también produce CO_2 pero este es de origen biológico, por lo que no se incluye al momento de realizar el inventario de gases.

ii. Desechos Patogénicos u Hospitalarios

La planta cuenta con varios servicios médicos. En los mismos se llevan a cabo tareas de rutina para este tipo de servicios, por lo que se generan mensualmente cantidades muy pequeñas de desechos. Los residuos generados en los servicios médicos también son incinerados en un tratador de residuos habilitado a tal fin.

El tratamiento y disposición final de los residuos hospitalarios emiten principalmente CO_2, CH_4 y N_2O.

iii. Desechos Sólidos Municipales (DSM)

Estos residuos se generan en distintos sectores de la Planta. Provienen principalmente de los comedores, y están compuestos en su mayoría por residuos de tipo orgánico, como restos de comida, podas y jardinería, y una fracción menor de residuos inorgánicos como botellas plásticas, trapos, guantes, lijas, etc. Estos residuos son dispuestos diariamente al relleno sanitario del CEAMSE (Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado).

En general los rellenos se clasifican en dos categorías: controlados y no controlados. Los primeros son aquellos que realizan una gestión de sus desechos y que cuentan, entre otros, con material de cobertura, compactación, nivelación del terreno, etc. Todos los demás rellenos que no cumplen con estos requisitos se consideran como no controlados. Por lo tanto, el relleno sanitario del CEAMSE se considera como un vertedero controlado de tipo abierto.

Respecto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, en general las emisiones de CH_4 provenientes de los rellenos son la mayor fuente de emisiones del sector de residuos.

Las directrices del IPCC establecen que "En los sitios de eliminación de desechos sólidos (SEDS), la mayor parte de los desechos generan un gas con aproximadamente 50 por ciento de CH_4. Sólo los materiales que incluyen cantidades sustanciales de grasa o aceite pueden generar gas con mucho más del 50 por ciento de CH_4"[19].

iv. Residuos Sólidos Especiales o Peligrosos

Estos residuos son generados en distintos procesos productivos de la planta. Su composición varía, pero básicamente se encuentran compuestos por materiales que han sido contaminados con alguna clase de hidrocarburo como aceites y solventes, entre otros. Estos desechos son incinerados en un tratador de residuos habilitado.

De la misma manera que los desechos patogénicos u hospitalarios, el proceso de incineración de estos residuos emite principalmente CO_2, CH_4 y N_2O.

v. Barros de cataforesis

Estos barros tienen su origen en la operación de cataforesis de la planta de pintado. Son barros que contienen compuestos considerados peligrosos, por lo que se disponen como tales incinerándose en un tratador habilitado.

[19] Volumen 5, Capitulo 3, de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

La incineración de estos barros también genera CO_2, CH_4 y N_2O, como en el caso de los desechos hospitalarios y de los residuos sólidos especiales.

vi. Aceites lubricantes e hidráulicos

Estos residuos se generan principalmente en las operaciones de mantenimiento de los distintos equipos de la compañía. También son incinerados en un tratador habilitado.

vii. Solventes

Estos desechos se generan principalmente en la planta de pintado, producto del uso en el proceso (tecnología base solvente) y en las operaciones diarias de limpieza de las cabinas. Si bien la mayor parte de los solventes de desecho generados son nuevamente destilados y reutilizados en otras operaciones de planta (aproximadamente el 75% del total generado), una fracción no puede recuperarse y por lo tanto es incinerada y dispuesta como un residuo peligroso.

Los desechos fósiles líquidos son definidos por el IPCC como residuos industriales y municipales, basados en aceites minerales, gas natural u otros combustibles fósiles. Incluyen los desechos antes utilizados como solventes y lubricantes[20]. Tanto los aceites lubricantes e hidráulicos, como los solventes, son considerados como desechos fósiles líquidos, un tipo especial de desechos, por lo que las emisiones de estos residuos se calculan por separado en el inventario.

Durante la incineración de estos residuos se emite CO_2, CH_4, y N_2O.

Cabe destacar que en el presente trabajo sólo se considerarán las operaciones de las plantas productivas, la generación, tratamiento y disposición de residuos, y el tratamiento de efluentes, es decir, aquellos procesos sobre los cuales la planta tiene ingerencia directa.

[20] Volumen 5 - Capítulo 5: Incineración e Incineración abierta de desechos. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

d. Contexto de la Empresa

La industria automotriz Argentina esta compuesta por 10 empresas que cuentan con plantas en el país. Estas son: Fiat, Ford, General Motors (GM), Iveco, Mercedes-Benz, Peugeot, Renault, Scania, Toyota y Volkswagen[21].

El año 2008 fue atípico para la economía y en consecuencia para la industria nacional. No obstante ello se registraron récords históricos de producción, siendo el volumen total de producción de 597.086 vehículos, entre automóviles, utilitarios, camiones y camionetas, un 9,6% más respecto del año 2007. Del total producido en el 2008, se exportaron a 75 países, principalmente a los del MERCOSUR, unos 351.092 vehículos, es decir casi el 59% de la producción local.

En la Provincia de Buenos Aires se encuentran radicadas de 5 de las 10 terminales automotrices que existen en territorio nacional. Esto coloca a Buenos Aires al frente de la producción, seguida en importancia por las provincias de Córdoba, Santa Fe y Tucumán. Al igual que en el total país, Buenos Aires alcanzó en el 2008 su pico histórico de producción, ventas internas y exportaciones.

La provincia también concentra gran parte de la producción de autopartes del país. Dentro del sector automotriz de Buenos Aires esta actividad concentra el 87% de los locales productivos, el 63% del empleo y la mitad del valor agregado sectorial.

De acuerdo a los datos del INDEC, la industria automotriz se encuentra entre las tres industrias que más exportan. Y si bien, durante el 2008 se realizaron grandes inversiones en el sector, se registraron también conflictos que repercutieron en los datos agregados de la actividad y en la inversión. Por ejemplo, las restricciones energéticas influyeron en la producción generando alteraciones en el ritmo de estacionalidad normal de esta industria. Respecto a la inversión realizada, este sector tampoco pudo ocupar los primeros puestos de la industria en general.

Respecto al tratamiento que las industrias automotrices han dado al Reporte de los Gases de Efecto Invernadero, solo 3 de las 10 terminales han publicado en sus páginas Web información acerca de la emisión de estos gases, todas ellas siguiendo los lineamientos del Pacto Mundial

[21] ADEFA. http://www.adefa.com.ar/v2/index.php

de la ONU[22]. El Pacto Mundial es una iniciativa voluntaria, en la cuál las empresas se comprometen a alinear sus estrategias y operaciones con diez principios universalmente aceptados en cuatro áreas temáticas: derechos humanos, estándares laborales, medio ambiente y anticorrupción.

Por ejemplo, Toyota ha publicado en su reporte del año 2009, las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) derivadas del consumo de energía eléctrica y gas natural en sus operaciones productivas y no productivas, así como sus emisiones de CO_2 derivadas del transporte, separadas en traslado del personal, transporte interno y operaciones logísticas[23].
Por su lado, General Motors también publicó las toneladas de CO_2 emitidas anualmente, en su reporte de sustentabilidad del período 2007-2008[24].
Finalmente Ford publica en su reporte del año 2008 las emisiones de COVs (Compuestos orgánicos volátiles) de su planta de Argentina[25].

A pesar de ello, ninguna de las terminales ha presentado oficialmente un Reporte de Gases de Efecto Invernadero basado en los Protocolos del WRI u otros protocolos. Sin embargo algunas empresas han empezado a desarrollar estos reportes impulsados por iniciativas corporativas de sus casas matrices. Estos reportes no han sido informados al público en general y se utilizan únicamente como indicadores internos de la gestión ambiental de la planta.

2 Descripción de los Tipos de Fuentes de Emisiones

Las fuentes de emisión pueden dividirse en dos: de Emisión Directa y de Emisión Indirecta.
Las fuentes de emisión directa de Gases de Efecto Invernadero son aquellas fuentes propiedad de o controladas por la empresa. Las fuentes de emisión indirectas de Gases de Efecto Invernadero son emisiones consecuencia de las actividades de la empresa, pero que ocurren en fuentes que no son propiedad o están controladas por otra empresa.

Cómo clasificar una fuente dependerá del enfoque de consolidación (participación accionaria o control) seleccionado para determinar los límites operacionales[26].

[22] Pacto Mundial de la ONU, http://www.unglobalcompact.org/Languages/spanish/index.html
[23] Reporte de Toyota: http://www.toyotasustentable.com.ar/pdf/reporte_de_sustentabilidad_2009.pdf
[24] Reporte de General Motors: http://www.chevrolet.com.ar/files/documentos/LibroGM.pdf
[25] Reporte de Ford: http://www.ford.com.ar/ford2010/corporativa/descargas/Informe_sustentabilidad_2007.pdf

Para el caso particular de este inventario, se consideran como fuentes de emisión directa a las emisiones derivadas del uso de combustibles para la generación de energía (gas natural, propano y gas oil o diesel), la combustión móvil producida por los vehículos fabricados en la planta, los vehículos de uso industrial (como autoelevadores y mulitas) y los vehículos utilizados dentro del predio para el traslado de los empleados de la compañía, aquellas emisiones debidas a las pérdidas de equipos de refrigeración y aire acondicionado y finalmente, las emisiones producidas por el tratamiento de efluentes dentro de la planta. Como fuentes de emisión indirectas se consideran las derivadas del uso de energía eléctrica adquirida, y aquellas derivadas de la disposición y la incineración de desechos varios.

3 Descripción de los Alcances del inventario

Dentro del Inventario se definen 3 alcances: Alcance 1, Alcance 2 y Alcance 3.

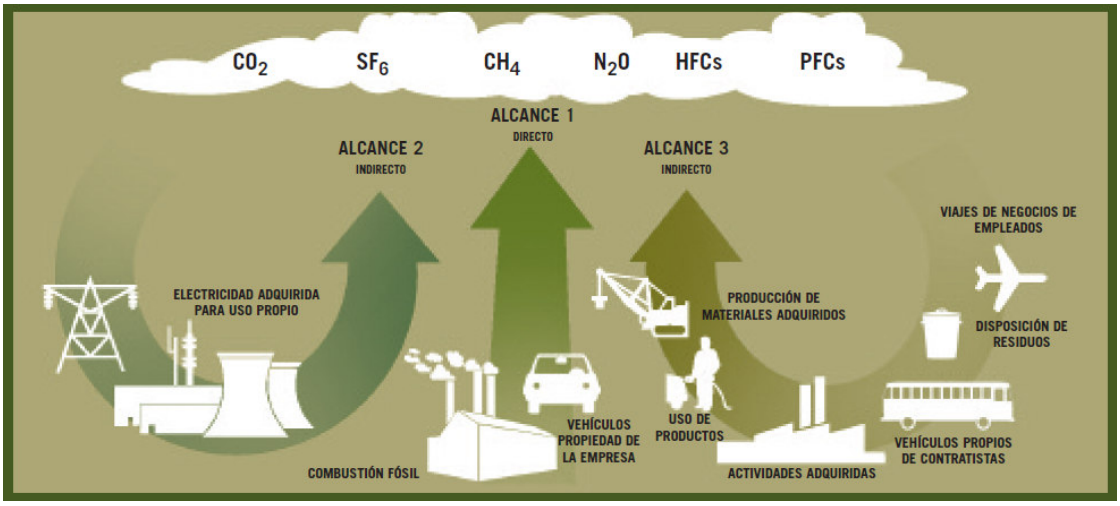


Figura 4

Resumen de Alcances y Emisiones a través de la Cadena de Valor[27]

[26] WRI 2005, Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Capitulo 4, Pág. 29
[27] WRI 2005, Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte. Figura 3, Capitulo 4, Pág. 30

Alcance 1 - Emisiones Directas

Dentro del inventario se definen como emisiones directas de Alcance 1 a aquellas producidas por la combustión directa estacionaria de calderas y hornos, la combustión directa móvil de los vehículos producidos, la combustión directa móvil de los vehículos de flota y vehículos industriales utilizados para el traslado de personas y piezas, respectivamente, las emisiones fugitivas producidas por las pérdidas de equipos de refrigeración y aire acondicionado, y finalmente el tratamiento de aguas residuales cloacales.

Alcance 2 - Emisiones Indirectas:

Se define como emisión indirecta de Alcance 2 al uso de energía eléctrica adquirida y consumida por la empresa. Si bien la energía no se produce dentro de la planta, es allí donde se consume, por lo que se incluye dentro de esta categoría.

Alcance 3 - Otras Emisiones Indirectas:

El alcance 3 es una categoría opcional del reporte que permite incluir el resto de las emisiones indirectas. Las emisiones del alcance 3 son consecuencia de las actividades de la empresa, pero ocurren en fuentes que no son propiedad ni están controladas por esta.

Para este inventario se consideran emisiones indirectas de alcance 3 a aquellas derivadas de la disposición de desechos sólidos municipales en relleno sanitario abierto gestionado, la incineración de los desechos industriales y la incineración de los desechos fósiles líquidos que se produce en plantas tratadoras de estos tipos de residuos.

Estas emisiones son más difíciles de medir y verificar con precisión que las emisiones de Alcance 1 y 2, por eso algunas industrias tienen como política no incluirlas en sus inventarios.

4 Elección del Año o Período Base para el Desarrollo del Inventario

El año base se utiliza como plataforma para fijar objetivos de emisiones y dar seguimiento al desempeño de la empresa. El año base elegido debe ser relevante para las operaciones actuales de la empresa, y se debe contar con información confiable y completa.

También debe tenerse en cuenta que la mayor parte de los mercados o sistemas de comercio de emisiones y de los programas de registro, exigen la instrumentación de una política de año base fijo. Sin embargo, podría adoptarse un período determinado como base del inventario, pero debe asegurarse este período sea representativo de las operaciones de la empresa, y que exista toda la información necesaria.

Para el desarrollo de este inventario se ha considerado el 2008 como año base para el cálculo de emisiones de los Gases de Efecto Invernadero.

Durante el 2008 se registraron buenos valores de producción en la industria Argentina, y una cierta estabilidad que no se había logrado en los años anteriores ni tampoco en el año 2009. Por este motivo y debido a que los datos del año 2008 son completos y confiables, se ha decidido optar por este período para el cálculo del inventario.

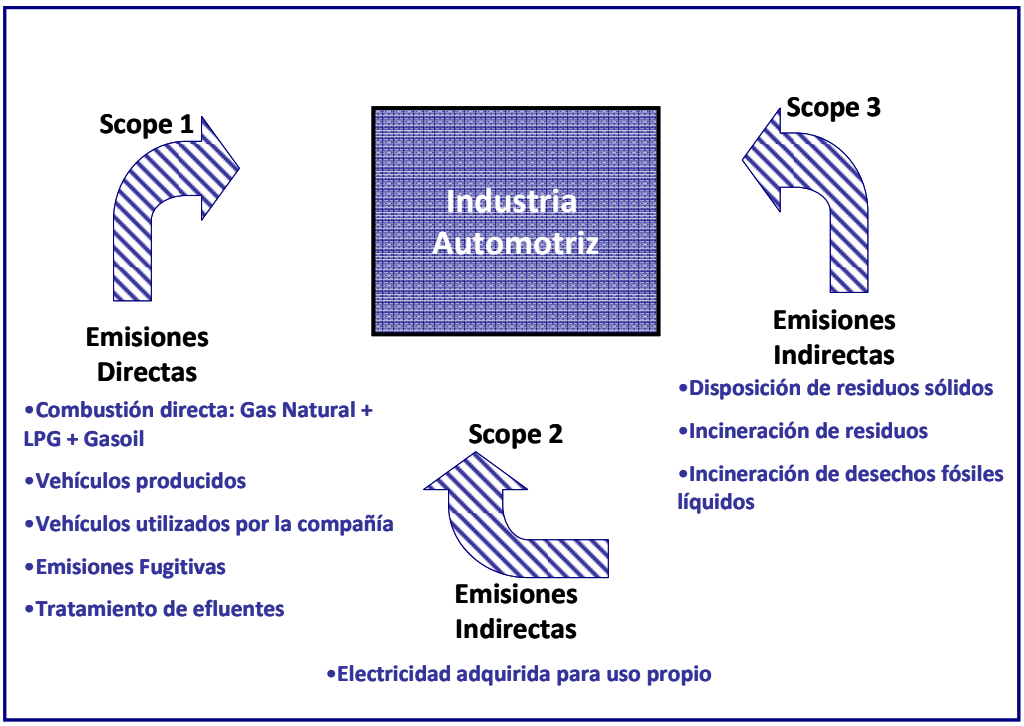


Figura 5

Emisiones de la Industria Automotriz

i. Alcance 1: Emisiones Directas

1. Combustión Directa Estacionaria

La planta utiliza 3 combustibles para la combustión directa estacionaria: Gases Licuados de Petróleo (LPG), Gas Natural y Gasoil.

A continuación se calcularán las emisiones para los mencionados combustibles:

1.1 Emisión equivalente de los Gases Licuados de Petróleo

El LPG se utiliza generalmente en época invernal como reemplazo del gas natural ante la falta de suministro.

1.1.1 Poder Calorífico del LPG

	Poder calorífico superior (GCV)	Poder calorífico inferior (NCV)	Unidad
LPG	49,8	47,31	MJ/kg

Tabla 1

Poderes caloríficos del LPG[28]

Para calcular el Poder calorífico Inferior (NCV) se utiliza la siguiente ecuación, establecida por el contenido de hidrógeno de los combustibles líquidos:

NCV = GCV x 0.95 para sólidos/líquidos

1.1.2 Factores de Emisión para el LPG

CO_2		CH_4		N_2O	
Factor	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**
63100	kg Gas/TJ	1	kg Gas/TJ	0,1	kg Gas/TJ
63,1	kg Gas/GJ	0,001	kg Gas/GJ	0,0001	kg Gas/GJ
0,0631	kg Gas/MJ	**1,0E-06**	kg Gas/MJ	**1,0E-07**	kg Gas/MJ

Tabla 2

Factores de Emisión para el LPG

El factor de emisión utilizado para el LPG se obtuvo del Cuadro 2.3: Factores de Emisión por Defecto para la Combustión Estacionaria en Industrias Manufactureras y de la Construcción. Estos factores suponen una combustión eficaz a alta temperatura y son aplicables en condiciones estables. No toman en cuenta el efecto de las puestas en marcha, las desactivaciones, ni la combustión con cargas parciales[29].

[28] WRI, Tablas: Default Gross Calorific Values (GCV) / Higher Heating Values (HHVs) y Default Densities of Liquid and Gaseous Fuels.

[29] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 2 - Capítulo 2: Combustión Estacionaria.

1.1.3 Cálculo de la Emisión del LPG

El consumo para el año 2008 de LPG fue de 550.860 kg (en estado líquido).

Para obtener los factores de emisión se multiplica el poder calorífico inferior por los factores de la Tabla 2.

De esa manera se obtienen los valores de la tabla siguiente:

	CO_2				Emisión equivalente	
	Factor	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
	2,985	kg gas/kg	**1644461**	$kgCO_2$		
	CH_4					
LPG (Gases licuados de petróleo)	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**		
	4,73E-05	kg gas/kg	**26,06**	$kgCO_2$	**1646**	**tCO_2**
	N_2O					
	Factor	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**		
	4,73E-06	kg gas/kg	**2,61**	$kgCO_2$		

Tabla 3

Cálculo de los Factores de Emisión para el LPG

La emisión de CO_2 equivalente se calcula mediante la ecuación:

$E\ CO_2 = E\ CO_2 + E\ CH_4 \times 21 + E\ N_2O \times 310$.

Por lo tanto,

Emisión Equivalente LPG = 1646 tCO_2e

1.2 Emisión equivalente del Gas Natural

El gas natural se utiliza para la combustión directa en hornos y calderas. La planta cuenta con un total de 15 calderas utilizadas para calefacción, agua caliente y procesos industriales.

El factor de emisión utilizado para el gas natural se obtuvo del Cuadro de Factores de Emisión de la Argentina[30].

	Consumo (m^3)	Unidad	Emisión CO_2				Emisión CO_2	
			Factor	Unidad	Emisión	Unidad	Emisión	Unidad
Gas natural	10017523	m^3	0,001951	tCO_2/m^3	**19544**	**tCO_2**	**19544**	**tCO_2**

Tabla 4

Cálculo del factor de Emisión para el Gas Natural

Por lo tanto,

Emisión Equivalente del Gas Natural = 19.544 tCO_2e

1.3 Emisión equivalente del Gasoil

La planta cuenta con generadores de energía eléctrica que funcionan con gasoil. Si bien el uso de este combustible es mínimo en comparación con los anteriores, se ha tomado en cuenta al momento de calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

El factor de emisión utilizado para el gasoil se obtuvo del Cuadro de Factores de Emisión de la Argentina[31].

	Consumo (m^3)	Unidad	Emisión CO_2				Emisión CO_2	
			Factor	Unidad	Emisión	Unidad	Emisión	Unidad
Gas oil	3,6	m^3	3,8497	tCO_2/m^3	**14**	**tCO_2**	**14**	**tCO_2**

Tabla 5

Cálculo del factor de Emisión para el Gasoil

Por lo tanto,

Emisión Equivalente del Gasoil = 14 tCO_2e

[30] Segunda Comunicación Nacional Argentina, Pág. 197
[31] Segunda Comunicación Nacional Argentina, Pág. 197

1.4 Total de Emisiones por Combustión Directa Estacionaria

La emisión total resulta de la suma de las emisiones anteriormente calculadas:

$E_{LPG\ (1.1)} + E_{GAS\ NATURAL\ (1.2)} + E_{GASOIL\ (1.3)}$

(A) Emisión Total Equivalente = 21.204 tCO_2e

2. Combustión Móvil

Para el cálculo de las emisiones de esta sección se considerarán las emisiones de los vehículos fabricados, de los vehículos de flota propiedad de la compañía que son utilizados tanto para el transporte interno como para el transporte externo de los empleados, y los vehículos industriales utilizados para el traslado de piezas dentro de la planta.

2.1 Emisión equivalente de la combustión directa móvil - Solo vehículos producidos

En esta sección se calculan las emisiones utilizando dos métodos diferentes. En 2.1.1 se utilizan factores de emisión basados en el tipo de combustible utilizado (Ecuación de Nivel 1 de acuerdo con la definición del IPCC), mientras que en 2.1.2 se utilizan los factores de emisión teniendo en cuenta la tecnología de los vehículos y los catalizadores (Ecuación de Nivel 2 de acuerdo con la definición del IPCC).

2.1.1. Por Tipo de Combustible Utilizado

Una forma de calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en fuentes de combustión móviles es teniendo en cuenta el tipo de combustible utilizado en cada vehículo producido.

Tipo de Combustible	Poder calorífico superior (GCV)	Poder calorífico inferior (NCV)	Unidad
Gasolina	47,2	**44,84**	MJ/kg
Diesel Oil	45,3	**43,00**	MJ/kg

Tabla 6

Poderes Caloríficos de la Gasolina y el Gasoil[32]

Para calcular el Poder calorífico Inferior (NCV) se utiliza la siguiente ecuación, establecida por el contenido de hidrógeno de los combustibles líquidos:

NCV = GCV x 0.95 para sólidos/líquidos

Tipo de Combustible	Unidades	Factores de Emisión de CO_2	Unidad
Gasolina	Litros	**2,327**	kg/un
Diesel Oil	Litros	**2,681**	kg/un

Tabla7

Factores de emisión de la gasolina y el gasoil [33]

Tipo de combustible	CH_4			N_2O			Unidad
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Gasolina para motores sin controlar	**33**	9,6	110	**3,2**	0,96	11	kg/TJ
	0,000033	0,0000096	0,00011	**0,0000032**	9,6E-07	0,000011	kg/MJ
Gasolina para motores - catalizador de oxidación	**25**	7,5	86	**8,0**	2,6	24	kg/TJ
	0,000025	0,0000075	0,000086	**0,000008**	0,0000026	0,000024	kg/MJ
Gasolina para motores - vehículo para servicio ligero con poco kilometraje (1995 o más nuevo)	**3,8**	1,1	13	**5,7**	1,9	17	kg/TJ
	0,0000038	0,0000011	0,000013	**0,0000057**	0,0000019	0,000017	kg/MJ
Gas Oil / Diesel Oil	**3,9**	1,6	9,5	**3,9**	1,3	12	kg/TJ
	0,0000039	0,0000016	0,0000095	**0,0000039**	0,0000013	0,000012	kg/MJ
Gas Natural	**92**	50	1540	**3**	1	77	kg/TJ
	0,000092	0,00005	0,00154	**0,000003**	0,000001	0,000077	kg/MJ

Tabla 8

Factores de Emisión del N_2O y CH_4 para Fuentes Móviles

[32] WRI, Tablas: Default Gross Calorific Values (GCV) / Higher Heating Values (HHVs) y Default Densities of Liquid and Gaseous Fuels.

[33] US EPA. Datos obtenidos del Inventario de "Greenhouse Gas Emissions and Sinks". 1990 - 2005 (15/04/07)

Los factores de emisión utilizados se obtuvieron del Cuadro 3.2.3: Factores de emisión por defecto de N_2O y CH_4 del transporte terrestre y rangos de incertidumbre[34].

Tipo de combustible	%C	Densidad	Unidad	Consumo	Unidad
Nafta Común	85	**0,73**	kg/L	**0**	Litros
Nafta Súper	86	**0,75**	kg/L	**148191**	Litros
Nafta Premium	87	**0,76**	kg/L	**47527**	Litros
Diesel	87	**0,82**	kg/L	**81569**	Litros

Tabla 9

Contenido de Carbono y Densidad de los Combustibles[35]

Para obtener los factores en kg/m^3 de multiplica el poder calorífico inferior por la densidad del combustible por los factores de la tabla 7.

De esa manera se obtienen los valores de la tabla siguiente:

Emisión de CO_2				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	2,327	kg/un	**0**	tCO_2
Nafta Súper	2,327	kg/un	**345**	tCO_2
Nafta Premium	2,327	kg/un	**111**	tCO_2
Diesel	2,681	kg/un	**219**	tCO_2

Emisión de CH_4				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	8,18E-04	kg/L	**0**	$kgCO_2$
Nafta Súper	8,41E-04	kg/L	**124,59**	$kgCO_2$
Nafta Premium	8,52E-04	kg/L	**40,49**	$kgCO_2$
Diesel	8,81E-04	kg/L	**71,90**	$kgCO_2$

Emisión de N_2O				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	2,62E-04	kg/L	**0**	$kgCO_2$
Nafta Súper	2,69E-04	kg/L	**39,87**	$kgCO_2$
Nafta Premium	2,73E-04	kg/L	**12,96**	$kgCO_2$
Diesel	1,38E-04	kg/L	**11,22**	$kgCO_2$

Tabla 10

Cálculo de las Emisiones de los Distintos Combustibles Utilizados

[34] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil.

[35] Datos obtenidos de las MSDS (Material Safety Data Sheet) suministradas por el Proveedor de los combustibles

La emisión de CO_2 equivalente se calcula mediante la ecuación:

$E\ CO_2 = E\ CO_2 + E\ CH_4 \times 21 + E\ N_2O \times 310$.

Por lo tanto,

Emisión Equivalente		
Combustible	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	**0,00**	**tCO_2**
Nafta Súper	**359,87**	**tCO_2**
Nafta Premium	**115,48**	**tCO_2**
Diesel	**223,70**	**tCO_2**
EMISIÓN TOTAL	**699**	**tCO_2**

Emisión Equivalente de los Vehículos Producidos Basada en el Combustible = 699 tCO_2e

2.1.2 Por Tecnología de los Vehículos Fabricados

Otra forma de calcular las emisiones es teniendo en cuenta el tipo de tecnología (por ejemplo, Euro II, Euro II o Euro IV) y los catalizadores utilizados (tridireccional inicial, avanzado, etc.) para la fabricación de los vehículos.

Por tipo de catalizador tendremos:

Tipo de Vehículo	Tecnología de control de emisiones	CH_4		N_2O	
		En marcha (caliente)	Arranque en frío	En marcha (caliente)	Arranque en frío
		mg/Km	mg/arranque	mg/Km	mg/arranque
Vehículo Ligero a gasolina (automóvil)	Tridireccional avanzado	7	55	9	113
	Tridireccional inicial	39	34	26	92
Vehículo Ligero a diesel (automóvil)	Avanzada	1	-3	1	0
	Moderada	1	-3	1	0
	Sin controlar	1	-3	1	-1
Camión Ligero a gasolina	Tridireccional avanzado	14	82	25	200
	Tridireccional inicial	39	**72**	43	**153**
Camión ligero diesel	Avanzada y moderada	1	-4	1	-1
	Sin controlar	1	**-4**	1	**-1**

Tabla 11

Factores de emisión por defecto de N_2O y CH_4 para los vehículos diesel y a gasolina de los EEUU[36]

En este caso se tomaron datos de arranque en frío de los motores por ser la condición que más se ajusta a la realidad.

Los factores de emisión negativos para el arranque en frío indican que un vehículo que arranca en frío produce menos emisiones que uno que arranca en caliente o calienta en marcha.

[36] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadro 3.2.3. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil.

Por tipo de Tecnología:

Tipo de Vehículo	Combustible	Tecnología de vehículo / clase	Factor de emisión CH_4 (mg/km)				Factor de emisión N_2O (mg/km)			
			Urbano		Rural	Autopista	Urbano		Rural	Autopista
			frío	Caliente			frío	Caliente		
Automóvil para pasajero	**Gasolina**	**Euro II**	**24**	11	4,5	2,5	**83**	3	2	4
	Gasolina	Euro III	12	3	2	1,5	57	2	2	0
	Gasolina	**Euro IV**	**6**	2	0,8	0,7	**57**	2	2	0
	Diesel	**Euro II**	**3**	4	6	6	**6**	7	3	2
	Diesel	**Euro III**	**15**	9	4	4	**7**	3	0	0
	Diesel	**Euro IV**	**15**	9	4	4	**0**	0	0	0
Vehículos para servicio ligero	Gasolina	Euro II	62	22	22	22	94	17	13	11
	Gasolina	Euro III	36	5	5	5	83	3	2	4
	Gasolina	Euro IV	16	2	2	2	57	2	2	0
	Diesel	Euro II	3	4	6	6	6	7	3	2
	Diesel	Euro III	15	9	4	4	7	3	0	0
	Diesel	Euro IV	15	9	4	4	0	0	0	0

Tabla 12

Factores de Emisión para los Vehículos Diesel y a Gasolina Europeos (mg/Km.), Modelo Coper IV[37]

Datos de los Vehículos de la Planta:

Modelo	Combustible		Tecnología del Vehiculo	Catalizador	Producción	Consumo Combustible (Litros)	Unidad	Recorrido (Km)
Automóvil Modelo A	**2.0L Nafta**	**Nafta Premium**	**Euro IV**	**Tridimensional avanzado**	**8973**	**32303**	**Litro**	**30508**
	1.8L TDCi Dsl	**Diesel**	**Euro IV**	**Tridimensional**	**617**	**2221**	**Litro**	**2098**
Automóvil Modelo B	**1.6L Nafta**	**Nafta Super**	**Euro II**	**Tridimensional**	**6534**	**23522**	**Litro**	**22216**
	1.6L Flex Fuel	**Nafta Super**	**Euro II**	**Tridimensional**	**14890**	**29780**	**Litro**	**29780**
	2.0L Nafta	**Nafta Premium**	**Euro II**	**Tridimensional**	**4229**	**15224**	**Litro**	**14379**
	1.8L TDi Dsl	**Diesel**	**Euro II**	**No**	**276**	**994**	**Litro**	**938**
	1.8L TDCi Dsl	**Diesel**	**Euro III**	**No**	**123**	**443**	**Litro**	**418**
Camioneta Modelo C	**2.3L Nafta**	**Nafta Super**	**Euro III**	**Tridimensional**	**26358**	**94889**	**Litro**	**89617**
	3.0L TDCi Dsl	**Diesel**	**Euro IV**	**No**	**21642**	**77911**	**Litro**	**73583**

Tabla 13

Datos de los vehículos de la planta

Se ha considerado que los vehículos que salen de la planta para exportación recorren un promedio de 3 kilómetros antes de salir del país. Mientras que los vehículos que se destinan al mercado local realizan un recorrido de 5 kilómetros promedio.

[37] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadro 3.2.5. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil.

Para obtener los valores de emisión se multiplica el factor de emisión por el consumo de combustible. De esa manera se obtienen los valores de la tabla siguiente:

Emisión de CO_2						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	2,327	kg/un	75,2	tCO_2
	Diesel	Euro IV	2,681	kg/un	6,0	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	2,327	kg/un	54,7	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	2,327	kg/un	69,3	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	2,327	kg/un	35,4	tCO_2
	Diesel	Euro II	2,681	kg/un	2,7	tCO_2
	Diesel	Euro III	2,681	kg/un	1,2	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	2,327	kg/un	220,8	tCO_2
	Diesel	Euro IV	2,681	kg/un	208,9	tCO_2

Emisión de CH_4						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	6	kg/un	0,2	tCO_2
	Diesel	Euro IV	15	kg/un	0,03	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	24	kg/un	0,5	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	24	kg/un	0,7	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	24	kg/un	0,3	tCO_2
	Diesel	Euro II	3	kg/un	0,003	tCO_2
	Diesel	Euro III	15	kg/un	0,006	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	12	kg/un	1,1	tCO_2
	Diesel	Euro IV	15	kg/un	1,1	tCO_2

Emisión de N_2O						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	57	kg/un	2	tCO_2
	Diesel	Euro IV	0	kg/un	0	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	83	kg/un	1,8	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	83	kg/un	2,5	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	83	kg/un	1,2	tCO_2
	Diesel	Euro II	6	kg/un	0,01	tCO_2
	Diesel	Euro III	7	kg/un	0,003	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	57	kg/un	5,1	tCO_2
	Diesel	Euro IV	0	kg/un	0,00	tCO_2

Tabla 14

Emisión por Modelo Basado en el Tipo de Combustible y la Tecnología del Vehículo

La emisión de CO_2 equivalente se calculó mediante la ecuación:

$E\ CO_2 = E\ CO_2 + E\ CH_4 \times 21 + E\ N_2O \times 310.$

Por lo tanto,

Emisión Equivalente				
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	**75,7**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**6,0**	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	**55,3**	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	**70,1**	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	**35,8**	tCO_2
	Diesel	Euro II	**2,7**	tCO_2
	Diesel	Euro III	**1,2**	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	**222,4**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**208,9**	tCO_2
EMISIÓN TOTAL			**678**	**tCO_2**

Tabla 15

Emisión Equivalente por Modelo Basado en el Tipo de Combustible y la Tecnología del Vehiculo

Emisión Equivalente de los Vehículos Producidos Basada en la Tecnología = 678 tCO_2e

Algunas aclaraciones:

- Para los automóviles Tipo A y B, los valores de emisión del CH_4 y N_2O fueron tomados de la Tabla 11 (Factores de emisión para los vehículos diesel y a gasolina Europeos (mg/Km), Modelo Coper IV).
- Se consideró la tecnología y arranque en frío de las unidades y uso urbano.
- Para las camionetas Tipo C, los factores de emisión del CH_4 y N_2O fueron tomados de la Tabla 11 (Factores de emisión por defecto de N_2O y CH_4 para los vehículos diesel y a gasolina de los EEUU), considerando los catalizadores utilizados y tomando el arranque en frío y tomando un promedio de 2,5 arranques por vehículo.

Los valores de emisión calculados considerando el tipo de combustible y el tipo de tecnología (2.1.1 y 2.1.2 respectivamente) son similares. Por dicho motivo para el inventario se ha adopta

el valor arrojado por el método 2.1.2 (por tecnología), por representar la situación que más se ajusta a los datos disponibles.

Entonces,

(B) Emisión Total Equivalente = 678 tCO_2e

2.2 Emisión Equivalente de la Combustión Directa Móvil - Vehículos de Flota y Vehículos Industriales

Para este cálculo no pudieron obtenerse los datos sobre cantidad, modelo y kilometraje de los vehículos de flota utilizados por los empleados de la compañía, pero si se obtuvo el dato correspondiente al consumo de combustible de dichos vehículos.

	Poder calorífico superior (GCV)	Poder calorífico inferior (NCV)	Unidad
Gasolina	47,2	**44,84**	MJ/kg
Diesel Oil	45,3	**43,00**	MJ/kg

Tabla 16

Poderes Caloríficos de la Gasolina y el Gasoil[38]

Para calcular el Poder calorífico Inferior (NCV) se utiliza la siguiente ecuación, establecida por el contenido de hidrógeno de los combustibles líquidos:

NCV = GCV x 0.95 para sólidos/líquidos

Tipo de Combustible	Unidades	Factor de Emisión de CO_2	Unidad
Gasolina	Litros	**2,327**	kg/un
Diesel Oil	Litros	**2,681**	kg/un

Tabla 17

[38] WRI, Tablas: Default Gross Calorific Values (GCV) / Higher Heating Values (HHVs) y Default Densities of Liquid and Gaseous Fuels.

Factores de Emisión de la Gasolina y el Gasoil [39]

Entonces,

Tipo de combustible	CH_4			N_2O			Unidad
	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	Factor de emisión por defecto	Inferior	Superior	
Gasolina para motores sin controlar	**33**	9,6	110	**3,2**	0,96	11	kg/TJ
	0,000033	0,0000096	0,00011	**0,0000032**	0,00000096	0,000011	kg/MJ
Gasolina para motores - catalizador de oxidación	**25**	7,5	86	**8,0**	2,6	24	kg/TJ
	0,000025	0,0000075	0,000086	**0,000008**	0,0000026	0,000024	kg/MJ
Gasolina para motores - vehículo para servicio ligero con poco kilometraje	**3,8**	1,1	13	**5,7**	1,9	17	kg/TJ
	0,0000038	0,0000011	0,000013	**0,0000057**	0,0000019	0,000017	kg/MJ
Gas Oil / Diesel Oil	**3,9**	1,6	9,5	**3,9**	1,3	12	kg/TJ
	0,0000039	0,0000016	0,0000095	**0,0000039**	0,0000013	0,000012	kg/MJ
Gas Natural	**92**	50	1540	**3**	1	77	kg/TJ
	0,000092	0,00005	0,00154	**0,000003**	0,000001	0,000077	kg/MJ

Tabla 18

Factores de Emisión por Defecto de N_2O y CH_4 del Transporte Terrestre y Rangos de Incertidumbre[40]

Para obtener los valores de emisión se multiplica el factor de emisión por el consumo de combustible.

[39] US EPA. Datos obtenidos del Inventario de "Greenhouse Gas Emissions and Sinks". 1990 - 2005 (15/04/07)

[40] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadro 3.2.2. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil.

De esa manera se obtienen los valores de la tabla siguiente:

Emisión de CO_2				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	2,327	kg/un	**70,8**	tCO_2
Nafta Súper	2,327	kg/un	**190,4**	tCO_2
Nafta Premium	2,327	kg/un	**1904,9**	tCO_2
Diesel	2,681	kg/un	**21,0**	tCO_2

Emisión de CH_4				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	8,18E-04	kg/L	**24,9**	$kgCO_2$
Nafta Súper	8,41E-04	kg/L	**68,8**	$kgCO_2$
Nafta Premium	8,52E-04	kg/L	**697,3**	$kgCO_2$
Diesel	8,81E-04	kg/L	**6,9**	$kgCO_2$

Emisión de N_2O				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	2,62E-04	kg/L	**8,0**	$kgCO_2$
Nafta Súper	2,69E-04	kg/L	**22,0**	$kgCO_2$
Nafta Premium	2,73E-04	kg/L	**223,1**	$kgCO_2$
Diesel	1,38E-04	kg/L	**1,1**	$kgCO_2$

Tabla 19

Emisión por Tipo de combustible

La emisión de CO_2 equivalente se calcula mediante la ecuación:

$E\ CO_2 = E\ CO_2 + E\ CH_4 \times 21 + E\ N_2O \times 310.$

Por lo tanto,

Emisión Equivalente		
Combustible	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	73,7	tCO_2
Nafta Súper	198,7	tCO_2
Nafta Premium	1988,7	tCO_2
Diesel	21,4	tCO_2
EMISIÓN TOTAL	**2282**	**tCO_2**

Tabla 20

Emisiones Equivalentes

Emisión Equivalente de los vehículos de flota e industriales = 2.282 tCO_2e

2.3 Total de Emisiones por Combustión Directa Móvil

La emisión total resulta de la suma de las emisiones anteriormente calculadas: $E_{\text{VEHICULOS PRODUCIDOS (2.1.2)}} + E_{\text{VEHICULOS FLOTA/INDUST. (2.2)}}$

(C) Emisión Total Equivalente Móvil = 2.961 tCO_2e

3. Emisión Equivalente por Emisiones Fugitivas

3.1 Pérdidas de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado

En esta sección se consideran las emisiones fugitivas debidas al uso de equipos de refrigeración. La planta utiliza dos tipos de gases denominados CFCs: Freón 12 y Freón 22.

Los valores de Potenciales de Calentamiento Atmosférico de gases efecto invernadero (PCA o GWP en inglés) son los siguientes[41]:

	PCA / GWP SAR (100 yr)
Freón 22	1500
Freón 12	8100

Tabla 22

Valores de PCA del Freón 22 y el Freón 12

Para el cálculo de la emisión se multiplica el valor de PCA o GWP por los kilogramos de gases de reposición:

	Reposición	Unidad	GWP SAR (100 yr)	Emisión	Unidad
Freón 22	272	kg	1500	408000	$kgCO_2$
Freón 12	204	kg	8100	1652400	$kgCO_2$

Tabla 23

Emisión del Freón 22 y el Freón 12

[41] IPCC/TEAP (2005), Tabla 2.14. Lifetimes, radiative efficiencies and direct (except for CH_4) GWPs relative to CO_2.

La emisión equivalente por perdidas resulta ser la suma de ambos valores divididos por 1.000 para convertirlos en toneladas de CO_2 equivalente. Entonces:

(D) Emisión Total Equivalente por pérdidas de gases = 2.060 tCO_2e

4. Emisión Equivalente por Tratamiento de Aguas Residuales

Para este cálculo se utilizaron los datos del Cuadro 6.1: Potenciales de emisión de CH_4 y N_2O para sistemas de tratamiento y eliminación de aguas y lodos residuales[42]. Por tratarse de un proceso aeróbico (tratamiento de efluentes cloacales de la planta), estarían produciéndose CH_4 y N_2O (este último proveniente de los procesos de nitrificación y desnitrificación).

4.1 Cálculo de la Materia Orgánica Degradable

Para el cálculo de la Materia Orgánica Degradable se siguen los pasos que se detallan a continuación:

Total de Materia Orgánica Degradable en las aguas residuales domesticas (TOW)[43]:
TOW = P x DBO x 0,001 x I x 365

Donde:

- TOW = Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario (kg de DBO/año).
- P = Población del país en el año del inventario (personas).
- DBO = DBO Per cápita específico del país en el año del inventario (g/persona/día).
- 0,001 = conversión de gramos de DBO a kilogramos de DBO.
- I = factor de corrección para DBO industrial adicional eliminado en las cloacas (si es recolectado el valor por defecto es 1,25, si no es recolectado el valor por defecto es 1,00.)
- Población = Cantidad de empleados promedio año 2008

[42] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 5 - Capítulo 6.
[43] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Ecuación 6.3 para estimar el contenido total de carbono orgánico degradable en las aguas servidas (TOW). Volumen 5- Capítulo 6: Tratamiento y Eliminación de aguas residuales.

- DBO = DBO_5 del vuelco de la planta de tratamiento
- I = 1,25 porque el efluente es recolectado en la planta

Como se dispone del dato de DBO_5 en mg/l y del volumen de efluentes tratados durante el año 2008, la ecuación quedaría:

TOW (Kg) = DBO_5 (promedio en kg/m^3) x Volumen tratado (m^3) x I

Donde:

- DBO_5 = 10,466 kg/m^3
- Volumen Tratado = 132.813 m^3
- I = 1,25

Entonces,

TOW = 10,466 x 132.813 X 1,25

TOW = 1.737.526 kg

4.2 Cálculo de las Emisiones totales de CH_4

Factor de emisión para CH_4:

De la Ecuación 6.2 el factor de emisión para el CH_4 para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas resulta[44]:

EF = Bo x MCF

Donde:

- EF = Factor de emisión (kg de CH_4/kg de DBO)
- Bo = Capacidad máxima de producción de CH_4 (kg de CH_4/kg de COD)
- MCF = Factor de corrección para el metano (fracción)

Bo por defecto = 0,25[45]

[44] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 5 - Capítulo 6: Tratamiento y Eliminación de aguas residuales.

[45] Dato obtenido del cuadro de la Página 6.12 del Volumen 5 - Capítulo 6. de las Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero.

Entonces,

Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	MCF	Intervalo
Sistema Tratado		
Planta de tratamiento centralizado aeróbico (OK)	**0**	**0 - 0,1**
Planta de tratamiento centralizado aeróbico (No OK)	0,3	0,2 - 0,4

Tabla 24

Valores de MCF por defecto para las aguas residuales domésticas[46].

La primer línea del cuadro corresponde a una planta debe estar correctamente operada. Puede emitir algo de CH_4 desde las cuencas de decantación y otros tanques. La segunda, corresponde a una planta mal operada.

Consideramos como valor 0,05 (promedio del intervalo de la primera línea del cuadro) ya que la planta se encuentra bien operada y controlada.

Entonces:

EF = 0,25 x 0,06

EF (kg de CH_4/kg de DBO) = 0,0125

Para calcular las emisiones totales de CH_4 se utiliza la Ecuación 6.1, Emisiones totales de CH_4 procedentes de las aguas residuales domésticas[47] :

Emisiones de $CH_4 = (\sum U_i \times T_{ij} \times EF_j) (TOW - S) - R$

Donde:

- Emisiones de CH_4 = Emisiones de CH_4 durante el año del inventario (kg de CH_4/año)
- TOW = Total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario (kg de BOD/año)

[46] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadro 6.3. Volumen 5 - Capítulo 6: Tratamiento y Eliminación de aguas residuales.

[47] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 5 - Capítulo 6: Tratamiento y Eliminación de aguas residuales.

- S = Componente orgánico separado como lodo durante el año del inventario (kg de BOD/año)
- U_i = Fracción de la población del grupo de ingresos i en el año de inventario
- $T_{i,j}$ = Grado de utilización de vía o sistema de tratamiento y/o eliminación j, para cada fracción de grupo de ingresos i en el año del inventario
- i = Grupo de ingresos: rural, urbano de altos ingresos y urbano de bajos ingresos.
- j = Cada vía o sistema de tratamiento/eliminación
- EF_j = Factor de emisión (kg de CH_4/kg de BOD)
- R = Cantidad de CH_4 recuperada durante el año del inventario, kg de CH_4/año

En este caso:

- Ui = 1
- Tij = 1
- Del cálculo anterior, EF = 0,0125 (kg CH_4/kg DBO) y TOW = 1.737.526 kg
- S = 118.800 kg de lodo
- R = 0

Entonces:

Emisión de CH_4 = 20.234 kg

(E) Emisión Total Equivalente del Tratamiento de Aguas Residuales = 20 tCO_2e

Finalmente, la Emisión Total Equivalente por el Alcance 1 resulta ser la suma de (A) + (B) + (C) + (D) + (E)

Alcance 1: Emisiones Directas

Total Emisiones por Combustión Directa Estacionaria	21.204	tCO_2e
Total Emisiones por Combustión Directa Móvil	2.961	tCO_2e
Total Emisiones por Pérdidas de Equipos de Refrigeración	2.060	tCO_2e
Total Emisiones por Aguas Residuales	20	tCO_2e

Total de Emisiones por Alcance 1 **26.245 tCO_2e**

ii. Alcance 2: Emisiones Indirectas

Como emisiones indirectas de Alcance 2 se considera únicamente el consumo de energía eléctrica adquirida.

El factor de emisión de la red eléctrica Argentina se obtiene de la siguiente tabla:

	Factor	
Energía Eléctrica	0,547	tCO_2/MWh

Tabla 25

Factores de emisión de la Republica Argentina [48].

Para calcular las emisiones se multiplica el consumo anual de energía eléctrica por el factor de emisión de la red. Entonces:

	Consumo Annual (MWh)	Emisión de CO_2			
		Factor	Unidad	Emisión	Unidad
Uso de Electricidad	75800	0,547	tCO2/MWh	41463	tCO_2

Emisión Total Equivalente = 41.463 tCO_2e

Finalmente, la Emisión Total Equivalente por el Alcance 2 resulta:

Alcance 2: Emisiones Indirectas

Total Emisiones por Compra de Energía Eléctrica 41.463 tCO_2e

Total de Emisiones por Alcance 2 41.463 tCO_2e

[48] Fuente: Secretaria de Energía de la República Argentina. http://energia3.mecon.gov.ar/home/

iii. Alcance 3: Otras Emisiones Indirectas

1. Emisión Equivalente por Disposición de Desechos Sólidos Municipales en Relleno Sanitario Gestionado

La planta generó en el año 2008 unas 2.268 toneladas de residuos sólidos municipales cuyo destino final fue el Relleno Sanitario gestionado por el CEAMSE.

Para el cálculo de la emisión se considera la siguiente ecuación:

Emisiones de CH_4 = (RSU_T x RSU_F x FCM x COD x COD_F x F x 16/12 – R) x (1 – OX)[49]

Donde:

- Emisiones de CH_4 = CH_4 emitido durante el año del inventario (Gg)
- RSU_T = Total Anual de Residuos Sólidos Urbanos depositados en el relleno del CEAMSE
- RSU_F= Fracción de los Residuos sólidos urbanos eliminados en los vertederos de residuos sólidos.
- FCM = Factor de Corrección para el Metano = 1[50]
- COD = Carbono Orgánico Degradable calculado en base a la composición de los residuos del Gran Buenos Aires = 0,17[51]
- COD_F = Valor por defecto de la fracción de COD que realmente se degrada = 0,77
- F = Fracción de CH_4 en el gas de vertedero. El valor por defecto de la fracción de metano en el gas del vertedero = 0,5

"En los SEDS, la mayor parte de los desechos generan un gas con aproximadamente 50 por ciento de CH_4. Sólo los materiales que incluyen cantidades sustanciales de grasa o aceite pueden generar gas con mucho más del 50 por ciento de CH_4. Por lo tanto el IPCC alienta a emplear el valor por defecto para la fracción de CH_4 en el gas de vertedero generado como 0,5"[52].

[49] IPCC 1997, Directrices del IPCC para los inventarios de Gases de Efecto Invernadero, versión revisada: libro de trabajo. Ecuación I. Emisiones de CH_4. Modulo 6: Desperdicios.
[50] Dato obtenido del Cuadro 3.1 para un sitio gestionado anaeróbico (Clasificación de los SEDS y factores de corrección de metano). Volumen 5, Capitulo 3, de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero
[51] Fuente: Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (año 1997)
[52] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Capítulo 5, Volumen 3, Página 3.16.

- R = Metano recuperado = 0

Ya que no existe recuperación en estos rellenos

- OX = Valor por defecto del factor de oxidación = 0[53]

Entonces:

Emisiones de CH_4 = (2.268.200 x 1 x 0,17 x 0,77 x 0,5 x 16/12 - 0) x (1 - 0)

Emisiones de CH_4 = 197.938 kg

(F) Emisión Total Equivalente de la Disposición de DSM = 198 tCO_2e

2. Emisión Equivalente por Incineración de Desechos Industriales

En esta sección se calcula la emisión equivalente de los desechos que son incinerados por tratadores de este tipo de residuos. En el año 2008 la planta generó 165,9 Toneladas de residuos sólidos especiales, 91,52 Toneladas de barros de cataforesis y 107 Kilogramos de residuos hospitalarios.

Para el cálculo de la emisión se utiliza la siguiente ecuación:

Emisión de $CO_2 = \Sigma (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times 44/12$[54]

Donde:

- Emisión de CO_2 = Emisiones de CO_2 durante el año del inventario, Gg/año
- SW_i = Cantidad total de desechos sólidos de tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, Gg/año
- dm_i = Contenido de materia seca en los desechos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, (fracción)
- CF_i = Fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), (fracción)
- FCF_i = Fracción de carbono fósil en el carbono total, (fracción)
- OF_i = Factor de oxidación, (fracción)

[53] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Dato obtenido del Cuadro 3.2 para un sitio gestionado (Factor de Oxidación de los SEDS). Volumen 5, Capítulo 3.

[54] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Ecuación 5.1: Estimación de las emisiones de CO2 basada en la cantidad total de desechos quemados. Volumen 5 - Capítulo 5: Incineración e Incineración abierta de desechos.

- 44/12 = Factor de conversión de C en CO_2
- i = Tipo de desecho incinerado/quemado al aire libre

	DOC	Carbono fosil	Carbono Total	Cont. de agua
Productos del petróleo, disolventes, plásticos	-	80	80	0
Otros (Manufactureras)	1	3	4	10
Desechos peligrosos	ND	5 - 50	ND	10 - 90
Desechos hospitalarios	15	25	40	35

Tabla 26

Valores de Carbono fósil y Total[55]

Tendremos,

	CO_2		CH_4		N_2O	
	Factor	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**
Oleos de Desecho	73300	kg Gas/TJ	30	kg Gas/TJ	4	kg Gas/TJ
	0,0733	kg Gas/MJ	3,0E-05	kg Gas/MJ	4,0E-06	kg Gas/MJ
	0,0000733	kg Gas/GJ	3,0E-08	kg Gas/GJ	4,0E-09	kg Gas/GJ
Desechos Industriales	14300	kg Gas/TJ	30	kg Gas/TJ	4	kg Gas/TJ
	0,0143	kg Gas/MJ	3,0E-05	kg Gas/MJ	4,0E-06	kg Gas/MJ
	0,0000143	kg Gas/GJ	3,0E-08	kg Gas/GJ	4,0E-09	kg Gas/GJ
Otros productos de petroleo	73300	kg Gas/TJ	10	kg Gas/TJ	0,6	kg Gas/TJ
	0,0733	kg Gas/MJ	1,0E-05	kg Gas/MJ	6,0E-07	kg Gas/MJ
	0,0000733	kg Gas/GJ	1,0E-08	kg Gas/GJ	6E-10	kg Gas/GJ

Tabla 27

Factores de emisión para la combustión estacionaria[56].

Entonces combinando ambas tablas se obtienen los siguientes valores:

Residuos generados en planta	**Cant. generada**	**Unidad**	**SW_i**	**Unidad**	**dm_i**	**CF_i**	**FCF_i**
Residuos sólidos especiales	165900	kg	2,37	GJ	1	0,04	0,3
Barros de cataforesis	91520	kg	1,31	GJ	0,4	0,04	0,03
Residuos Hospitalarios	107	kg	0	GJ	1	0,4	0,3

[55]IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadros 2.5 y 2.6. Volumen 5 - Capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de Desechos.
[56]IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Factores de emisión por defecto del Cuadro 2.3. Volumen 2 - Capítulo 2: Combustión Estacionaria.

Donde SW_i se calcula multiplicando la cantidad de residuos generada por el factor de la Tabla 27.

Con estos valores se calcula la emisión para los 3 residuos utilizando la ecuación siguiente:

Emisión de $CO_2 = \Sigma (SW_i \times dm_i \times CF_i \times FCF_i \times OF_i) \times 44/12$[57]

Entonces:

Residuos generados en planta	Emision CO_2	Unidad
Residuos sólidos especiales	95,7	t CO_2
Barros de cataforesis	2,3	t CO_2
Residuos Hospitalarios	0,6	t CO_2

(G) Emisión Total Equivalente de la Incineración de Desechos Industriales = 99 tCO_2e

3. Emisión Equivalente por Incineración de Desechos Fósiles Líquidos

La planta también genera residuos fósiles líquidos derivados de sus operaciones de planta, principalmente debido al mantenimiento de equipos. En el año 2008 se generaron 43,9 toneladas de aceites lubricantes e hidráulicos y 20,6 toneladas de solventes.

Para el cálculo de la emisión se utiliza la siguiente ecuación:

Emisión de $CO_2 = \Sigma (AL_i \times CL_i \times OF_i) \times 44/12$[58]

Donde:

- Emisión de CO_2 = Emisiones de CO_2 provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos, Gg
- AL_i = Cantidad de desechos fósiles líquidos de tipo i incinerados, Gg

[57] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Ecuación 5.1: Estimación de las emisiones de CO2 basada en la cantidad total de desechos quemados. Volumen 5 - Capítulo 5: Incineración e Incineración abierta de desechos.

[58] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Ecuación 5.3: Emisión de CO2 provenientes de la incineración de desechos fósiles líquidos. Volumen 5 - Capítulo 5: Incineración e Incineración abierta de desechos.

- CL_i = Contenido de carbono de los desechos fósiles líquidos de tipo i incinerados, (fracción)
- OF_i = Factor de oxidación para los desechos fósiles líquidos de tipo i, (fracción)
- 44/12 = Factor de conversión de C en CO_2

	DOC	Carbono fosil	Carbono Total	Cont. de agua
Productos del petróleo, disolventes, plásticos	-	80	80	0

Tabla 28

Valores de Carbono Fósil y Total[59]

	CO_2		CH_4		N_2O	
	Factor	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**	**Factor**	**Unidad**
Oleos de Desecho	73300	kg Gas/TJ	30	kg Gas/TJ	4	kg Gas/TJ
	0,0733	kg Gas/MJ	3,0E-05	kg Gas/MJ	4,0E-06	kg Gas/MJ
	7,3E-05	kg Gas/GJ	3,0E-08	kg Gas/GJ	4,0E-09	kg Gas/GJ
Otros productos de petroleo	73300	kg Gas/TJ	10	kg Gas/TJ	0,6	kg Gas/TJ
	0,0733	kg Gas/MJ	1,0E-05	kg Gas/MJ	6,0E-07	kg Gas/MJ
	7,33E-05	kg Gas/GJ	1,0E-08	kg Gas/GJ	6,0E-10	kg Gas/GJ

Tabla 29

Factores de Emisión para la Combustión Estacionaria[60]

Por lo tanto, combinando ambas tablas se obtienen los siguientes valores:

Residuos generados en planta	**Cant. generada**	**Unidad**	**AL_i**	**Unidad**	**CL_i**	**OF_i**
Aceites lubricantes e hidráulicos	43900	Kg	3,2	GJ	0,8	1
Solventes	20600	Kg	1,5	GJ	0,8	1

Donde AL_i se calcula multiplicando la cantidad de residuos generada por el factor de la Tabla 29.

[59] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Cuadros 2.5 y 2.6. Volumen 5 - Capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de Desechos.

[60] IPCC 2006, Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero. Factores de emisión por defecto del Cuadro 2.3. Volumen 2 - Capítulo 2: Combustión Estacionaria.

Entonces:

Residuos generados en planta	Emisión CO_2	Unidad
Aceites lubricantes e hidráulicos	9439	tCO_2
Solventes	4429	tCO_2

(H) Emisión Total Equivalente Incineración de Desechos Fósiles Líquidos = 13.868 tCO_2e

Finalmente, la Emisión Total Equivalente por el Alcance 1 resulta ser la suma de (F) + (G) + (H)

Alcance 3: Emisiones Indirectas

Total Emisiones por Disposición de DSM	198	tCO_2e
Total Emisiones por Incineración de Residuos	99	tCO_2e
Total Emisiones por Incineración de Desechos Fósiles Líquidos	13.868	tCO_2e

Total de Emisiones por Alcance 3 **14165 tCO_2e**

La emisión Total de la Planta para el año 2008 resulta de la suma de los 3 alcances antes detallados. Por lo tanto la emisión equivalente total de la planta para el año 2008 será de 81.873 tCO_2e.

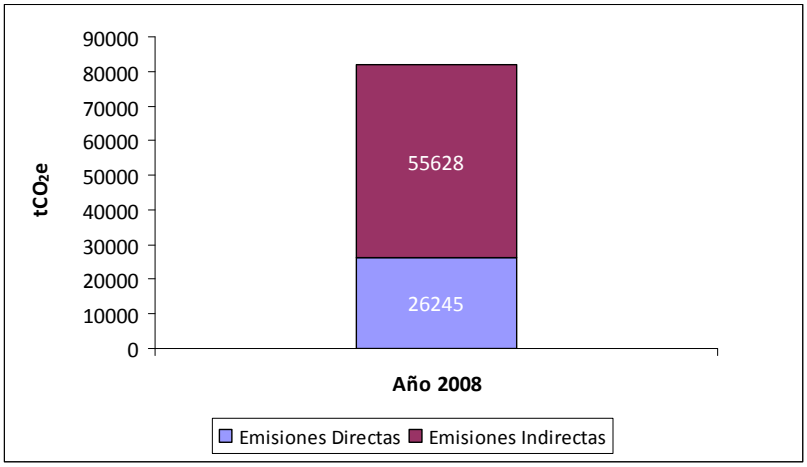


Gráfico 1

Emisiones Totales Año 2008

VI. Resultados

De acuerdo con el gráfico siguiente podemos apreciar que las emisiones de Alcance 1 y Alcance 2 representan el 82,7% del total de las emisiones de la empresa.

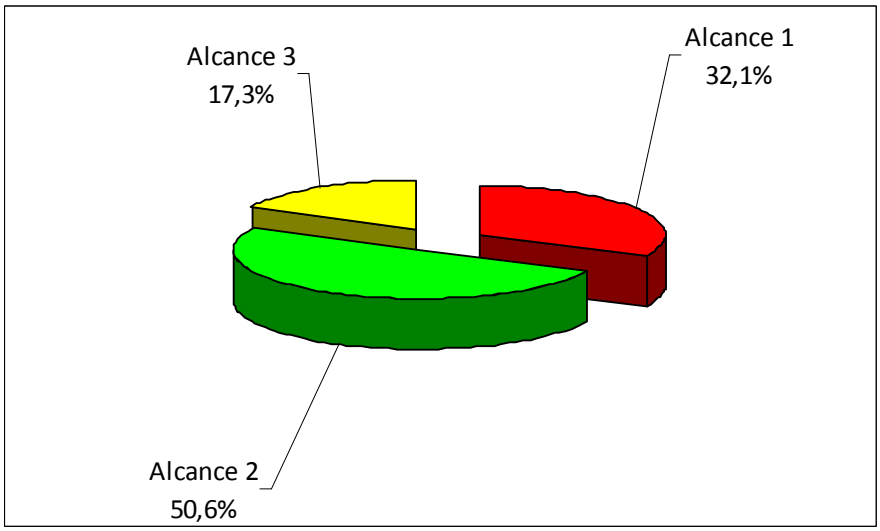


Gráfico 2

Emisiones Totales de Gases de Efecto Invernadero

Muchas empresas no calculan sus emisiones de Alcance 3 por considerarlas despreciables frente a las emisiones de Alcance 1 y 2. Esto es cierto en muchos de los casos, pero en este en particular, no podríamos desestimarlas, ya que constituyen el 17,3% del total, valor nada despreciable.

Las emisiones de Alcance 2 relacionadas con la compra de energía eléctrica, son las principales del inventario, con un 50,6%, siguiéndoles en importancia las de Alcance 1, con el 32,1%. Al analizar estas últimas, se puede observar que el 80,8% de estas emisiones corresponde a la combustión directa estacionaria producida por el uso de gas natural, gasoil y LPG en hornos y calderas de la planta. Continúan en orden decreciente las emisiones por combustión directa móvil, correspondiente a la suma de los vehículos producidos y los utilizados por la flota, con el 11,3%, y las pérdidas por uso de equipos de refrigeración y aire acondicionado, con el 7,9%.

El tratamiento in situ de efluentes de las plantas de tratamiento puede considerarse despreciable ya que tiene un valor muy pequeño del 0,1%.

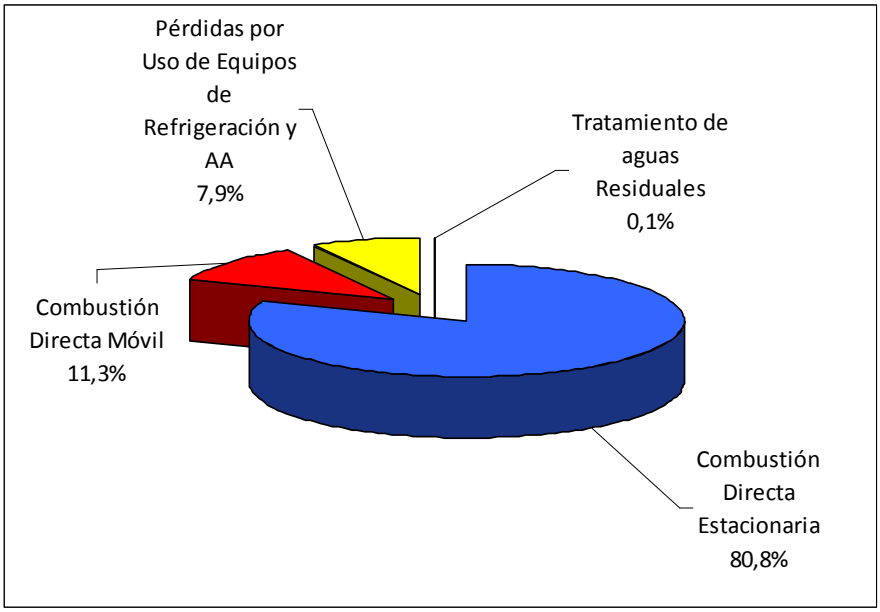


Gráfico 3

Emisiones Totales de Alcance 1

Respecto a las emisiones de Alcance 3, la incineración de los desechos combustibles fósiles representa el 97,9% de estas emisiones, pudiéndose despreciar aquellas generadas por la disposición los desechos sólidos municipales y la incineración de otros residuos.

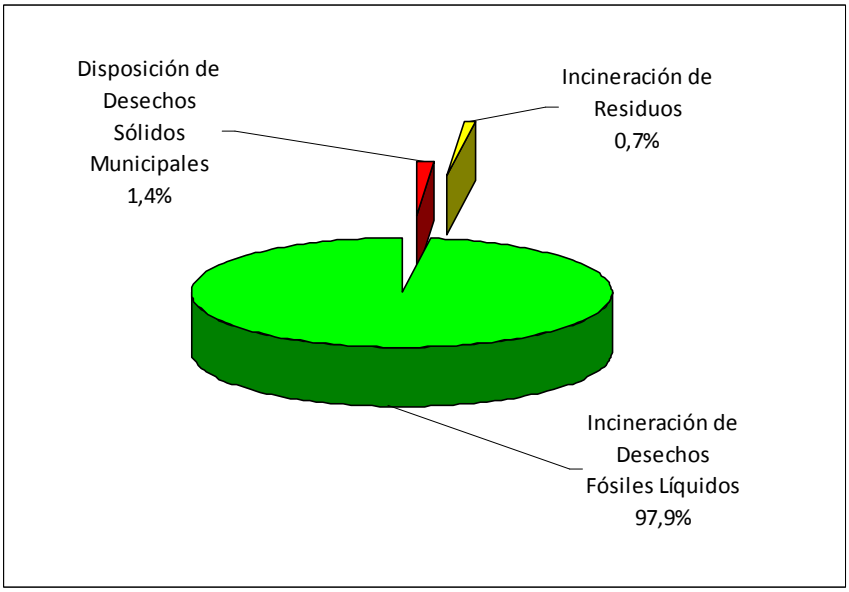


Gráfico 4

Emisiones Totales de Alcance 3

A nivel nacional, el último inventario oficial de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero publicado en marzo de 2006, se denomina "Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático". El mencionado trabajo presenta los inventarios de GEI del año 2000 y las revisiones correspondientes a los inventarios de los años 1990, 1994 y 1997. La tercera comunicación se encuentra a la fecha de elaboración de este trabajo en estado de preparación, con lo cual no ha sido posible obtener información a nivel país respecto al año del desarrollo del presente inventario, es decir al año 2008. Esto hace que cualquier comparación entre ambos no sea del todo precisa, pero brinda una noción general del estado del inventario respecto a la situación a nivel nacional.

Para ello se presenta a continuación una tabla con valores nacionales de emisión del año 2000:

Año 2000	CO_2 (1)	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	Total
Total (Emisiones Netas) (1)	84.382,99	85.433,43	67.562,97	947,48	326,10	49,93	238.702,89
1. Energía	118.712,02	12.240,46	1.008,46				131.960,94
A. Quema de combustibles (Método por sectores)	117.660,49	1.228,33	1.001,64				119.890,45
1. Industrias de la Energía	35.565,43	169,10	313,67				36.048,19
2. Industrias manufactureras	15.059,62	79,23	163,42				15.302,27
3. Transporte	38.968,99	873,72	394,85				40.237,56
4. Residencial	17.135,28	81,16	31,19				17.247,63
5. Comercial	3.132,50	1,56	35,28				3.169,35
6. Agropecuario	7.507,61	23,56	63,23				7.594,40

Tabla 30

Planilla Resumen de las Emisiones del Año 2000 en Gg de CO_2 e.[61]

En esta tabla puede observarse que el total de las emisiones netas del país es de 238.702,89 $GgCO_2e$, mientras que las industrias manufactureras emiten para la quema de combustibles un total de 15.302,27 $GgCO_2e$. Esto implica que la industria manufacturera representa un 6,4% respecto de la emisión total del país.

[61] Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Tabla RE.1 I, página 14.

De acuerdo con la siguiente tabla publicada en el reporte nacional:

	CO_2	CH_4	N_2O	HFC	PFC	SF_6	TOTAL
Energía	118712	12240	1002				46,8%
Procesos Industriales	9612	27	145	947	219	50	3,9%
Agricultura		59533	65386				44,3%
Residuos		13049	964				5,0%
Total sin CUSS	128324	84850	67497	9947	219	50	100 %
CUSS	-43941	584	59				
Total con CUSS	84383	85433	67556	9947	219	50	

Tabla 31

Emisiones en Gg de CO_2e por Gas y Sector, Año 2000[62].

Los procesos industriales constituyen solamente el 3,9% de las emisiones, mientras que el sector energético aporta el 46,8%, la agricultura y ganadería el 44,3%, y los residuos el 5,0%.

Si se adopta como base para la comparación el valor publicado de 15.302,27 $GgCO_2e$, es decir, 15.302.270 tCO_2e, y se lo compara con el valor total de emisión calculado para este trabajo (81.873 tCO_2e), resulta que la emisión de la industria automotriz en estudio representaría el 0,54% de las emisiones de la industria manufacturera nacional.

Respecto a la emisión producida por el tratamiento y la disposición de desechos, la comunicación establece que las emisiones totales de CH_4 en el sector fueron 622 Gg de los cuales el 57% correspondieron a los residuos sólidos urbanos, el 26% a las aguas residuales domiciliarias y el 16% restante a las aguas residuales industriales[63].

[62] Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Tabla RE. Tabla 3.2.4, página 52.
[63] Segunda Comunicación Nacional para la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre Cambio Climático, página 76.

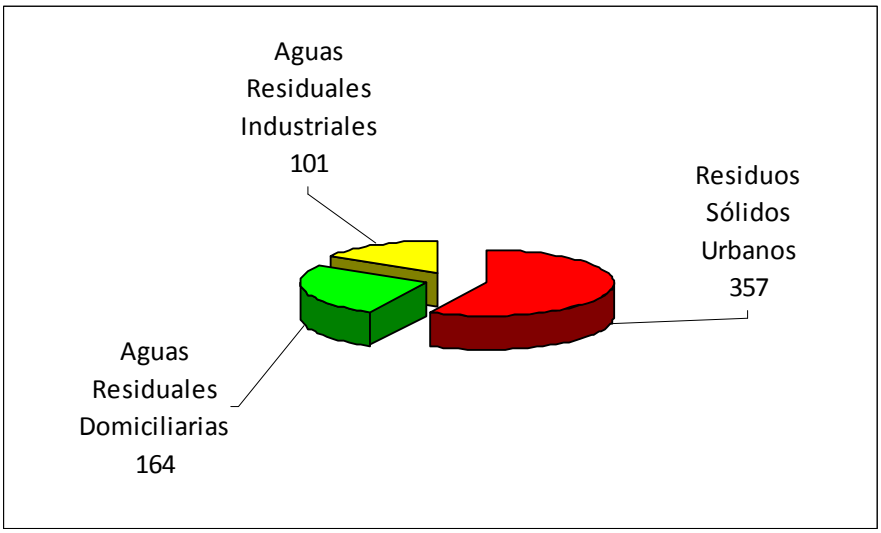


Gráfico 5

Emisiones de CH_4 de la Disposición de Residuos a Nivel Nacional (en Gg).

Si se comparan los valores individualmente respecto a los calculados en el inventario del presente trabajo, se obtienen los siguientes resultados:
La emisión total equivalente de la disposición de residuos sólidos municipales del inventario es de 198 tCO_2, es decir que representa el 0,055% del valor publicado de 357.000 tCO_2 en la Comunicación Nacional.

Para al tratamiento de aguas residuales, el valor calculado en el inventario es de 20 tCO_2. Si se lo compara con la suma de las emisiones nacionales por tratamiento de aguas residuales domiciliarias e industriales, el porcentaje es realmente despreciable (menor a 0,01%).

Respecto a otras automotrices del país, no se han obtenido los inventarios de Gases de Efecto Invernadero ya que aún no están desarrollados o no se encuentran disponibles. Como se mencionara anteriormente, algunas automotrices de Argentina han publicado Reportes de Sustentabilidad basados en el Pacto Global de Naciones Unidas y los lineamientos del GRI, pero los mismos o bien no coinciden con el período correspondiente al inventario de este trabajo, o bien no disponen de datos completos y comparables de emisiones.

Sí se encuentran disponibles los inventarios de Gases de Efecto Invernadero de automotrices de otros países latinoamericanos como México, nación que como se mencionó anteriormente, se encuentra trabajando en esta problemática desde el año 2005.

Por ejemplo, si se toma el caso de Honda México[64], esta empresa reporta como emisiones totales equivalentes (directas e indirectas) para el año 2008, un valor de 21.824,62 tCO_2e. Solo se consideran las emisiones de Alcance 1 y 2, que incluyen como fuentes de emisiones directas de Alcance 1 a las fuentes de combustión estacionaria (Hornos de secado, casas de aire y calderas) y a las fuentes de combustión móvil (vehículos propios / transporte de materiales), y como fuente de emisiones de Alcance 2 a la energía eléctrica comprada o adquirida. Por lo tanto, se obtiene:

	Honda México	**Inventario**
Alcance 1	**7.571**	**24.165**
Alcance 2	**14.254**	**41.463**
Total (1 + 2)	**21.825**	**65.628**

Las emisiones totales sumadas de alcance 1 y 2 comparadas entre ambas empresas establecen que las emisiones de este inventario son 3 veces mayores que las de Honda México. Cabe aclarar que esta comparación debe tomarse únicamente a modo de referencia, ya que para poder comparar en detalle ambos inventarios deben tenerse en cuenta otros factores como por ejemplo, la producción anual de ambas empresas, las tecnologías disponibles dentro de las plantas, la matriz energética de cada país, la diferencia de factores de emisión, la antigüedad de las instalaciones, y la cantidad de turnos de producción, entre otros.

Una comparación similar puede hacerse también con el Reporte de Nissan en México correspondiente al año 2008[65]. Nissan posee dos plantas en México, Cuernavaca y Aguascalientes. En este caso, la empresa también reporta únicamente emisiones de Alcance 1 y 2, pero a diferencia de Honda solo considera en el alcance 1 las emisiones que provienen de fuentes fijas, quedando excluidas las provenientes de fuentes móviles.

[64] Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2008, Honda de México S.A. de C.V. http://www.geimexico.org/downs/reportes/34_Inventario_GEI_2008_Honda.pdf
[65] Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2008, Nissan Mexicana S.A. de C.V. http://www.geimexico.org/downs/reportes/47_Inventario_GEI_2008_NISSAN.pdf

Por lo tanto, si realizamos una comparación, obtendremos:

	Nissan Planta Cuernavaca	Nissan Planta Aguascalientes	Inventario
Alcance 1	**6.752**	**24.071**	**21.204**
Alcance 2	**18.983**	**71.288**	**41.463**
Total (1 + 2)	**25.736**	**95.359**	**62.666**

En este caso, si comparamos con la planta de Cuernavaca, esta emite 2,4 veces menos, mientras que la planta de Aguascalientes emite 1,52 veces más.
Nuevamente deben tenerse las mismas consideraciones que las realizadas en la comparación anterior.

Finalmente, y continuando en la misma línea de análisis, se han obtenido también los datos para las plantas de Ford México[66]. Ford cuenta en ese país con 3 plantas de producción, Chihuahua (Planta de ensamble de Motores), Cuautitlán y Hermosillo. Como en los dos casos anteriores, esta empresa ha publicado únicamente las emisiones de Alcance 1 y 2, considerando los consumos de energía eléctrica, gas natural y consumo de diesel. Pero a diferencia de Nissan y Honda no han incluido las emisiones relacionadas con CH_4 y N_2O por no considerarlas representativas respecto a las emisiones totales de CO_2 reportadas.

Para la comparación, se ha descartado la planta de Chihuahua, ya que esta solo fabrica motores y no hace ensamble de vehículos. Por lo tanto, se obtiene la siguiente tabla:

	Ford Planta Cuautitlán	Nissan Planta Hermosillo	Inventario
Alcance 1 (solo CO_2)	**3.992**	**23.350**	**21.203**
Alcance 2 (solo CO_2)	**13.122**	**51.242**	**41.463**
Total (1 + 2)	**17.114**	**74.592**	**62.666**

En este último caso, la Planta de Cuautitlán emite casi 3,7 veces menos, mientras que la Planta de Hermosillo presenta valores que podrían considerarse como similares.

[66] Ford Motor Company Programa GEI México 2008.
http://www.geimexico.org/downs/reportes/24_Inventario_GEI_2008_Ford_Motor_Company.pdf

VII. Conclusiones

El desarrollo de inventarios de Gases de Efecto Invernadero, es una herramienta que puede ser de muchísima utilidad para poder identificar los principales aspectos de una empresa que producen los mayores impactos en el medioambiente, y de esa manera poder tomar acciones al respecto, tratando de mejorar los procesos actuales, cambiando tecnologías obsoletas por nuevas tecnologías que permitan minimizar las emisiones, disminuir los desperdicios y mejorar la eficiencia.

Es importante que las empresas inviertan tiempo y recursos en el desarrollo de inventarios que reflejen con total honestidad el impacto en término de emisiones. Para ello, es vital que la información reportada en el informe sea relevante, consistente, transparente, completa, precisa y confiable. El reporte de Gases de Efecto Invernadero podrá ser un primer paso hacia el desarrollo sostenible.

En particular, del inventario resulta que los principales impactos de esta empresa se encuentran esencialmente en el uso de energía eléctrica y en los procesos de combustión directa estacionaria de los hornos y calderas de la planta, que funcionan principalmente con gas natural y LPG. El valor de la emisión de los Gases de Efecto Invernadero producidos por el uso de energía eléctrica adquirida es de 41.463 tCO_2e (un 50,6% de las emisiones totales), mientras que el uso de gas natural genera una emisión de 19.544 tCO_2e, lo cual representa el 23,9%. Le siguen la incineración de residuos fósiles líquidos provenientes de los aceites lubricantes e hidráulicos y los solventes de descarte, con un valor de 13.868 tCO_2e, lo cual representa el 16,9 % de las emisiones totales, seguido por la combustión directa móvil de los vehículos producidos, y las pérdidas de equipos de aire acondicionado y refrigeración (3,6% y 2,5% respectivamente).
Es en estos procesos que debe ponerse énfasis, realizando mejoras que permitan reducir las emisiones de forma significativa.

Dentro de las acciones y/o mejoras a implementar para reducir las emisiones pueden mencionarse las siguientes:

- Reducción del consumo de energía eléctrica a través de la sectorización de luces de planta que permitan apagados parciales, cambio de luminarias con tecnología de LED, uso de iluminación fotovoltaica, etc.
- Instalación de fotocélulas para automatizar el encendido y apagado de los equipos de iluminación general.
- Reemplazo de generadores de aire comprimido y mejoras en las instalaciones.
- Cambio de tecnología de los hornos a gas por hornos eléctricos con menor consumo, mayor eficiencia en la transferencia de calor, mejores curvas de temperatura (menor tiempo para alcanzar la temperatura de proceso), con controladores de encendido y apagado automático.
- Control de Encendido y Apagado automático de calefactores de planta
- Mejoras en las aislaciones de los hornos y calderas.
- Instalación de precalentadores de agua fotovoltaicos en las calderas de planta.
- Reducción del uso de agua caliente en la duchas de los vestuarios, instalando controladores automáticos de tiempo de ducha por persona y reguladores de caudal.
- Cambio de la tecnología de pintado de base solvente y sólidos medios, a base agua ó a tecnologías de altos sólidos que requieran menor utilización de solventes.
- Reducción del uso de solventes en la limpieza de las cabinas de pintado
- Optimización del uso de los combustibles fósiles en los nuevos vehículos producidos (mejoras de tecnología en el diseño), y diversificación de los combustibles a través del uso de motores híbridos (biocombustibles, hidrógeno, electricidad, etc.).
- Uso de vehículos eléctricos para el traslado interno de los empleados y para la distribución de piezas.
- Instalación de equipos para la reutilización del agua de procesos.
- Uso de agua de lluvia para la alimentación de inodoros y mingitorios.
- Implementación de alternativas para la recuperación y/o reciclado de residuos.
- Compostaje de residuos orgánicos en lugar de disponerlos en un relleno sanitario.
- Recuperación apropiada de gases de aire acondicionado
- Reemplazo de equipos obsoletos de aire acondicionado por equipos con nuevas tecnologías y con gases refrigerantes con menor potencial de calentamiento atmosférico.

Todas las acciones de mejora descriptas, implican inversiones que la empresa puede realizar con el objetivo no sólo de disminuir las emisiones, sino también para mejorar la eficiencia de sus procesos y reducir los desperdicios generados como consecuencia de sus operaciones. Lograr una mayor eficiencia energética permitirá una importante reducción de las emisiones y mejorará sustancialmente la competitividad de la empresa.

En forma general, y dado el escenario mundial actual, debería ser fundamental tanto para los gobiernos como para las industrias, implementar políticas de largo plazo que planteen un desarrollo sostenible adoptando tecnologías ambientalmente racionales.

Por otro lado, y si bien no es el objeto de este trabajo, no se puede dejar de mencionar la mejora en la huella de carbono que podría acreditar la industria automotriz, y que se basa en el desarrollo de nuevas tecnologías de los vehículos y en la adopción de medidas como el uso de materiales reciclados en los vehículos (por ejemplo, el empleo de materiales no metálicos reciclados y de tipo biodegradable, como asientos de espuma de soja, resinas recicladas para la carrocería, y fibras naturales para los componentes interiores de alfombras y tapizados, etc.).
Dentro de las nuevas tecnologías de los vehículos pueden mencionarse, además de los automóviles con cajas de transmisión de seis velocidades y las mejoras aerodinámicas y de diseño de las carrocerías con materiales más livianos, los vehículos híbridos (Hybrid Electric Vehicle), los vehículos completamente eléctricos (Battery Electric Vehicle), y los vehículos que funcionan con combustibles alternativos como hidrógeno, biocombustibles y aire comprimido. Si bien muchas de estas tecnologías han ido mejorando y todas las terminales han lanzado al mercado vehículos con alguna de las tecnologías mencionadas anteriormente, no se ha logrado reemplazar el uso de los hidrocarburos para la propulsión de los vehículos, y la industria se encuentra aún lejos de lograr la evolución hacia estas nuevas tecnologías.

En conclusión, más allá de las discrepancias entre los científicos y los gobiernos acerca de la existencia o no del Cambio Climático, debemos plantearnos seriamente una cuestión de fondo: los impactos del ser humano en el planeta. El problema que enfrentamos es grave. Estamos envenenando nuestro entorno a un ritmo que no es sostenible para los procesos naturales de la tierra. En algún momento, como una raza humana deberemos aceptar que todo lo que hacemos afecta no solo la calidad de nuestras vidas sino también las de todos los seres de este planeta y nuestro ambiente. Deberemos cambiar nuestra forma de vida basada

en el consumo desmedido, y encontrar un equilibrio con los procesos naturales del planeta en que vivimos. No podemos olvidarnos que los sistemas desarrollados durante miles de millones de años, previos a la existencia del hombre, no nos pertenecen, que deberíamos vivir de manera sustentable, conservando los recursos naturales y reduciendo drásticamente los niveles de contaminación.

Finamente, es fundamental dejar de pensar individualmente y comenzar a invertir en el futuro de nuestro planeta y en la supervivencia de las generaciones futuras.

VIII. Bibliografía

The Club of Rome, 1972, The Limits of Growth. A Report for The Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind, D. Meadows et al.

The Economic Journal 1991, Scientific Basis for the Greenhouse Effect, W. R. Cline. Vol. 101, No. 407. Publicado por: Royal Economic Society, Julio 1991, Gran Bretaña, pp. 904-919.

IPCC 1995, IPCC Second Assessment Climate Change 1995, A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. http://www.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf

IPCC 1996, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Houghton J.T., Meira Filho L.G., Lim B., Treanton K., Mamaty I., Bonduki Y., Griggs D.J. y Callender B.A. (eds.). Publicado por: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y Agencia Internacional de la Energía (AIE), México.

Gobierno de la República Argentina 1997, Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina según Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Buenos Aires 1997.

Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente - Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental 1997, Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1997 – Manejo de Residuos Sólidos. Publicado por: Sistema de Comunicaciones Nacionales de la República Argentina.

IPCC 2000, Informe Especial del IPCC: Resumen para responsables de políticas - Escenarios de Emisiones. Publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. ISBN: 92-9169-413-4.

IPCC 2001, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Chapter 1: Overview of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change, J. Adejuwon, C. Azar, W. Baethgen, C. Hope, R. Moss, N. Leary, R. Richels, J.-P. van Ypersele, J. Bruce y B. Walker (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap1.pdf

IPCC 2001, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Chapter 18: Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity, I. Burton, B. Challenger, S. Huq, R.J.T. Klein, G. Yohe, A. Patwardhan y J.F. Soussana (eds.). Cambridge University Press, Cambridge. http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap18.pdf

IPCC 2001, Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Chapter 19: Vulnerability to Climate Change and Reasons for Concern: A Synthesis, S. Fankhauser, R. Leemans, L. Erda, L. Ogallo, B. Pittock, R. Richels, C. Rosenzweig,

U. Safriel, R.S.J. Tol, J. Weyant, G. Yohe, C. Hope y S.K. Sinhasana (eds.). Publicado por: Cambridge University Press, Cambridge. http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/wg2/pdf/wg2TARchap19.pdf

IPCC 2001, Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, y C.A. Johnson (eds.). Publicado por: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom y New York, USA, 881pp.

WBCSD 2001, The Greenhouse Gas Protocol, A corporate accounting and reporting standard. Publicado por: World Business Council for Sustainable Development and World Resources Institute, Septiembre 2001, Suiza. ISBN 2-940240-18-3

PNUMA 2002, Perspectivas del medio ambiente mundial 3 (GEO-3). Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Mundi-Prensa (eds.), Madrid, España. ISBN: 9788484760627.

US EPA 2002, Impacts of Greenhouse and Local Gases Mitigation Options on Air Pollution in the Buenos Aires Metropolitan Area: Valuation of Human Health Effects, M. Conte Grand, F. Gaioli, E. Perone, A. Sörensson, T. Svensson y P. Tarela, Diciembre 2002. http://www.epa.gov/ies/pdf/argentina/argentinafinalreport.pdf

Environmental Science & Technology 2003, Determining Thresholds for Mandatory Reporting of Greenhouse Gas Emissions, T. West, N. Peña. Environ. Sci. Technol., 2003, 37 (6), pp 1057–1060. DOI: 10.1021/es025786a. Publication Date (Web): January 23, 2003. http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es025786a

U.S. EPA 2004, The Clean Air Act. http://www.epa.gov

WRI & WBCSD 2004, The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard, Revised Edition. Publicado por: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development, Marzo 2004, USA. ISBN 1-56973-568-9.

WBCSD 2004, Facts and Trends to 2050, Energy and Climate Change, D. Hone, S. Schmitz. Publicado por: World Business Council for Sustainable Development, Agosto 2004, Switzerland. ISBN 2-940240-63-9.

U.S. EPA 2004, The Integrated Environmental Strategies Handbook: A Resource Guide for Air Quality Planning, United States Environmental Protection Agency Office of Air and Radiation, Washington. EPA430-B-04-006, Diciembre 2004.

CMCC 2005, Cuidar el clima, Guía de la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto. Publicado por: Secretaría de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), Bonn (Alemania). ISBN 92-9219-022-9.

WRI & WBCSD 2005, Calculating HFC and PFC Emissions from the Manufacturing, Installation, Operation and Disposal of Refrigeration & Air-conditioning Equipment (Version 1.0) - Guide to calculation worksheets 2005, World Resources Institute and the World Business Council for Sustainable Development. Publicado por: The GHG Protocol Initiative. http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools

WRI & WBCSD 2005, Calculating CO_2 Emissions from Mobile Sources Guidance to calculation worksheets, 2005. Publicado por: The GHG Protocol Initiative. http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools

WRI & WBCSD 2005, Calculation Tool for Direct Emissions from Stationary Combustion Version 3.0, 2005. Publicado por: The GHG Protocol Initiative. http://www.ghgprotocol.org/calculation-tools/all-tools

WBCSD 2005, Pathways to 2050, Energy and Climate Change. Publicado por: World Business Council for Sustainable Development, Noviembre 2005, Switzerland. ISBN 2-940240-83-3.

WRI & WBCSD 2005, The Greenhouse Gas Protocol for Project Accounting, Diciembre 2005. Publicado por: World Resources Institute and World Business

Council for Sustainable Development, November 2005, USA. ISBN 1-56973-598-0

WRI 2005, Navigating the Numbers - Greenhouse Gas Data and International Climate Policy, K. A. Baumert, T. Herzog, J. Pershing. Publicado por: World Resources Institute, Diciembre 2005, USA. ISBN: 1-56973-599-9.

C. Garcia Orcoyen Tormo 2005, Kioto en Positivo: Hacia la práctica empresarial del desarrollo sostenible. Publicado por: Revista Tiempo de Paz, Nro.37, 2005

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Publicado por: the National Greenhouse Gas Inventories Programme, H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara y K. Tanabe (eds). Publicado por: IGES, Japón.

WRI & WBCSD 2006, Categorizing GHG Emissions Associated with Leased Assets. Appendix "F" to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition - Version 1.0.

WRI & WBCSD 2006, The Greenhouse Gas Protocol: Designing a Customized Greenhouse Gas Calculation Tool, F. Daviet, M. B.Yamashita (ed.). Publicado por: World Resources Institute, June 2006, USA. ISBN 978-1-56973-659-3.

The Energy Journal 2006, Global Anthropogenic Methane and Nitrous Oxide Emissions, E. A. Scheehle, D. Kruger. Publicado por: The Energy Journal, 2006. Vol. Multi-Greenhouse Gas Mitigation and Climate Policy, Special Issue #3, paginas 33-44.

Gobierno de la República Argentina 2006, Segunda Comunicación del Gobierno de la República Argentina según Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Buenos Aires 2006.

WRI & WBCSD 2007, Indirect CO_2 Emissions from the Consumption of Purchased Electricity, Heat, and/or Steam - Guide to calculation worksheets– Version 1.2, Enero 2007.

Supreme Court of the United States 2007, Massachusetts Et Al. v. Environmental Protection Agency Et Al., Certiorari to the United States Court of Appeals for the District of Columbia Circuit. No. 05–1120. Argued November 29, 2006—Decided April 2, 2007

WRI & WBCSD 2007, The Greenhouse Gas Protocol: Guidelines for Quantifying GHG Reductions from Grid-Connected Electricity Projects, D. Broekhoff. Publicado por: World Resources Institute, Agosto 2007, USA. ISBN 978-1-56973-655-5.

WRI & WBCSD 2007, Measuring to Manage: A Guide to Designing GHG Accounting and Reporting Programs, T. Fransen, P. Bhatia, A. Hsu. Publicado por: World Resources Institute, Noviembre 2007, USA. ISBN 978-1-56973-671-5.

WBCSD 2007, Policy Directions to 2050 - A business contribution to the dialogues on cooperative action, Energy and Climate working Group. Publicado por: World Business Council for Sustainable Development, 2007. ISBN: 978-3-940388-05-6.

WBCSD 2007, Policy Directions to 2050 - A business contribution to the dialogues on cooperative action, Energy and Climate working Group. Publicado por: World Business Council for Sustainable Development, 2007. ISBN: 978-3-940388-05-6.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación 2008, Primer compendio de estadísticas ambientales: República Argentina – 1era Edicion. Publicado por: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2008, Buenos Aires. ISBN 978-987-23836-5-7.

WRI 2008, Designing a U.S. Greenhouse Gas Emissions Registry, D. Rich. Publicado por: World Resources Institute, Climate and Energy Policy Series, Febrero 2008. ISBN: 978-1-56973-678-4.

U.S. EPA 2008, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2006. Publicado por: U.S. Environmental Protection Agency EPA 430-R-08-005, Abril 2008, USA.

SAyDS 2008, La Huella de Carbono del Argentino Promedio, Versión 1.0. Publicado por: Dirección de Cambio Climático, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación 2009, 4 de junio de 2008, Buenos Aires.

UNFCCC 2008, Mecanismo de Desarrollo Limpio, Formulario de Documento para diseño de proyecto (MDL-DDP) Versión 03 – Vigente a partir del 28 de julio de 2006. Ciclo Combinado en la Unidad de Proyecto Térmico de Loma de la Lata, DDP Versión Número 1, 24/10/2008.

U.S. EPA 2008, Direct Emissions from Stationary Combustion Sources. Publicado por: Climate Protection Partnerships Division Office of Atmospheric Programs, U.S. Environmental Protection Agency, Mayo 2008. EPA430-K-08-003. http://www.epa.gov/climateleaders

Department of Climate Change Australia 2008, National Greenhouse and Energy Reporting Guidelines. Publicado por: The Department of Climate Change, Commonwealth of Australia, 2008. ISBN: 978-1-921298-23-3

Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2008, Honda de México S.A. de C.V. http://www.geimexico.org/downs/reportes/34_Inventario_GEI_2008_Honda.pdf

Reporte de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2008, Nissan Mexicana S.A. de C.V. http://www.geimexico.org/downs/reportes/47_Inventario_GEI_2008_NISSAN.pdf

Ford Motor Company Programa GEI México 2008.
http://www.geimexico.org/downs/reportes/24_Inventario_GEI_2008_Ford_Motor_Company.pdf

Reporte de Sustentabilidad 2008, Toyota Argentina S.A.
http://www.toyota.com.ar/environment/2009/anteriores.asp

Reporte Social 2006-2008, Volkswagen Argentina.
http://www.volkswagen.com.ar/ar/es/compania/responsabilidad_social.html

Reporte de Sustentabilidad de GM Argentina 2007/2008.
http://www.chevrolet.com.ar/empresa/reportes-sustentabilidad.html

Informe de Sustentabilidad / Ford Argentina S.C.A. 2007.
http://www.ford.com.ar/ford2010/indexFull.html

WRI 2009, Climate Science 2008, Major New Discoveries, K. Levin y D. Tirpak. Publicado por: World Resources Institute, WRI Issue Brief, Julio 2009. ISBN: 978-1-56973-731-6.

SAyDS 2009, Acción Institucional frente al Cambio Climático, Dirección de Cambio Climático, 15 de Septiembre de 2009. http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=529.

Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación 2009, El Cambio Climático y su Mitigación, Dirección de Cambio Climático, 15 de Septiembre de 2009. http://www.ambiente.gov.ar/default.asp?IdArticulo=528.

UNFCCC 2009, Mecanismo de Desarrollo Limpio, Formulario de Documento para diseño de proyecto (MDL-DDP) Versión 03 – en efecto desde: 28 de julio de 2006.

Instalación de una caldera bagacera de Alta presión y alta eficiencia para cogenerar calor y electricidad Versión 01, 09/11/2009.

WRI & WBCSD 2010, Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, Draft for Road Testing. Publicado por: World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, Enero 2010.

U.S. EPA 2010, Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990 – 2008,

U.S. Environmental Protection Agency, Abril 2010, USA. EPA 430-R-10-006.
http://epa.gov/climatechange/emissions/downloads10/US-GHG-Inventory-2010_Report.pdf

U.S. EPA, Environmental Protection Agency 40 CFR Parts 86, 87, 89 et al. Mandatory Reporting of Greenhouse Gases; Final Rule.

Club de Roma, 1968.

Constitución de la Republica Argentina, 1994.

Comunidad Económica Europea, Protocolo del convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia, relativo a la financiación a largo plazo del programa concertado de seguimiento continuo y evaluación del transporte a gran distancia de los contaminantes atmosféricos en Europa (EMEP) - 21986A0704 (01). 1979.

Comunidad Económica Europea, Directiva del Consejo 91/565/CE del Consejo, relativa al fomento de la eficacia energética en la Comunidad (Programa SAVE). 1991.

Comunidad Económica Europea, Directiva 93/389/CE: Decisión del Consejo, de 24 de junio de 1993, relativa a un mecanismo de seguimiento de las emisiones de CO_2 y de otros Gases de Efecto Invernadero en la Comunidad. 1993.

Comunidad Económica Europea, Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - Declaraciones - 21994A0207 (02). 1994.

Comunidad Económica Europea, Directiva 96/61/CE del Consejo de 24 de septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación. 1996.

Comunidad Económica Europea, Directiva 2002/358/CE relativa al cumplimiento conjunto de los compromisos contraídos. 2002.

Comunidad Económica Europea, Directiva 2003/87/CE relativa al régimen de comercio de derechos de emisión. 2003.

Comunidad Económica Europea, Directiva del Consejo de 19 de febrero de 2004 relativa a la celebración, en nombre de la Comunidad Europea, del Protocolo del Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia provocada por contaminantes orgánicos persistentes (2004/259/CE). 2004.

Comunidad Económica Europea, Directiva 2009/29/CE. 2009.

Estados Unidos Mexicanos, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Estados Unidos Mexicanos, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Estados Unidos Mexicanos, Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales de México 2009, Programa Especial de Cambio Climático 2009 - 2012" (PECC).

Normativa de la República Argentina:

- Ley 23.724 - Ley 23.778 - Ley 24.295 - Ley 25.438 - Ley 25.675
- Decreto 822/98 - Decreto 2213/02 - Decreto 1070/05
- Resolución 849/99 - Resolución 1125/01 - Resolución 435/02 - Resolución 56/03 - Resolución 239/04 - Resolución 736/04 - Resolución 825/04 - Resolución 240/05 - Resolución 248/05 Resolución 512/06 - Resolución 166/09

http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/mostrarBusquedaNormas.do

Resoluciones de las Naciones Unidas:
http://www.un.org/es/documents/

IX. Siglas

ADEFA: Asociación de Fabricas de Automóviles
CCX: Chicago Climate Exchange
CE: Comunidad Europea
CEAMSE: Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado
CFC: Compuestos clorofluorcarbonados
CIN: Comité Intergubernamental de Negociación
CO_2e: Dióxido de Carbono Equivalente
COVs: Compuestos orgánicos volátiles
COVDM: Compuestos orgánicos volátiles diferentes del metano
DBO: Demanda Bioquímica de Oxigeno
DSM: Desechos sólidos Municipales
EPA: Agencia de Protección del Ambiental
FAC: Fondo Argentino del Carbono
GCV: Poder Calorífico Superior
GEI: Gases de Efecto Invernadero
GM: General Motors
GRI: Global Reporting Initiative
GWP: Global Warming Potencial (PCA en inglés)
HFC: Compuestos hidrofluorocarbonados
INDEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IPCC: Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
LPG: Gases Licuados de Petróleo
$mtCO_2e$: Toneladas Métricas de Dióxido de Carbono
NCV: Poder Calorífico Inferior
OAIC: Oficina Argentina de Implementación Conjunta
OMM: Organización Meteorológica Mundial
ONU: Organización de Naciones Unidas
PCA: Potencial de Calentamiento Atmosférico
PFC: Compuestos perfluorocarbonados
PMC: Programa Mundial sobre el Clima
PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medioambiente
SAyDS: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable
SEDS: Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos
tCO_2e: Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
TOW: Total de Materia Orgánica Degradable
UNFCCC: Convención para el Cambio Climático
USEPA: United States Environmental Protection Agency
UV: Ultravioleta
WBCSD: Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sustentable
WRI: Instituto de Recursos Mundiales

ITBA
INSTITUTO TECNOLOGICO DE BUENOS AIRES

Anexo

Planilla de Cálculo Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

x Valores a ingresar

A) Factores de Emisión

Combustible	Factor		Unidad
Gas Natural	CO_2	0,001951	tCO_2/m^3
Gas Oil		3,850	tCO_2/m^3
Energía Eléctrica		0,5470	tCO_2/MWh
Gasolina		2,3274	kg/un
Nafta Común	CO_2	2,327	kg/un
	CH_4	0,000025	kg/MJ
	N_2O	0,000008	kg/MJ
Nafta Súper	CO_2	2,327	kg/un
	CH_4	0,000025	kg/MJ
	N_2O	0,000008	kg/MJ
Nafta Premium	CO_2	2,327	kg/un
	CH_4	0,000025	kg/MJ
	N_2O	0,000008	kg/MJ
Diesel	CO_2	2,6813	kg/un
	CH_4	0,0000039	kg/MJ
	N_2O	0,0000039	kg/MJ
LPG	CO_2	0,0631	kg Gas/MJ
	CH_4	1,0E-06	kg Gas/MJ
	N_2O	1,0E-07	kg Gas/MJ

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

B) Consumos

Combustible	Consumo	Unidad
Gas natural	10017523	m^3
Gas Oil	3,6	m^3
Energía Eléctrica	75800	MWh
LPG	550860	Kg

Combustible	Consumo	Unidad	Densidad
Nafta Común	30400	Litros	0,73
Nafta Súper	81809	Litros	0,75
Nafta Premium	818473	Litros	0,76
Diesel	7831	Litros	0,82

Gas Refrigeración	Consumo	Unidad
Freón 22	272	kg
Freón 12	204	kg

Modelo	Combustible	Tecnología del Vehiculo	Catalizador	Consumo (Litros)	Recorrido (Km)
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	Tridirecc. Avanz.	32303	30508
	Diesel	Euro IV	Tridireccional	2221	2098
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	Tridireccional	23522	22216
	Nafta Super	Euro II	Tridireccional	29780	29780
	Nafta Premium	Euro II	Tridireccional	15224	14379
	Diesel	Euro II	No	994	938
	Diesel	Euro III	No	443	418
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	Tridireccional	94889	89617
	Diesel	Euro IV	No	77911	73583

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

C) Poderes Caloríficos

Combustible	Poder calorífico inferior (NCV)	Unidad
LPG	47,31	MJ/kg
Gasolina	44,84	MJ/kg
Diesel Oil	43,00	MJ/kg

D) Poder Calentamiento Atmosférico

Gas	PCA / GWP SAR (100 yr)
Freón 22	1500
Freón 12	8100

E) Datos del Tratamiento de Efluentes

Datos del Efluente	Valor	Unidad
DBO_5	10,466	kg/m^3
Volumen Tratado	132813	m^3
I	1,25	-
Bo por defecto	0,25	-
MCF	0,05	-
EF	0,0125	-
U_i	1	-
T_{ij}	1	-
S	118800	kg
R	0	-

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

F) Generación de Residuos

Residuos generados en planta	Cantidad generada	Unidad
Desechos sólidos Municipales (DSM)	2268200	kg
Residuos sólidos especiales	165900	kg
Barros de cataforesis	91520	kg
Residuos Hospitalarios	107	kg
Aceites lubricantes e hidráulicos	43900	Kg
Solventes	20600	Kg

Datos de los Desechos sólidos Municipales (DSM)	Valor
FCM	1
COD	0,17
COD_F	0,77
F	0,5
R	0

Residuos generados en planta	dm_i	CF_i	FCF_i	OF_i
Residuos sólidos especiales	1	0,04	0,275	1
Barros de cataforesis	0,4	0,04	0,03	1
Residuos Hospitalarios	1	0,4	0,25	1

Residuos generados en planta	CL_i	OF_i
Aceites lubricantes	0,8	1
Solventes	0,8	1

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

G) Factores de Emisión para Vehículos por Tecnología

Cuadro 3.2.3. Factores de emisión por defecto de N_2O y CH_4 para los vehículos diesel y a gasolina de los EEUU. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil. Directrices del IPCC 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero:

Tipo de Vehículo	Tecnología	Factor	
Camión Ligero a gasolina	Tridireccional inicial	CH_4	**72**
		N_2O	**153**
Camión ligero diesel	Sin controlar	CH_4	**-4**
		N_2O	**-1**

Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil - Cuadro 3.2.5. Factores de emisión para los vehículos diesel y a gasolina Europeos (mg/Km), Modelo Coper IV. Directrices del IPCC 2006:

Tipo de Vehículo	Combustible	Tecnología	Factor (mg/km) Urbano frío	
Automóvil para pasajero	Gasolina	Euro II	CH_4	**24**
			N_2O	**83**
		Euro III	CH_4	**12**
			N_2O	**57**
		Euro IV	CH_4	**6**
			N_2O	**57**
	Diesel	Euro II	CH_4	**3**
			N_2O	**6**
		Euro III	CH_4	**15**
			N_2O	**7**
		Euro IV	CH_4	**15**
			N_2O	**0**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

Cuadro 3.2.2. Factores de emisión por defecto de N_2O y CH_4 del transporte terrestre y rangos de incertidumbre. Volumen 2 - Capítulo 3: Combustión Móvil. Directrices del IPCC 2006:

Tipo de combustible	Factor de Emisión por defecto		Unidad
	CH_4	N_2O	
Gasolina para motores - Cataliz. oxidación	**0,000025**	**0,000008**	kg/MJ
Gas Oil / Diesel Oil	**0,0000039**	**0,0000039**	kg/MJ

Cuadro 6.3 Valores de MCF por defecto para las aguas residuales domésticas.

Volumen 5 - Capítulo 6: Tratamiento y Eliminación de aguas residuales. Directrices del IPCC 2006:

Tipo de vía o sistema de tratamiento y eliminación	Comentarios	MCF	Intervalo
Sistema Tratado			
Planta de tratamiento centralizado aeróbico (OK)	Debe ser bien operada. Puede emitir algo de CH4 desde las cuencas de decantación y otros tanques.	**0**	**0 - 0,1**
Planta de tratamiento centralizado aeróbico (No OK)	Mal operada. Sobrecargada	0,3	0,2 - 0,4

Factores de emisión por defecto del Cuadro 2.3: Factores de emisión por defecto para la combustión estacionaria en Industrias Manufactureras y de la construcción (kg de gas de efecto invernadero por TJ). Volumen 2 - Capítulo 2: Combustión Estacionaria. Directrices del IPCC de 2006:

	Factor de emisión			Unidad
	CO_2	CH_4	N_2O	
Desechos Industriales	**0,0000143**	3,0E-08	4,0E-09	kg Gas/GJ
Oleos de Desecho	**7,3E-05**	3,0E-08	4,0E-09	kg Gas/GJ
Otros productos de petroleo	**0,0000733**	1,0E-08	6,0E-10	kg Gas/GJ

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Factores de Emisión, Consumos y Tablas

Cuadros 2.5 y 2.6 . Volumen 5 - Capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de Desechos.
Directrices del IPCC 2006:

	DOC	Carbono fosil	Carbono Total	Cont. de agua
Productos del petróleo, disolventes, plásticos	-	80	80	0

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 1: Emisiones Directas

A) Combustión directa Estacionaria

A1) Gas Natural y Gasoil

	Consumo (m^3)	Unidad	Emisión CO_2			
			Factor	Unidad	Emisión	Unidad
Gas natural	**10017523**	m^3	**0,002**	tCO_2/m^3	**19544**	**tCO_2**
Gas oil	**3,6**	m^3	**3,850**	tCO_2/m^3	**14**	**tCO_2**

A2) LPG (Gases licuados de petróleo)

	CO_2				Emisión equivalente	
	Factor	Unidad	Emisión	Unidad	Emisión	Unidad
LPG (Gases licuados de petróleo)	**2,985**	kg gas/kg	**1644461**	$kgCO_2$	**1646**	**tCO_2**
	CH_4					
	Factor	Unidad	Emisión	Unidad		
	4,73E-05	kg gas/kg	**26,06**	$kgCO_2$		
	N_2O					
	Factor	Unidad	Emisión	Unidad		
	4,73E-06	kg gas/kg	**2,61**	$kgCO_2$		

TOTAL EMISIONES POR COMBUSTIÓN DIRECTA ESTACIONARIA	**21204**	**tCO_2**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 1: Emisiones Directas

B) Combustión directa móvil

B1) Vehículos producidos (por Tecnología)

Emisión de CO_2						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	**2,3**	kg/un	**75,2**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**2,7**	kg/un	**6,0**	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	**2,3**	kg/un	**54,7**	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	**2,3**	kg/un	**69,3**	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	**2,3**	kg/un	**35,4**	tCO_2
	Diesel	Euro II	**2,7**	kg/un	**2,7**	tCO_2
	Diesel	Euro III	**2,7**	kg/un	**1,2**	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	**2,3**	kg/un	**220,8**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**2,7**	kg/un	**208,9**	tCO_2

Emisión de CH_4						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	**6**	kg/un	**0,2**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**15**	kg/un	**0,03**	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	**24**	kg/un	**0,5**	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	**24**	kg/un	**0,7**	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	**24**	kg/un	**0,3**	tCO_2
	Diesel	Euro II	**3**	kg/un	**0,003**	tCO_2
	Diesel	Euro III	**15**	kg/un	**0,006**	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	**12**	kg/un	**1,1**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**15**	kg/un	**1,1**	tCO_2

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 1: Emisiones Directas

Emisión de N_2O						
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	**57**	kg/un	**1,7**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**0**	kg/un	**0**	tCO_2
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	**83**	kg/un	**1,8**	tCO_2
	Nafta Super	Euro II	**83**	kg/un	**2,5**	tCO_2
	Nafta Premium	Euro II	**83**	kg/un	**1,2**	tCO_2
	Diesel	Euro II	**6**	kg/un	**0,01**	tCO_2
	Diesel	Euro III	**7**	kg/un	**0,003**	tCO_2
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	**57**	kg/un	**5,1**	tCO_2
	Diesel	Euro IV	**0**	kg/un	**0**	tCO_2

Emisión equivalente				
Modelo	**Combustible**	**Tecnología**	**Emisión**	**Unidad**
Automóvil Modelo A	Nafta Premium	Euro IV	**75,7**	**tCO_2**
	Diesel	Euro IV	**6,0**	**tCO_2**
Automóvil Modelo B	Nafta Super	Euro II	**55,3**	**tCO_2**
	Nafta Super	Euro II	**70,1**	**tCO_2**
	Nafta Premium	Euro II	**35,8**	**tCO_2**
	Diesel	Euro II	**2,7**	**tCO_2**
	Diesel	Euro III	**1,2**	**tCO_2**
Camioneta Modelo C	Nafta Super	Euro III	**222,4**	**tCO_2**
	Diesel	Euro IV	**208,9**	**tCO_2**
EMISIÓN TOTAL			**678**	**tCO_2**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 1: Emisiones Directas

B3) Combustión directa móvil de Vehículos de Flota y Vehículos Industriales

Emisión de CO_2				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	**2,327**	kg/un	**70,8**	tCO_2
Nafta Súper	**2,327**	kg/un	**190,4**	tCO_2
Nafta Premium	**2,327**	kg/un	**1904,9**	tCO_2
Diesel	**2,681**	kg/un	**21,0**	tCO_2

Emisión de CH_4				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	**8,18E-04**	kg/L	**24,9**	$kgCO_2$
Nafta Súper	**8,41E-04**	kg/L	**68,8**	$kgCO_2$
Nafta Premium	**8,52E-04**	kg/L	**697,3**	$kgCO_2$
Diesel	**1,38E-04**	kg/L	**1,1**	$kgCO_2$

Emisión de N_2O				
Combustible	**Factor**	**Unidad**	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	**2,62E-04**	kg/L	**8,0**	$kgCO_2$
Nafta Súper	**2,69E-04**	kg/L	**22,0**	$kgCO_2$
Nafta Premium	**2,73E-04**	kg/L	**223,1**	$kgCO_2$
Diesel	**1,38E-04**	kg/L	**1,1**	$kgCO_2$

Emisión Equivalente		
Combustible	**Emisión**	**Unidad**
Nafta Común	**73,7**	**tCO_2**
Nafta Súper	**198,7**	**tCO_2**
Nafta Premium	**1988,7**	**tCO_2**
Diesel	**21,4**	**tCO_2**
EMISIÓN TOTAL	**2282**	**tCO_2**

TOTAL EMISIONES POR COMBUSTIÓN DIRECTA MÓVIL	**2961**	**tCO_2**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 1: Emisiones Directas

C) Emisiones Directas por pérdidas de Equipos de Refrigeración y Aire Acondicionado

	Reposición	Unidad	GWP SAR (100	Emisión	Unidad
Freón 22	272	kg	1500	**408000**	$kgCO_2$
Freón 12	204	kg	8100	**1652400**	$kgCO_2$

TOTAL EMISIONES POR PÉRDIDAS DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN	2060	tCO_2

D) Tratamiento de Efluentes Cloacales (Aguas Residuales)

TOTAL DE MATERIA ORGÁNICA DEGRADABLE EN LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS
TOW = P x DBO x 0,001 x I x 365

	Valor	Unidad
TOW =	**1737526**	**kg**
Emisión de CH_4	**20234**	kg

TOTAL EMISIONES POR AGUAS RESIDUALES	20	tCO_2

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 2: Emisiones Indirectas

E) Uso de Energía Eléctrica

	Consumo Annual (MWh)	Unidad	Emisión de CO_2			
			Factor	Unidad	Emisión	Unidad
Uso de Electricidad	75800	MWh	**0,547**	tCO_2/MWh	**41463**	tCO_2

TOTAL EMISIONES POR COMPRA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	**41463**	**tCO_2**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Alcance 3: Emisiones Indirectas

F) Disposición de Desechos Sólidos Municipales (DSM) en Relleno Sanitario gestionado

Emisiones de CH_4 = RSU_T x RSU_F x FCM x COD x COD_F x F x 16/12 – R) X (1 – OX)

TOTAL EMISIONES POR DISPOSICIÓN DE LOS DSM	**198**	**tCO_2**

G) Incineración de los Desechos Industriales

Emisión de CO_2 = S (SW_i x dm_i x CF_i x FCF_i X OF_i) x 44/12

Residuos generados en planta	SW_i	Unidad	Emisión CO_2	Unidad
Residuos sólidos especiales	**2,37**	GJ	**95,7**	t CO_2
Barros de cataforesis	**1,31**	GJ	**2,3**	t CO_2
Residuos Hospitalarios	**0**	GJ	**0,6**	t CO_2

TOTAL EMISIONES POR INCINERACIÓN DE RESIDUOS	**99**	**tCO_2**

H) Incineración de los Desechos Fósiles Líquidos

Emisión de CO_2 = S (AL_i x CL_i x OF_i) x 44/12

Residuos generados en planta	AL_i	Unidad	Emisión CO_2	Unidad
Aceites lubricantes	3,2	Kg	**9439**	tCO_2
Solventes	1,5	Kg	**4429**	tCO_2

TOTAL EMISIONES POR INCINERACIÓN DESECHOS FÓSILES LÍQUIDOS	**13868**	**tCO_2**

Inventario de Gases de Efecto Invernadero

Resumen

Alcance 1: Emisiones Directas

TOTAL EMISIONES POR COMBUSTIÓN DIRECTA ESTACIONARIA	21204	tCO_2
TOTAL EMISIONES POR COMBUSTIÓN DIRECTA MÓVIL	2961	tCO_2
TOTAL EMISIONES POR PERDIDAS DE EQUIPOS DE REFRIG. Y A.A.	2060	tCO_2
TOTAL EMISIONES POR AGUAS RESIDUALES	20	tCO_2
TOTAL EMISIONES ALCANCE 1	**26245**	**tCO2**

Alcance 2: Emisiones Indirectas

TOTAL EMISIONES POR COMPRA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	41463	tCO_2
TOTAL EMISIONES ALCANCE 2	**41463**	**tCO2**

Alcance 3: Emisiones Indirectas

TOTAL EMISIONES POR DISPOSICIÓN DE DSM	198	tCO_2
TOTAL EMISIONES POR INCINERACIÓN DE RESIDUOS	99	tCO_2
TOTAL EMISIONES POR INCINERACIÓN DESECHOS FÓSILES LÍQUIDOS	13868	tCO_2
TOTAL EMISIONES ALCANCE 3	**14165**	**tCO2**

Emisión Total de CO_2 para el Año 2008:	**81873**	**tCO_2**