



## **ING. AUTOMOTRIZ**

**Trabajo integración Curricular previa a la obtención del título de Ingeniería en  
Mecánica Automotriz**

**AUTORES:**

**Robinson Wladimir Toapanta Ávila  
Alexis Esmith Peñaloza Espín**

**TUTOR:**

**Ing. Juan Carlos Rubio Terán, MBA**

**“PROYECCION DEL CAMBIO DEL PARQUE AUTOMOTOR DIESEL A  
ELECTRICO EN UNA EMPRESA COURIER EN EL DMQ PARA MEDIR LA  
HUELLA DE CARBON DE LOS AUTOS ELECTRICOS”**



## CERTIFICACIÓN

Yo, **Robinson Wladimir Toapanta Ávila**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



### Firma

Yo, **Alexis Esmith Peñaloza Espín**, declaro bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y leyes.



### Firma

Yo, **Ing. Juan Carlos Rubio**, Certifico que conozco al autor de la presente investigación, siendo responsable exclusivo tanto en su originalidad, autenticidad, como en su contenido.



### Firma

## **DEDICATORIA**

A mi familia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros cumplidos se los debo a ustedes. Me formaron con valores y algunas reglas, pero al final de cuentas me motivaron constantemente para alcanzar mis metas y nunca rendirme. Gracias Padres.

**Wladimir Toapanta**

## **DEDICATORIA**

A mis padres por haberme educado con valores y guiarme desde pequeño, por el esfuerzo hecho para que jamás me faltara nada. Me supieron aconsejar y apoyar en cada circunstancia de mi vida.

**Alexis Peñaloza**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la oportunidad que nos brinda de alcanzar un nuevo peldaño en nuestra vida profesional. A todo el personal administrativo y docente de la Universidad Internacional Del Ecuador, por la calidad humana, profesional y técnica brindada en nuestro proceso de aprendizaje

**Wladimir Toapanta**

## **AGRADECIMIENTO**

A los docentes y autoridades de la Universidad Internacional del Ecuador por su orientación valiosa y su apoyo constante durante el transcurso de mis estudios, por los conocimientos impartidos en pro de mi crecimiento profesional.

**Alexis Peñaloza**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	i
Certificación	iii
Dedicatoria	iv
Índices y Contenidos	v
Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Marco Teórico	5
Peugeot Partner 2022	7
Renault Kangoo ZE	8
Normativa Euro 6D	9
Metodología	10
Resultados	10
Desplazamiento de los vehículos a diésel por semana	10
Especificaciones de consumo de energía eléctrica por cada 100Km	11
Datos de la actividad auto diésel	11
Factor de Emisiones de CO <sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado Del Ecuador – Informe 2021	13
Producción de energía eléctrica en el Ecuador 2022	13
Datos de la actividad auto eléctrico.	14
Comparativo de Emisiones de CO <sub>2</sub> Auto Eléctrico - Auto Diésel	15
Comparativas emisiones de la flota diésel y eléctrica.	15
Conclusiones	16
Bibliografía	17
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	
Figura 1 Peugeot Partner 2022	8
Figura 2 3.4 Renault Kangoo ZE	9
Figura 3 Miles de Toneladas CO <sub>2</sub> emitidas al ambiente	13
Figura 4 Producción de energía eléctrica en el Ecuador 2022	13
Figura 5 Comparativo de Emisiones de CO <sub>2</sub> Auto Eléctrico - Auto Diésel	15
Figura 6 Comparativas emisiones de la flota diésel y eléctrica.	15
<b>INDICE DE TABLAS</b>	
Tabla 1 3.2 Ficha Técnica Peugeot Partner 2022	8
Tabla 2 3.4.1 Ficha Técnica 1Renault Kangoo ZE	9
Tabla 3 Desplazamiento de los vehículos a diésel por semana.	10
Tabla 4 Especificaciones de consumo de energía eléctrica por cada 100Km	11

# **ANÁLISIS DE LA PERDIDA DE POTENCIA EFECTIVA EN UN OFF ROAD EN FUNCIÓN DE LAS VARIABLES DIÁMETRO DE RUEDAS, CONSUMO DE COMBUSTIBLE, EMISIONES CONTAMINANTES EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN.**

Ing. Juan Carlos Rubio Terán. MBA, Robinson Wladimir Toapanta Ávila, Alexis Esmith Peñaloza Espín  
*Pregrado Ingeniería Automotriz - Universidad, Titulo Obtenido, [jrubio@uide.edu.ec](mailto:jrubio@uide.edu.ec),*

*Quito – Ecuador*

*Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, [alpeñalozaes@uide.edu.ec](mailto:alpeñalozaes@uide.edu.ec), Quito  
– Ecuador*

*Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, [rotoapantaav@uide.edu.ec](mailto:rotoapantaav@uide.edu.ec),  
Quito–Ecuador*

## **RESUMEN.**

Los vehículos eléctricos en la última década han tomado impulso por su bajo impacto de GEI constituyéndose una alternativa para los usuarios, esto se debe también ya que los gobiernos han generado políticas que favorecen su utilización, pero de estos autos aún dejan una huella de carbón que da cuenta en su fabricación, uso como tal, la utilización de energía y de que fuentes llega esta energía y la eliminación final de sus componentes como las baterías, sin dejar de mencionar que en su funcionamiento no producen GEI.

Estos vehículos eléctricos generan menos GEI, y para el estudio se utilizó una **metodología** cuantitativa, comparativa descriptiva con ello descubrir una menor huella de carbón en comparación con los motores de combustión interna como de gasolina o diésel, los eléctricos al no tener gases de escape expuestos al medio ambiente durante su uso, la producción de estos vehículos eléctricos tiene que ver en su proceso de fabricación, extracción de materiales para su construcción en especial para la elaboración de baterías y su transporte a los lugares construcción.

Hay que mencionar que la cantidad de GEI que producen los autos eléctricos depende de las fuentes de energía que se utilice para la fabricación, es decir para la extracción si se requiere de energía eléctrica que es generada por termo eléctricas donde la fuente de energía es un combustible fósil, donde el transporte terrestre de las baterías hasta el punto de llegada a fábrica es con motores de combustión interna la huella de carbón será mayor, y también pueden ser susceptibles de cambio energético para bajar el impacto, lo que se debería dedicar a que estas fuentes de energías sean de fuentes renovables como hidroeléctricas, solares, eólicas entre otras, sin dejar de mencionar que muchos de los procesos de fabricación son los mismos para que los autos de combustión interna.

Otro factor a considerar es la disposición final de las baterías, ya que, si no se gestionan adecuadamente pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y otros impactos ambientales negativos. Es por ello que se están desarrollando nuevas tecnologías de reciclaje y reutilización de las baterías de vehículos eléctricos, con el fin de minimizar su impacto ambiental y maximizar su vida útil. En **conclusión**, aunque los vehículos eléctricos tienen una huella de carbono menor en comparación con los vehículos de combustión interna, es importante tener en cuenta todos los factores que contribuyen a su huella de carbono, se debe tratar de minimizar y en

lo posible eliminar. Los **resultados** de estudio son claros en especial en nuestro país que al no producir automotores o baterías para autos eléctricos la huella de carbón dentro de territorio de basa en la utilización y eliminación del automotor.

**Palabras Claves:** GEI, eléctricos, combustión interna, renovables, media ambiente, impacto ambiental.

### **ABSTRACT**

Electric vehicles in the last decade have gained momentum due to their low GHG impact, constituting an alternative for users, this is also due to the fact that governments have generated policies that favor their use, but these cars still leave a carbon footprint that it accounts for its manufacture, use as such, the use of energy and from what sources this energy comes and the final elimination of its components such as batteries, not to mention that in its operation they do not produce GHG.

These electric vehicles generate less GHG, and for the study a quantitative, comparative descriptive methodology was used, thereby discovering a lower carbon footprint compared to internal combustion engines such as gasoline or diesel, electric ones having no exposed exhaust gases to the environment during their use, the production of these electric vehicles has to do with their manufacturing process, extraction of materials for their construction, especially for the manufacture of batteries, and their transportation to construction sites.

It should be mentioned that the amount of GHG produced by electric cars depends on the energy sources used for manufacturing, that is, for the extraction if electrical energy is required, which is generated by electric thermos where the energy source is a fossil fuel, where the land transport of the batteries to the point of arrival at the factory is with internal combustion engines, the carbon footprint will be greater, and they may also be susceptible to energy change to reduce the impact, which should be dedicated to These energy sources are from renewable sources such as hydroelectric, solar, wind, among others, not to mention that many of the manufacturing processes are the same for internal combustion cars.

Another factor to consider is the final disposal of the batteries, since, if they are not managed properly, they can generate greenhouse gas emissions and other negative environmental impacts. For this reason, new technologies for recycling and reusing electric vehicle batteries are being developed in order to minimize their environmental impact and maximize their useful life. In conclusion, although electric vehicles have a smaller carbon footprint compared to internal combustion vehicles, it is important to take into account all the factors that contribute to their carbon footprint, you should try to minimize and where possible eliminate. The study results are clear, especially in our country that by not producing automobiles or batteries for electric cars, the carbon footprint within the territory is based on the use and disposal of the automobile.

**Keywords:** GHG, electricity, internal combustion, renewables, environment, environmental impact.

## **1. INTRODUCCIÓN**

“Si duplicamos las emisiones de CO<sub>2</sub>, la temperatura subirá 3°C”. *Jule Charney* (1972). El calentamiento Global de la tierra se definió muchos años atrás por varios científicos, el descontrol

humano por el poder económico, por el desarrollo de fuertes economías que muchas se basan en la industria del petróleo han llevado al mundo a una situación casi insostenible e irreversible. La huella de carbón permite cuantificar los gases de efecto invernadero que son emitidos por varios agentes, principalmente por el humano, empresas de productos o actividades que de una o de otra manera generan GEI (Gas de Efecto Invernadero), el caso de la industria automotriz los gases producto de la quema de combustibles fósiles en los motores de combustión interna son una de las fuentes más fuerte de emanación de GEI, En el caso de los vehículos, la huella de carbón está definida en el tiempo de vida útil y la cantidad de GIE que produce en este lapso, hay que tomar en consideración la cantidad correcta, desde la extracción de materiales, construcción, fabricación y todo la energía y que tipo de la misma para llegar al producto final.

Con respecto a las baterías que sirve de fuente para los motores eléctricos, es preponderante explicar que materias primas como el litio, níquel, cobalto entre otros requieren de una gran demanda de energía, y en las cuales se utilizan fuentes que generan gases de efecto invernadero, además los procesos de fabricación de las baterías también generan GEI, principalmente debido al uso de energía eléctrica y a la emisión de gases durante la producción de los componentes de la batería.

El presente estudio tiene la finalidad de calcular de huella de carbón que se produce por la utilización de una flota de vehículos a diésel, esto se debe a que al cambiar esta flota por una eléctrica la huella de carbón se pretende reducir la misma por un compromiso institucional de ser una empresa libre emisiones GEI al cambiar de un parque automotor de vehículos a diésel a eléctricos y determinar el verdadero aporte positivo al medio ambiente. Para este efecto, para el efecto se tiene que definir los aspectos relevantes previó al cálculo de la huella de carbón, para esto se tiene que definir en palabras simple que este cálculo este determinado por el **Dato de la Actividad** que no es más que nivel o grado de la generación de GEI que depende de la fuente generadora, en este caso se ha delimitado en los vehículos a diésel por fuente fósil, así como la generación de vehículos eléctricos para hacer la comparativa entre ellos. El segundo elemento a tomar en consideración para el cálculo es el **Factor de Emisión (FE)** determinado por la cantidad de GEI emitidos por el Dato de Actividad que dependen exclusivamente de la actividad que se emplee. Para determinar la huella de carbón no es más que multiplicar el Dato de actividad por el valor del Factor de Emisión, lo relevante del proceso es la recopilación de la información que se aplicara para el cálculo, la huella de carbón determina el grado de afectación que tienen esta flota de vehículos a diésel con el medio ambiente así, como los vehículos eléctricos contribuyen con la baja de estas emisiones GEI y su aportación al medio ambiente, el impacto dentro de país es importante pero no por ello no se debe de dejar de mencionar que muchos aspecto dentro de la información de la huella de carbón por no ser productores de varios procesos de fabricación, es por ello que la información de datos son tomados de las fichas técnicas y certificaciones que cumplen estos autos. Es definitivo que los autos eléctricos ayudan de forma sustancial a mejor el cambio climático, pero la observación es que se puede ser de mucha ayuda cuando se elimine por completo la utilización de combustibles fósiles por energías alternativas limpias, en la cadena de producción de autos eléctricos mucho de los procesos de fabricación, transporte de materias primas y productos elaborados.

## 2. MARCO TEORICO



La huella de carbono es una medida de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por una persona, empresa, producto o actividad. En el caso de los vehículos, la huella de carbono se refiere a la cantidad de emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) que se producen durante su ciclo de vida, desde la fabricación hasta el fin de su vida útil. En los últimos años, los vehículos eléctricos se han introducido en el parque automotor cada vez más y se convierte su presencia en populares debido a su bajo impacto ambiental en comparación con los vehículos de gasolina y diésel. Sin embargo, a pesar de que los vehículos eléctricos no emiten gases de escape, aún tienen una huella de carbono debido a su fabricación, uso y disposición final.

En términos generales, la huella de carbono de un vehículo eléctrico es menor que la de un vehículo de combustión interna, principalmente debido a que los vehículos eléctricos no tienen emisiones de escape durante el uso. La mayor parte de las emisiones de GEI asociadas a los vehículos eléctricos se generan durante la fabricación de las baterías donde se generan GEI por la utilización de energía eléctrica en los diferentes componentes de las baterías, lo concerniente en la transportación de las materias primas desde la extracción hasta las fábricas para la construcción de las baterías, al traslado a los lugares de montaje en los vehículos y la cantidad de energía requerida para cargarlas.

En cuanto a la fabricación de las baterías, es importante destacar que la producción de materiales como el litio, el cobalto y el níquel requiere de un alto consumo energético lo que genera emisiones de GEI. Sin embargo, es importante destacar que este impacto puede ser mitigado mediante la implementación de medidas el transporte que puede ser libre de combustibles fósiles, o transporte marino que tiene una huella de carbono menor en comparación con el transporte terrestre.

En cuanto a la producción de la electricidad utilizada para cargar las baterías, es importante destacar que la huella de carbono de un vehículo eléctrico dependerá en gran medida de la fuente de energía utilizada para producir la electricidad. Si la electricidad proviene de fuentes renovables, como la energía solar o eólica, la huella de carbono será mucho menor en comparación con la electricidad producida a partir de combustibles fósiles.

Otro factor a considerar es la disposición final de las baterías, ya que, si no se gestionan adecuadamente, pueden generar emisiones GEI y otros impactos ambientales negativos. Es por ello que se están desarrollando nuevas tecnologías de reciclaje y reutilización de las baterías de vehículos eléctricos, con el fin de minimizar su impacto ambiental y maximizar su vida útil.

En conclusión, aunque los vehículos eléctricos tienen una huella de carbono menor en comparación con los vehículos de combustión interna, es importante tener en cuenta todos los factores que contribuyen a su huella de carbono, desde la fabricación

La huella de carbono de los vehículos eléctricos (VE) es un tema de gran interés debido a la importancia de reducir las emisiones de GEI y mitigar el cambio climático. En este sentido, se han llevado a cabo diversas investigaciones para evaluar la huella de carbono de los VE y compararla con la de los vehículos de combustión interna (VCI).

Según un estudio de la Agencia Europea de Medio Ambiente, los VE emiten un 30% menos de CO<sub>2</sub> en su ciclo de vida completo en comparación con los VCI. Esto se debe a que los VE no emiten gases de escape directamente, sino que su huella de carbono depende en gran medida de la forma en que se genera la electricidad que los alimenta. Por lo tanto, la huella de carbono de los

VE puede variar significativamente según la región y el tipo de electricidad que se utiliza para cargarlos.

En este sentido, otro estudio de la Universidad de California en Berkeley señala que la huella de carbono de los VE es mucho menor en regiones donde la electricidad se genera a partir de fuentes renovables como la energía eólica, solar o hidráulica. Por ejemplo, en California, donde más del 50% de la electricidad proviene de fuentes renovables, un VE emite menos de la mitad de CO<sub>2</sub> que un VCI. En contraste, en regiones donde la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles, la huella de carbono de los VE puede ser comparable o incluso superior a la de los VCI.

Además, según un estudio de la Agencia Internacional de Energía, la huella de carbono de los VE también depende del tipo de batería que se utiliza. Las baterías de iones de litio, que son las más comunes en los VE, tienen una huella de carbono significativamente menor que las baterías de plomo y ácido, utilizadas en vehículos convencionales. Sin embargo, la producción de baterías de iones de litio todavía genera emisiones significativas de CO<sub>2</sub>, por lo que es importante reducir su huella de carbono a medida que se aumenta la producción de VE.

Por otro lado, un estudio de la Universidad de Oslo señala que la huella de carbono de los VE también se ve afectada por su ciclo de vida completo, incluyendo la producción de materias primas, la fabricación del vehículo, su uso y su eventual eliminación. El estudio concluyó que la huella de carbono de los VE es significativamente menor que la de los VCI en todas las etapas, pero que se necesita una mejora continua en la eficiencia de la producción y la eliminación de los VE para reducir aún más su huella de carbono.

En conclusión, la huella de carbono de los vehículos eléctricos es un tema complejo que depende de varios factores, como la región, el tipo de electricidad que se utiliza, el tipo de batería, el ciclo de vida completo del vehículo, entre otros. Sin embargo, la mayoría de los estudios señalan que los VE emiten significativamente menos CO<sub>2</sub> que los VCI y que su huella de carbono puede reducirse aún más mediante la producción de electricidad renovable, la mejora en la eficiencia de la producción y la eliminación de los VE, entre otras medidas

**Análisis de ciclo de vida (ACV):** El ACV es un método que permite evaluar la huella de carbono de un producto o servicio a lo largo de todo su ciclo de vida, desde la extracción de materias primas hasta su eliminación. Este método utiliza ecuaciones matemáticas para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en cada etapa del ciclo de vida y calcular la huella de carbono total.

**Factor de emisión:** El factor de emisión es una medida que relaciona la cantidad de emisiones de GEI con una unidad de actividad o consumo. Por ejemplo, el factor de emisión del gas natural es de 0,19 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh, lo que significa que la quema de 1 kWh de gas natural emite 0,19 kg de CO<sub>2</sub> equivalente. Para calcular la huella de carbono de un proceso o actividad, se multiplica la cantidad de actividad o consumo por el factor de emisión correspondiente.

**Modelo input-output:** El modelo input-output es un método que permite evaluar la huella de carbono de una economía o una región en su conjunto. Este método utiliza ecuaciones matemáticas para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción y el consumo de bienes y servicios en diferentes sectores económicos.

**Protocolos estándar:** Existen varios protocolos estándar que establecen las directrices y los procedimientos para calcular la huella de carbono de una organización o de un proyecto específico.

Estos protocolos suelen incluir fórmulas matemáticas para cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en diferentes categorías, como la energía, el transporte, los residuos, entre otras.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio de la huella de carbón toma como referencia a dos vehículos, uno a diésel que será remplazado por eléctricos en la flota de 20 unidades que son las encargadas del reparto de los productos, las políticas de la empresa es que los vehículos sean de procedencia europea por cuestiones de regulaciones ambientales y por la tecnología que utilizan, otra política aplicada por la empresa es que los vehículos utilizados de los debe remplazar en un período no mayor a los cinco años de utilización es por ello que el estudio de la huella de carbón de la flota toma ese lapso de tiempo.

#### 3.1 PEUGEOT PARTNER 2022

La marca Peugeot con el modelo Partner, es un vehículo de combustión interna a diésel como suministro de energía es el vehículo que se lo utiliza como en la flota, cumple característica EURO 6 como normativa de emisiones, pese que en país no se las requiere por la utilización de normas obsoletas aplicadas por el gobierno. La marca dentro del país pasó ausente por un período de tiempo, a retornar pese a que es una marca conocida que ha tenido una buena aceptación en un mercado de cliente, mismos que fieles a la marca se adiciona que los vehículos europeos han tenido una baja de impuestos que lo hace muy atractivo en sus diferentes segmentos. Cuenta con una autonomía generada por un tanque de combustible diésel en ciudad de aproximada 700km. Con una motorización de 1.6 litros turbo, asistido con una caja de cambios manual de 6 velocidades, con un espacio en cajuela de 3.3 metros cúbicos que le permite una capacidad de carga de 850 kg.

#### 3.2 Peugeot Partner 2022



Figura #1, fuente autores.

#### 3.2 Ficha Técnica Peugeot Partner 2022

<u>Cilindraje</u>	<u>1.6cc Turbo</u>
Transmisión	Manual 5 Vel
Potencia	92hp
Torque Neto	250nm

Combustible	Diésel
Capacidad de carga	850kg
Precio de compra	\$24.999

**Tabla # 1, fuente autores.**

### 3.3 Renault Kangoo ZE

La investigación es enriquecida con el aporte de Renault con su vehículo de carga 100% eléctrico modelo Kangoo para el reparto, la tecnología de este vehículo esta soportada por las normas europeas. El anuario de la AEADE, asegura que Renault tiene una participación del 4,3% en el mercado ecuatoriano hasta 2021. Al ser un auto 100% eléctrico el país no tiene normas que rijan estas nuevas tecnologías lo que se ha limitado es poner liberaciones para promover la demanda de autos eléctricos. En Francia su comercialización se la realiza con la normativa EURO 6D misma que sugiere una alta rigurosidad refiriéndose a emisiones GEI. Las condiciones climáticas del mundo sugieren y exigen un cambio de mirada a los combustibles fósiles, es por ello que las diferentes marcas de vehículos han optado desde hace algunos años atrás por los vehículos híbridos y en la actualidad a 100% eléctricos, es así que muchas marcas de automotores ya tienen estos autos de alta gama y cada vez se trabaja de mejor manera con la autonomía de los mismos, si bien no es menos cierto que aún hay problemas con los tiempos de recarga de la energía, cada vez hay mejores alternativas. No es menos cierto que es un problema cuando las baterías terminan de sus horas de uso, generan un alto impacto ambiental que dichos por expertos sería igual o peor la contaminación ambiental, las marcas están trabajando para que los elementos utilizados se los pueda reciclar posterior a utilización y los tiempos de vida útil se prolonguen lo más posible, así el impacto se lo minimizando sin llegar a ser totalmente amigables con el medio ambiente refiriéndose a los desechos contaminantes.

### 3.4 Renault Kangoo ZE



**Figura #2, fuente autores.**

#### 3.4.1 Ficha Técnica 1 Renault Kangoo ZE

	Automática 1 Velocidad
Potencia	60 hp
Torque	225Nm
Capacidad de batería	33kWh
Combustible	Eléctrico

Capacidad de carga	650 kg
Precio de Compra	\$32.999 13.8
Consumo energético	KW/100Km

**Tabla #2, fuente autores**

### **3.5 Normativa Euro 6D**

Las normas son las herramientas que los países industrializados van implementando mientras las tecnologías avanzan, estas permiten que los fabricantes se ajusten a las nuevas adecuaciones mundiales que permiten que sus vehículos emitan menos emisiones y bajar el impacto ambiental en todos los aspectos. Los fabricantes se rigen a estas normas, así los países llamados del primer mundo colocan las mismas como requisitos mínimos para que todos los vehículos que ingresen a esos países las cumplan. A partir de enero de 2022, todos los autos nuevos deberán pasar la prueba que contiene los límites más bajos de contaminación hasta ahora presentados. La norma Euro 6D se espera que dé lugar a una generación de automóviles a diésel mucho más limpios. (Martin, 2020)

En el año 2020 Europa implementa La Euro 6D siendo una norma que alcanza los niveles más bajos permisibles para los vehículos movidos por combustibles fósiles así tenemos 120gr de CO<sub>2</sub> para vehículos a Diésel y 90gr de CO<sub>2</sub> para vehículos a gasolina. Por algunos acontecimientos fuera de la legalidad como sucedió con VW. Se implementan en la normativa sanciones para las marcas que no cumplan con esta normativa con la venta de sus vehículos. (Martin, 2020)

## **4. METODOLOGÍA**

El estudio se basa en una metodología documental que permita cuantificar los datos que se basan en información de certificación y cumplimiento de normas presentada por los fabricantes, en una metodología que permite hacer un análisis comparativo de los parámetros emitidos por cada uno de estos vehículos y sus desplazamientos cotidiano con las respectivas emisiones tabuladas de acuerdo a fichas técnicas y datos gubernamentales del Ecuador.

## **5. RESULTADOS.**

En primer lugar, para determinar la huella de carbón que generan los autos en general se debe tener en cuenta los recursos energéticos que se utilizan para obtención de minerales, materias primas, todo el entorno necesarios para la fabricación en su totalidad de un automotor, en el presente estudio al no tener mucha información de la fuente y la extracción de sus insumos con la cantidad de energía, se enfoca desde el momento que el vehículo llega al país y empieza su utilización, la toma de estos datos son reales y expuestos por los fabricantes de los mismos, en estos vehículos se determina los datos de la actividad o el propósito que realizan durante las jornadas de trabajo, la generación de los GEI que aporta cada vehículo en su transformación de energía fósil o eléctrica para la generación de movilidad. Para el estudio se presentan datos de cada uno de los vehículos obtenidos de las fichas técnicas certificadas por fabricante de acuerdo a la norma que los rigen, la información generada de las emisiones de CO<sub>2</sub> es de la movilidad de cada vehículo y su desplazamiento cotidiano en las rutas de trabajo pre establecidas con datos promedios cuantificados por la empresa.

### **5.1 Desplazamiento de los vehículos a diésel por semana.**

## KANGOO

Autonomía	700 km
Capacidad de tanque de combustible	50 L
Distancia recorrida por día en promedio	170 Km
Distancia recorrida por semana	850 Km
Días de trabajo por semana.	6 días
Tiempo de repostaje	5 min
Emisiones de CO <sub>2</sub>	146g/km
Costo de combustible	\$ 1.71

**Tabla # 3, fuente autores**

La tabla permite determinar el trabajo promedio diario en desplazamiento que realizan los autos de la flota, al ser las rutas pre definidas los cambios no representa un variable significativa por lo que la información se ajusta a los requerimientos del estudio, el consumo de combustible aproximado es de 14 km recorridos por cada litro de diésel, al recorrer los vehículos en promedio 170 km por día, tenemos un consumo diario de 12.214 litros por jornada laboral, con esto el automotor puede trabajar 4.1 días con un tanque lleno, su movilidad es de 850 km por semana pese a que no se trabaja un día por regulación del pico y placa, la capacidad del tanque de combustible permite recorrer 700 km.

### **5.2 Especificaciones de consumo de energía eléctrica por cada 100Km**

Características	MG ZS	ZhiDou D1	BYD E-5	Dayang Chok	Audi E-TRON 55 Quatro
Tipo de Motor Eléctrico	Motor PMSM	Motor Eléctrico Asíncrono	Motor Eléctrico Asíncrono	Motor PMSM	Motor Eléctrico Asíncrono
Tipo de Corriente	AC	AC	AC	AC	
Potencia Máxima CV	142.95	24 CV a 4200-5000 rpm	122.67	8	360
Potencia Máxima Kw/rpm	*	*	90	1.95	AC
Par Máximo N/m	353	82	310	*	561
Velocidad Máxima km/h	175	80	130	50	200
Aceleración de 0-100 segundos	8.8	*	14	*	6.6
Consumo Eléctrico	13.8 cada 100 Km			13 CADA 100 Km	19.6-18.8 cada 100 km
Autonomía NEDC o FPA	335 km	145 km	400 km	100 km	400 Km

Esteban González Quirola

**Tabla #4, fuente Renault.**

La flota tiene que atravesar un inconveniente ya que en la ciudad de Quito existe la restricción vehicular de pico y placa en horas determinadas, esta restricción de la movilidad generando que los despacho no se los pueda realizar por el auto que le corresponde el pico y placa durante el día, ya que es más complejo reorganizar alguna movilidad fuera del horario, adicional a ello la ruta no se ajusta a las restricciones generando el inconveniente, obligando a la renta de vehículos para cubrir los días no operativos, es decir la emisión de gas por pico y placa de igual manera se la genera por la renta de vehículos que debe cumplir las mismas características de la flota. Los vehículos generan un recorrido de 850 hm por semana y se hará en base a esa distancia el cálculo, no se tomará en cuenta el vehículo de renta, cabe mencionar que los repartos si se los realiza el sábado por lo que completan su recorrido. Para determinar la huella de carbón será necesario la ecuación que determina:

Huella de Carbón = Datos de la Actividad X Factor de Emisiones

Emisiones = Combustible consumido x FE → Emisiones = Litros de combustible X  
FE(CO<sub>2</sub>eq/Lt)

### 5.3 Datos de la actividad auto diésel:

Consumo de combustible en litros/Km	14,00
Distancia recorrida semanal en Km	850,00
Distancia recorrida Anual en Km	18700,00
Litros de diésel consumidos mes	60,71
Litros de diésel consumidos año	<b>1533,40</b>

$$FE \text{ CO}_2 = 1533.40 \text{ Li} \times 2.61 \text{ Kg/Li}$$

$$\text{CO}_2 = 4002.17 \text{ Kg} \rightarrow \underline{\underline{4.0 \text{ T CO}_2 \text{ Producción por vehículo al año.}}}$$

La flota está compuesta por 20 vehículos.

$$\text{CO}_2 = 4002.17 \text{ Kg} \rightarrow 4002.17 \text{ T CO}_2 \times 20 \text{ Unidades} \rightarrow \underline{\underline{80043.48 \text{ Kg CO}_2}}$$

= 80.04 T Producción por la flota al año.

$$\underline{\underline{\text{CO}_2 = 400.2 \text{ T Producción por la flota en período de 5 años.}}}$$

### 5.4 Demanda energética de la flota anual.

La demanda energética viene determinada por la distancia recorrida y el consumo de combustible para el efecto, la determinación del consumo es una consecuencia de la cantidad de peso que se desplaza, como las rutas son similares y el reparte se lo hace con un promedio estándar de carga por el tipo de productos, las rutas se determinan con la carga del vehículo completa y de acuerdo a los repartos, la ruta empieza desde el lugar más cercano a la ruta más lejana, que es la última entrega, de esta manera hay un ahorro de combustible y se eliminan contratiempos, si por alguna razón el cliente no se encuentra el reparto se lo hace al retorno y con la confirmación del cliente sin afectar las los tiempos ni entregas posteriores.

La alimentación eléctrica se la toma de la línea interconectada que suministra al país, está compuesta por una mayoría de energía limpia que son las hidroeléctricas, en un segundo lugar con un porcentaje bajo son las termoeléctricas que son fuentes energéticas movidas por motores de combustión interna que dejan en su generación una huella de carbón pese a que el vehículo como tal en su funcionamiento no lo hace pero la energía que la llega no es completamente limpia, por último en un número porcentual muy bajos tenemos otras fuentes limpias que son las eólicas o las solares, sin dejar de proponer que tienen mucho potencial y que se las debe desarrollar para que en algún momento muy cercano por lo menos replacen a las termoeléctricas para que la generación eléctrica sea solo de fuentes limpias con un impacto muy reducido. Si bien no es menos cierto que los vehículos tanto de combustión como eléctricos generan emisiones de efecto invernadero desde el mismo monto que se extraen los materiales que se complementa en materias primas, el transporte de estos hacia los lugares de transformación en insumos y finalmente en partes de los automotores,

el estudio no presente una análisis detallado de estos elementos ya que el Ecuador al ser un país no fabricante lo asume desde el instante que llegan a ponerse en marcha, es más en los vehículos ensamblados en el Ecuador el aporte de materiales y materias primas son limitados y para el estudio los dos vehículos son importados, eso determina que estos automotores de procedencia europea llegan al país completamente armados y que presentan un nivel de fabricación de estándares pre establecidos que superan las normas locales, el estudio está determinado a definir los niveles de CO<sub>2</sub> producidos desde su puesta en marcha, hay que destacar que los vehículos llegan al puerto y son trasladados a los diferentes punteo de ventas por transporte terrestre hasta su lugar de exhibición y venta, se define que dos tipos de vehículos tanto eléctricos como a diésel pasan por el mismo proceso de transportación por lo que este único proceso de movilización no se toma en cuenta al afectar a los dos de la misma forma.

### 5.5 Factor de Emisiones de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado Del Ecuador – Informe 2021

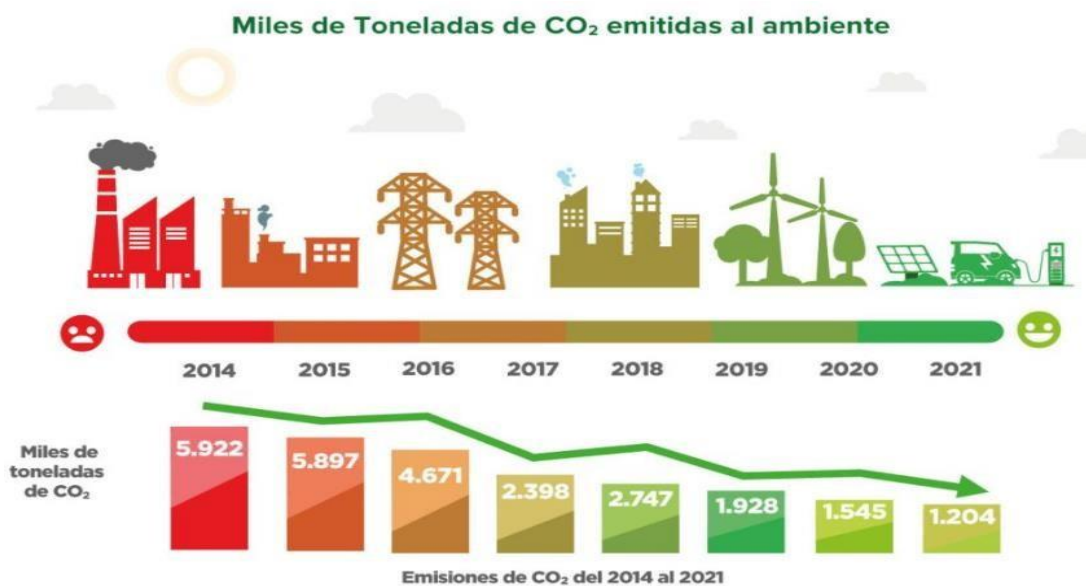


Figura #3, fuente Ministerio Energía y Minas 2021

El gráfico determina la generación energética del país desde el año 2014 al año 2021 que es la última medida que se la ha realizado, la tendencia a la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> es evidente y las políticas de estado apunta a que eso se realice, también se puede determinar que por una u otra razón no se trata de energías completamente limpias, siendo esto un punto de partida para el análisis de la huella de carbón que generan los vehículos eléctricos.

### 5.6 Producción de energía eléctrica en el Ecuador 2022



Indicador	Unidad de medida	Fórmula	Configuración de Indicador	Frecuencia de medición	2021 Línea base	Semestre 1	2022 Semestre 2	ACUMULADO (Meta Anual)
12.1 Capacidad de generación eléctrica (MW)	MW	Sumatoria de Megavatios instalados en cada central de generación	Continuo por periodo	Semestral	6.366,20	6.415,10	6.620,50	<u>6.620,50</u>
12.2 Capacidad instalada de transformación (MVA)	MVA	Sumatorios de megavatios instalados en subestación	Continuo por periodo	Semestral	16.886,20	16.886,20	17.328,20	17.328,20
12.3 Demanda máxima entregada al sector petrolero desde el S.N.I.	MW	Demanda máxima-año (MW)	Discreto por periodo	Anual	N/A	N/A	50,00	50,00
12.4 Desarrollo de proyectos de ERNC	%	(Actividades ejecutadas/ actividades planificadas) *100	Continuo por periodo	Semestral	N/A	N/A	5,00%	5,00%

Figura 4 Fuente CELEC 2022

La información de la generación de energía proporciona la información necesaria para determinar la huella de carbón de los vehículos eléctricos al utilizar esta energía de la red eléctrica.

### 5.7 Datos de la actividad auto eléctrico.

Consumo de energía en Wh/Km	155.00
Autonomía en Km	270.00
Distancia recorrida por semana en km	850.00
Distancia recorrida por año en Km	18700.00
GW/H generados en el 2022	28685.50
CO <sub>2</sub> Producidos por la CELEC 2022 en MTn	1204.00
CO <sub>2</sub> por generación de luz en W	1204000.00 Consumo
energético en Wh/100Km	13.80 Consumo
energético al año:	

$$0.138 \text{ W} * 18700 \text{ Km} / 100\text{Km} \Rightarrow 2580.60 \text{ Watts consumidos al año}$$

La generación de energía en el Ecuador es de 1204000 KW de acuerdo a CELEC en el 2022 y con una emisión de CO<sub>2</sub> por esta generación de 1204 T, para determinar el porcentaje de CO<sub>2</sub> consumido por el vehículo hacemos la relación con respecto a la generada, esto se lo hace por los datos de la misma entidad que mide los niveles de CO<sub>2</sub> emitidos por año en relación a la generación de electricidad.

$$1204000 \text{ Gr CO}_2 * 2580.6\text{W} / 28685000000 \text{ W} \Rightarrow 0.108215 \text{ Gr CO}_2 \text{ Emisiones producidas por un vehículo}$$

$$\text{CO}_2 0.10825 \text{ gr} \Rightarrow \text{CO}_2 0.00010825 \text{ T Contaminación de flota es: } 0.0026632 \text{ T Producción de la flota por año.}$$

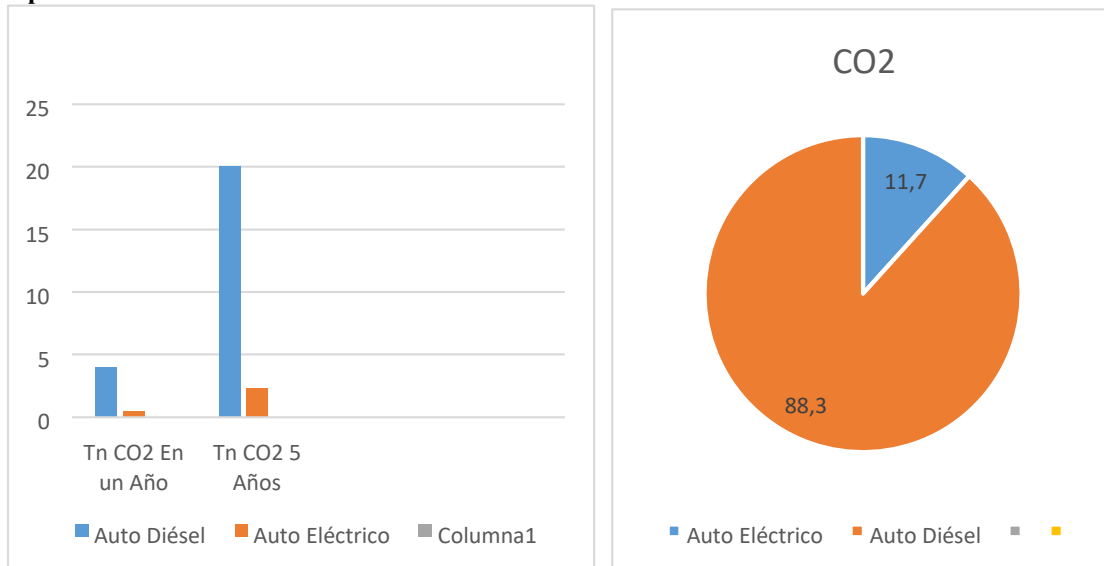
$$\text{CO}_2: 0.01083159 \text{ T Producción de la flota por el período de cinco años.}$$

El análisis da cuenta de la huella de carbón de los vehículos en movimiento durante su jornada de trabajo y durante un proceso de vida útil de los autos dentro de la empresa que es de cinco años

donde la flota será reemplaza por vehículos nuevos. Todo el estudio está basado en la movilidad de reparto que realizan estos autos, los vehículos eléctricos tienen la ventaja que no se les aplica la restricción vehicular de la ciudad de Quito en horas pico, para que el efecto comparativo esté dentro del mismo parámetro se utilizan condiciones de desplazamiento similares sin tomar en cuenta la distancia que los autos eléctricos pueden recorrer un día más dejando la renta de vehículos y bajar costos.

Los resultados del estudio nos demuestran que se genera una huella de carbono menor, cabe señalar que los vehículos como tal no emiten emisiones contaminantes al ser eléctricos, no se produce una combustión que deje un residuo, es por ello que se lo conoce como vehículos libres de emisiones, por otro lado la energía que le permite su movilidad viene del sistema interconectado del país, y la generación de luz eléctrica en nuestro país genera un huella de carbono que la miden las entidades gubernamentales con el propósito de ir reduciendo esta huella de carbono por efectos de generación, así con el gráfico de factor de emisiones se puede determinar como en los últimos años las medidas tomadas anualmente demuestran una disminución importante de las emisiones de CO<sub>2</sub>, esto se debe a que son procesos que se han ido corrigiendo y por una parte importante se ha ido reduciendo la generación de luz eléctrica por fuentes termoeléctricas.

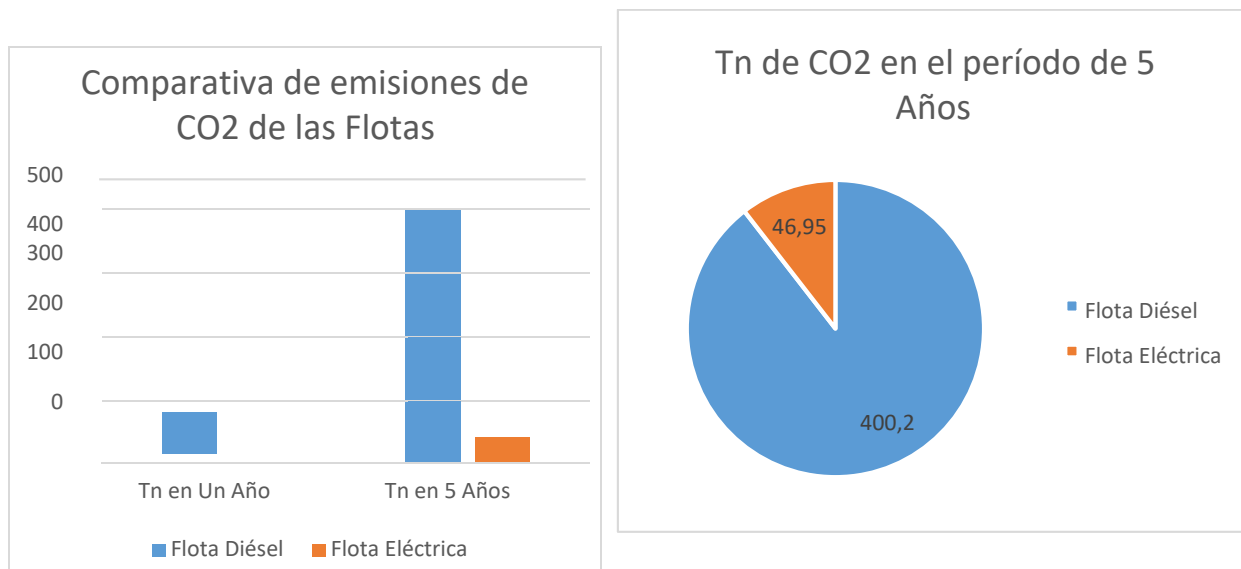
### 5.8 Comparativo de Emisiones de CO<sub>2</sub> Auto Eléctrico - Auto Diésel



**Figura #5, fuente autores.**

Se determina que el auto diésel contamina en un 88.3% de CO<sub>2</sub> mientras que un vehículo eléctrico en 11.7%, se debe destacar que el vehículo eléctrico no es generador de estas emisiones, pero el proceso de producción de energía que consume es lo que le lleva a dejar esta huella de carbono.

### 5.9 Comparativas emisiones de la flota diésel y eléctrica.



**Figura 6, fuente autores.**

Se determina claramente que el cambio energético es una alternativa muy viable para la naturaleza y los humanos en general, pese a que la generación de energía en el Ecuador en más de un 85% viene de fuentes limpias como las hidroeléctricas, no es menos cierto que aun así se deja una huella de carbón que se tiende a la baja pero genera un impacto, los números son definitivos hay una reducción significativa que va de 400.2 toneladas de CO<sub>2</sub> por una flota de 20 autos a diésel en un periodo de cinco años a 46.95 toneladas de CO<sub>2</sub> por la misma flota en la misma cantidad de tiempo CO<sub>2</sub>. Las baterías tienen una garantía de 10 a 12 años de utilización, es por ello que el estudio no contempla una investigación como tal de la producción de CO<sub>2</sub>, pero dentro del proceso se analizó varias circunstancias, una de ellas es que no hay un lugar donde se pueden reciclar las baterías, otras alternativas es que la tecnología vaya avanzando y las baterías se las hacen reutilizables o por lo menos sus componentes sean reciclados.

## 6. CONCLUSIONES.

- El estudio determina que la huella de carbón generada por los vehículos a diésel es mucho mayor, los vehículos eléctricos cumplen con las mismas características y especificaciones para realizar el transporte en una empresa de Courier, al realizar el estudio comparativo en las mismas condiciones de trabajo los autos eléctricos con los diésel tienen las mismas prestaciones, la generación de la huella de carbón de un auto eléctrico es de casi 10 veces menor que los a diésel, esto se debe a las utilización de energía eléctrica interconectada ya que el vehículo como tal no genera CO<sub>2</sub>. Un estudio determinó que hay una reducción de emisiones de la flota eléctrica dentro del proceso de recambio a los cinco años de 353.25 toneladas CO<sub>2</sub> de una producción de 400.2 toneladas CO<sub>2</sub>, siendo un estudio que contempla todas las características posibles de emisiones de los autos eléctricos en funcionamiento.
- Las ventajas de los autos a diésel con respecto a los eléctricos es que con una recarga de combustible que les toma alrededor de 5 minutos ya pueden recorrer la misma distancia sin pérdida de tiempo, Los autos eléctricos por el contrario requieren de una recarga que al estar completamente descargados requieren alrededor de 6 horas lo que limita su movilidad en largas distancias, al recorrer los 170 km diarios la carga abastece satisfactoriamente y se recargan los autos cuando están fuera de las horas de trabajo es decir en la tarde y noche

sin afectar su trabajo. Una desventaja de los vehículos a diésel es que necesitan de mucho mantenimiento y recambio de líquidos lubricantes haciendo un costo alto en mantenimientos, los eléctricos no necesitan de recambio de líquidos lubricantes ni filtros. Una ventaja de los autos eléctricos es que no tienen pico y placa y no se requiere de la contratación de autos para suplir los días de restricción vehicular.

- Los resultados con respecto a la electro-movilidad es que no solo beneficia al medio ambiente, está claro que los efectos de los combustibles fósiles han cambiado las condiciones climáticas y que día a día se agravan de manera agresiva por la emisión de CO<sub>2</sub>, Es por ello que los autos eléctricos al no generar CO<sub>2</sub> ayudan a detener los GEI siendo menos invasivos con la naturaleza y los seres vivos, así también estudios amplían la mirada ya que el costo de los vehículos eléctricos en la flota ayudan a reducir gastos y generar mejor rentabilidad en la empresa por los varios ahorros entre ellos los de mantenimientos que sin dejar de hacer los que corresponden a los eléctricos los costos son muy bajos, tal es así que las empresas automotrices ya se preocupan por la postventa con autos eléctricos se quedan sin mucho movimiento de inventarios.
- La conclusión final es que primero hay que cuidar la casa grande, la de todos y sin importar el sacrificio hay que preservarla, pero el estudio demuestra todo lo contrario, que los autos eléctricos son la alternativa más viable para la naturaleza, en el país para mejorar la economía y permite tener menos contaminantes en todos los sentidos.

## 7.0 BIBLIOGRAFÍA

- CONELEC. 2012. **Factor de emisión del sistema nacional interconectado al año 2012.**
- Ecuador, U. P. S. 2013. Recuperado el 22 de julio de 2013. <http://www.ups.edu.ec/sur>.
- ENISA. 2012. **Resumen del informe técnico, ecodiseño de una silla.** Santiago de Compostela.
- Garzón, I. 2010. **Diagnóstico ambiental del camal municipal de la ciudad de Santo Domingo y mejora de su gestión.** Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Heredia, E. F. y K. P. González. 2013. **Estudio de caracterización y cuantificación de residuos sólidos y líquidos de la Universidad Politécnica Salesiana, sede Quito, campus Sur.**
- Ihobe. 2012. **Guía metodológica para la aplicación de la norma UNE-ISO 14064-1:2006 para el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero en organizaciones.** Bilbao: Ihobe.
- IPCC. 2006. **Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.**
- ISO14040:2006. 2006. **Gestión ambiental, análisis del ciclo de vida, principios y marco de referencia.**
- Romo, M. 2008. Recuperado el 24 de noviembre de 2013. **Temas de hormigón armado.** [http://](http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/cementosmorteros-y-hormigones/otros-recursos-1/Dosificacion%20de%20Hormigones.pdf)
- [ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/cementosmorteros-y-hormigones/otros-recursos-1/Dosificacion%20de%20Hormigones.pdf](http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/cementosmorteros-y-hormigones/otros-recursos-1/Dosificacion%20de%20Hormigones.pdf).
- SimaPro. 2013. Recuperado el 1 de diciembre de 2013. **Lavola Sostenibilidad.** <http://www.simapro.es/>.
- Sánchez, R. 2011. **Análisis Ambiental Universidad Politécnica Salesiana Quito campus sur Proyecto de construcción nuevo edificio campus sur.**

- World Business Council for Sustainable Development. □ 2011. **Protocolo de Gases de Efecto Invernadero.**

**ANEXOS.**



Ministerio  
de **Electricidad**  
y **Energía Renovable**



Ministerio  
del **Ambiente**



**CONELEC**  
CENTRO NACIONAL DE ELECTRICIDAD



CORPORACIÓN  
**cenace**  
CENTRO NACIONAL DEL CONTROL DE ENERGÍA

Índice	
Introducción.....	2
<b>1. ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Recopilación y Análisis de la Información Relevante .....	3
1.1.1. Particularidades para la ejecución del cálculo del factor de emisión de CO2.....	4
<b>2. CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIÓN DE CO2 DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR .....</b>	<b>4</b>
2.1 Definiciones Generales:.....	4
2.2. Pasos para la determinación del Factor de Emisión de CO2 .....	6
Paso 1 Identificación del sistema eléctrico relevante.....	6
Paso 2 Seleccionar un método de cálculo para el margen de operación –OM-. .....	6
Paso 3 Calcular el margen de operación, de acuerdo con el método seleccionado.....	7
Paso 4 Identificar el conjunto de unidades de energía a ser incluidas en el margen de construcción -BM-.....	12
Paso 5 Calcular el Factor de emisión del margen combinado -CM-.....	14
<b>3.Conclusiones.....</b>	<b>16</b>

Cálculo del Factor de Emisión de CO2 al año 2012

## Introducción

La Constitución de la República del Ecuador reconoce los derechos de la naturaleza; así como “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir –Sumak Kawsay-“<sup>1</sup>; y, establece la facultad de que el Estado adopte medidas adecuadas y transversales para la adaptación y mitigación del cambio climático.

En base a este principio el Gobierno Nacional, en todos sus sectores estratégicos tiene políticas, de reducción de gases de efecto invernadero, para lo cual el Sector Eléctrico encuentra impulsando el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos y de energías renovables, los mismos que pueden participar en el Mercado Mundial de Carbono, a fin de promover el desarrollo sostenible y aprovechar posibles ingresos adicionales que permitan complementar su gestión financiera. Bajo esta perspectiva, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable –MEER- conjuntamente con el Ministerio del Ambiente –MAE- buscan la participación de los proyectos en este mercado.

Dentro del marco del acuerdo Interministerial suscrito el 16 de diciembre de 2010, se establece la creación de la COMISIÓN TÉCNICA DE DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO -CTFE-, para el Sector Eléctrico Ecuatoriano, la misma que será responsable de desarrollar el cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>. La CTFE presenta en este documento el Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> para el Sistema Nacional Interconectado -SNI- al año 2012 en base a los datos de operación de los años 2009, 2010 y 2011, de acuerdo a “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico v2.2.1” de la UNFCCC.

## **1. ANTECEDENTES.**

Con fecha 16 de diciembre de 2010, se firma el Convenio del Acuerdo Interministerial MAE - MEER para el Cálculo del Factor de Emisión, el cual en su artículo 1 contempla la creación de la CTFE.

La CTFE, ha mantenido reuniones ordinarias y extraordinarias, gestionando el intercambio de información entre las instituciones involucradas, para el respectivo cálculo y análisis. PETROECUADOR EP mediante oficios al Ministerio del Ambiente proporciona el poder calorífico de los combustibles utilizados en la generación de energía eléctrica (fuel oil 6, fuel oil 4, residuo, gas natural, y diesel). Anexo 1

### **1.1. Recopilación y Análisis de la Información Relevante.**

Para la determinación del Factor de Emisión del SNI se ha utilizado la información proporcionada por el CONELEC, CENACE y MAE; obtenida de sus boletines estadísticos y de sus sistemas de gestión de información, conforme se detalla a continuación.

CENACE:

- Generación neta mensual y horaria para el periodo 2009-2011

CONELEC

- Consumo de combustible por cada unidad de generación
- Inicio de operación de cada unidad de generación.

MAE

- Mediante oficio Nro. MAE-DNMCC-2012-0091 proporciona el poder calorífico que fue entregado por PETROECUADOR EP para cada el gas natural, fuel oil 6, fuel oil 4, diesel, y residuo que se utiliza para el consumo del sector eléctrico del país.



El factor de emisión para cada tipo de combustible, de todas las tecnologías del parque generador existente en el SNI, se tomó los valores determinados de acuerdo con el Informe 2006 de Inventarios Nacionales de Gases de efecto Invernadero por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático cuyas siglas en inglés son -IPCC-.

### **1.1.1. Particularidades para la ejecución del cálculo del factor de emisión de CO<sub>2</sub>.**

Debido a las características operativas y de expansión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano y con la finalidad de obtener un cálculo del factor de emisión que refleje la situación actual del SNI se consideraron las siguientes particularidades:

- En el caso de los sistemas eléctricos aislados su afectación es considerada a través de la demanda abastecida por la generación térmica del SNI2.
- Debido al déficit de energía presentado en el sistema eléctrico ecuatoriano en el último bimestre del año 2009 y principios del año 2010, el Gobierno Nacional, incrementó el parque generador mediante la modalidad de arrendamientos, por una capacidad de 200MW termoeléctricos, los cuales se distribuyeron en las siguiente centrales:
- EnergyInternacional. Central Térmica Quevedo (130MW) APR Energy, LLC.
- Central Térmica Santa Elena (70MW)
- Para el caso de la interconexión eléctrica con Colombia, ya que en el año 2008 existió una repotenciación del sistema de transmisión de 230kV, se consideró la energía registrada en los medidores en barras de Ecuador por los circuitos adicionales con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> igual a cero, como indica la “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico v2.2.1” en el paso 1.

## **2. CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR.**

### **2.1. Definiciones Generales:**

- **Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>:** Es la masa estimada de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada.
- **Sistema Nacional Interconectado –SNI-:** “Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Eléctrico, conectados entre sí, que permiten la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y consumo”.<sup>3</sup>

- **Sistema Nacional de Transmisión:** “Es el sistema de transmisión de energía eléctrica o medio de conexión entre consumidores y centros de generación, el cual permite el paso de la energía a todo el territorio nacional”.4

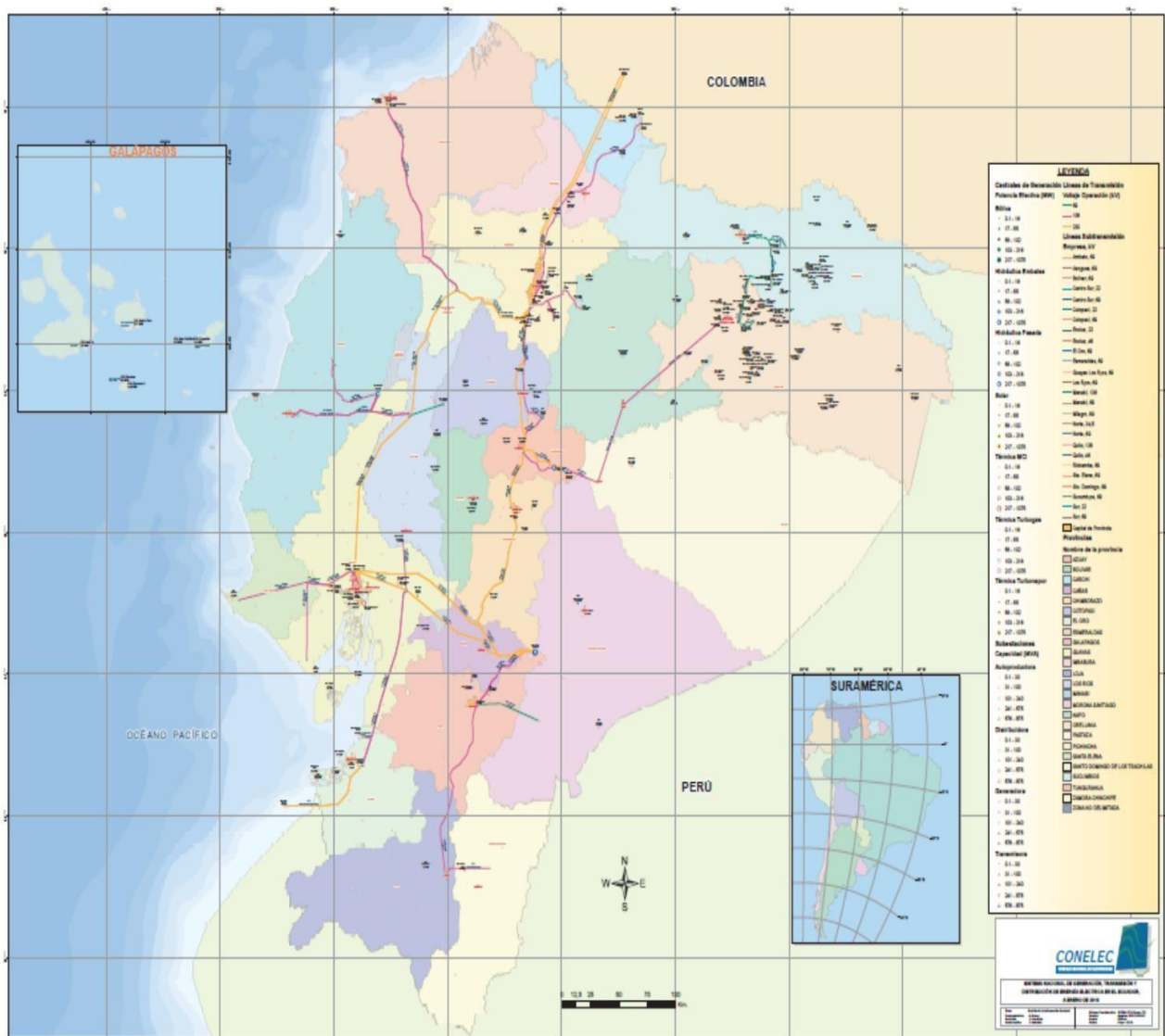


Gráfico1.1 Sistema Nacional de Transmisión Fuente: CONELEC

- **Red eléctrica:** En el presente informe la red eléctrica está referida al Sistema Nacional de Transmisión del Ecuador.

- Unidad de Generación: Es el equipamiento mínimo que permite generar energía eléctrica a partir de la conversión de energía hidráulica, eólica, térmica, etc. que estén conectadas a la red eléctrica.

## **2.2. Pasos para la determinación del Factor de Emisión de CO2**

De acuerdo con la “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico V. 02.2.1”, en relación con la metodología de Línea Base se especifican los siguientes pasos desarrollados:

### **Paso 1 Identificación del sistema eléctrico relevante.**

Son los sistemas de distribución, generación, auto generadores, grandes consumidores e interconexiones internacionales (Colombia y Perú) que conforman el SIN.

### **Paso 2 Seleccionar si desea incluir las plantas que están fuera del sistema de eléctrico.**

El presente cálculo no incluye las unidades que no se encuentran conectadas al Sistema Nacional Interconectado del Ecuador (Emelsucumbios, Galápagos, Isla Puna, Sistema eléctrico PRETROECUADOR EP).

### **Paso 3 Seleccionar un método de cálculo para el margen de operación –OM-.**

Para el cálculo del factor de emisión de CO2 de una red eléctrica debido a su operación, se presenta los siguientes métodos:

**El Método OM Simple** puede ser usado solamente si la generación de energía eléctrica de las plantas de bajo costo<sup>5</sup> de la red eléctrica representa menos del 50% del total de la generación.

El cálculo se lo puede realizar bajo las siguientes opciones:

- Opción A. Sobre los datos de la generación neta de electricidad y un factor de emisión de CO2 de cada unidad de generación,
- Opción B. Sobre los datos de la generación neta de todas las centrales eléctricas conectadas la red eléctrica, tipos de combustible y el consumo de combustible total del sistema eléctrico del proyecto. Esta opción se puede utilizar si:
  - o Los datos para la opción A no están disponibles, o Si solo las plantas nucleares y de energías renovables son consideradas como unidades de bajo costo low cost/must run.
  - o Si las unidades de generación que no están conectadas a la red no son incluidas en el cálculo.

Para el caso del SNI, como se indica en la Tabla 2.1, el grupo de unidades de bajo costo representa el 64% en promedio para el periodo 2009-2011, por lo cual este método no es utilizado.

**Tabla 2.1 Generación Eléctrica del SIN**

	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio	%
Lowcost/mustrun(1)	9785.30	11677.15	10199.31	9571.56	12398.28	10726.32	64.4%
NoLowcost/mustrun(2)	5220.53	4409.64	6156.23	7758.48	6041.42	5917.26	35.6%
Total	15005.83	16086.79	16355.54	17330.04	18439.71	16643.58	100%

Fuente: Plantilla de cálculo "Factor Emisión\_CO2\_SNI\_2012.xlsx" hoja "GEN"

**El Método OM Simple Ajustado** puede ser usado solamente si la generación de energía eléctrica de las plantas de bajo costo de la red eléctrica representa más del 50% del total de la generación.

**El Método por Análisis de Datos del Despacho**, está sujeto al nivel de información que se dispone en el país, puesto que son necesarios los datos horarios de la producción de energía.

**El Método Promedio** es calculado mediante el uso del rendimiento promedio, en el periodo de análisis de la generación de todas las plantas termoeléctricas que forman parte de la red.

De acuerdo con la conformación del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador y los datos del sistema eléctrico disponibles, el método que se acopla a estas consideraciones es el **Método OM Simple Ajustado**, con la información por unidad de generación neta y su consumo de combustible.

**Paso 4 Calcular el margen de operación, de acuerdo con el método seleccionado.** El factor de emisión del margen de operación por el método simple ajustado se lo calcula mediante la Ecuación 2.1

$$E_{Grid,OM-adj} = \left(1 - \lambda_y\right) \cdot \frac{\sum_m E_{Gm,y}}{\sum_m E_{Gm,y} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_k E_{Gk,y} \cdot E_{Fd}}{\sum_k E_{Gk,y}}}$$

**Ecuación 2.1**

Donde:

- EFgrid,OM-adj, y      Factor de emisión margen de operación simple ajustado para el año y (t CO2/MWh)
- λy                      Factor que expresa el porcentaje de tiempo en que las unidades low-cost/must-run arginaron en el año y
- EGm, y                Energía neta entregada a la red por cada unidad de generación m en el año y (MWh)

EG <sub>k,y</sub>	Energía neta entregada a la red por cada unidad de generación m en el año y (MWh)
EF <sub>EL,m,y</sub>	Factor de emisión de las unidades de generación m en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
EF <sub>EL,k,y</sub>	Factor de emisión de las unidades de generación k en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
m	Todas las unidades de generación conectadas a la red a excepción de las unidades low-cost/must-run
k	Todas las unidades de generación conectadas a la red consideradas como unidades low-cost/must-run
y	El año correspondiente a los datos utilizados

**Opción A1.** Si se dispone para las unidades de generación el consumo de combustible y la generación neta, el factor de emisión se determina según la Ecuación 2.2.

$$EF_{dLm,y} = \frac{\sum_i F_{Ci,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{CO_2,i,y}}{EG_{m,y}}$$

Ecuación 2.2

Donde:

$EF_{dLm,y}$	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> de la unidad de energía m en el año y (t CO <sub>2</sub> e/MWh)
$F_{Ci,y}$	Cantidad de combustible fósil tipo i consumido por la unidad de energía m en el año y (Unidad de Masa o volumen).
$NCV_{i,y}$	Valor calorífico Neto (contenido de energía) del combustible fósil tipo i en el año y (GJ/unidad de masa o volumen).
$EF_{CO_2,i,y}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> del combustible fósil i en el año y (t CO <sub>2</sub> /GJ)
$EG_{m,y}$	Electricidad Neta Generada y despachada a la red eléctrica por las unidades m en el año y (MWh).
m	Todas las unidades de generación conectadas a la red eléctrica.
i	Todos los combustibles fósiles i quemados en las unidades de energía m en el año y.
y	Año correspondiente al período de análisis.

**Opción A2.** Si para la unidad de generación sólo se tiene datos de la energía y los tipos de combustibles, el factor de emisión debe ser determinado por medio de la Ecuación

$$E_{F d L m y} = \frac{E F_{C O 2 m i y}}{\eta_{m y} \cdot 1,1}$$

Ecuación 2.3

Donde:

$E_{F d L m y}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la unidad m en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
$E F_{C O 2 m i y}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> promedio del combustible fósil tipo i utilizado en la unidad m en el año y (t CO <sub>2</sub> /GJ)
$\eta_{m y}$	Eficiencia promedio en la conversión de energía neta de la unidad m en el año y
y	Año correspondiente al periodo de cálculo.

Para el cálculo del margen de operación se utilizó la opción A2 para las unidades con las que no se cuenta con información sobre el consumo de combustible, para el resto de unidades del SNI se aplicó la opción A.1 ya que se tiene información disponible sobre generación de electricidad y consumo de combustible por unidad para los años 2011, 2010 y 2009. También es preciso mencionar, que la opción A1 se ha aplicado de forma separada: Opción A1 para las unidades no Low-cost/must-run y opción A1 para unidades lowcost/must-run, esto debido a que el MO simple ajustado separa las unidades en dichas categorías.

### Fuentes de Información.

Las fuentes de información empleadas para el cálculo del factor de emisión del margen de operación son las siguientes:

- $FC_{iY}$

La cantidad combustible fósil consumido por cada unidad de generación fue proporcionado por el CONELEC y se presenta en la hoja Combustible de la plantilla de cálculo.

- $EG_{mY}$

La electricidad generada por cada unidad de generación, fue proporcionada por CENACE y se presentan en la hoja “Energía\_NETA-SNI” de la plantilla de cálculo para los años respectivos.

Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> al año 2012

- $NCV_{iY}$

Se consideró la información disponible, del Valor Calorífico Neto utilizado para cada combustible fósil, proporcionado por PETROECUADOR EP para fuel oil 6, fuel oil 4, diesel, y residuo; los valores de Nafta y Gas Natural se tomaron de la Tabla 1.2 del Capítulo 1 de las Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 006 correspondientes a Naphtha y Natural Gas. Los valores son los siguientes:

Combustible	Poder Calorífico Neto (TJ/1000 ton) (1)
Fuel oil 4	39.8
Diesel	41.8
Gas Natural*	46.5
Nafta*	41.8
Fuel Oil 6	39.7
Bunker	39.7

Tabla 2.2. (1) Datos proporcionados por la PETROECUADOR EP, encargada del manejo de los análisis de los combustibles fósiles que se utilizan en Ecuador. \*Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Capítulo 1, Tabla 1.2.

- **E F c N 2 i j**

El factor de emisión de cada tipo de combustible fue obtenido de la Tabla 1.4 del Capítulo 1 de las Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 2006, utilizándose el límite inferior del intervalo al 95% de confianza, los criterios para seleccionar los combustibles son similares a los indicados para el NCV como se indica en la Tabla 2.3.

Combustible	FE (kg CO <sub>2</sub> /TJ) (2)
Fuel oil 4	75,500
Diésel	72,600
Gas Natural	54,300
Nafta	69,300
Fuel Oil 6 (3)	73,300
Bunker*	73,300

Tabla 2.3 Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Capítulo 1, Tabla 1.4

*Con lo cual se obtienen los siguientes resultados.*

Tabla 2.3 Resultados margen de operación para el año 2011

$\lambda$	0,1045	
$2 =$	0,8955	
$\sum_m E G_{m y}$	4.578.561,55	[MWh]
$\sum_m E G_{m \beta}$	6.041.421,86	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k E G_{k y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k E G_{k y}$	11.115.717,24	[MWh]
$E F_{r d, N M- ad i, 2 22}$	<b>0,6781</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]



**Tabla 2.4 Resultados margen de operación para el año 2010**

$\lambda$	0,0000	
$2 =$	1,0000	
$\rangle E G_{m y}$	5.910.197,83	[MWh]
$m$		
$\rangle E G_{m \delta}$	7.758.480,22	[ton CO <sub>2</sub> ]
$m$		
$\rangle E G_{k y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$k$		
$\rangle E G_{k y}$	9.571.562,58	[MWh]
$k$		
$E F_{r a d, N M - a d j, 2}$	<b>0,7618</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]

**Tabla 2.5 Resultados margen de operación para el año 2009**

$\lambda$	0,0002	
$2 =$	0,9998	
$\rangle E G_{m y}$	4.623.653,27	[MWh]
$m$		
$\rangle E G_{m \delta}$	6.156.234,05	[ton CO <sub>2</sub> ]
$m$		
$\rangle E G_{k y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$k$		
$\rangle E G_{k y}$	10.199.307,79	[MWh]
$k$		
$E F_{r a d, N M - a d j, 2}$	<b>0,7509</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]

Con las consideraciones indicadas a continuación se presenta en la Tabla 2.5 un resumen del cálculo del margen de operación del factor de emisión para el periodo 2009-2011:

**Tabla 2.6 Resultados margen de operación para el periodo 2009-2011**

	2009	2010	2011
EF OM (t CO <sub>2</sub> /MWh) =	0,7509	0,7618	0,6787

	2009	2010	2011	Total
Generación anual (MWh)	16355,54	17330,04	18439,71	52125,29
Ponderación	31,4%	33,2%	35,4%	

**EF<sub>grid NM</sub>**



**Paso 5 Identificar el conjunto de unidades de energía a ser incluidas en el margen de construcción -BM-**

A fin de determinar el componente de expansión del sistema en el factor de emisión se considera el conjunto de unidades que cumplan con las siguientes características indicadas por la metodología:

- a) El conjunto de cinco plantas de generación que han sido construidas recientemente, SET 5-units con una energía que representa el 9,44% de la energía suministrada.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Tipo de Combustible	Unidad	Generación Neta
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365459.82
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386188.10
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486361.49
				<b>Total</b>	<b>1741024.24</b>

- b) El conjunto de las adiciones de capacidad en el sistema eléctrico que comprende el 20% de la generación (MWh),  $AEG_{set} \geq 20\%$ , con una energía que representa el 20,11% de la energía suministrada.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Tipo de Combustible	Unidad	Generación Neta
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92,276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365,459.82
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386,188.10
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410,738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486,361.49
Santa Elena APR	febrero/2010	Térmica MCI	Diesel	U1	96,064.06
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM1	27,170.55
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM2	57,037.89
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM3	63,311.20
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM4	23,377.19
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM5	41,744.50
Miraflores	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TG1	35,723.33
Pascuales II	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TM6	44,047.79
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U1	19,583.71
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U2	20,120.45
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U3	14,503.17
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U4	12,019.60
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U5	19,142.63
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U6	17,134.89
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U7	12,165.66
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U8	20,714.75
Hidroabánico	julio/2007	Hidráulica pasada		U3	
Hidroabánico	julio/2007	Hidráulica pasada		U4	
Hidroabánico	julio/2007	Hidráulica pasada		U5	
San Francisco	junio/2007	Hidráulica pasada		U1	421,819.33
San Francisco	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	481,415.15
POZA HONDA	mayo/2007	Hidráulica pasada		U1	-
POZA HONDA	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	-
Calope	diciembre/2006	Hidráulica pasada		1	
Calope	diciembre/2006	Hidráulica pasada		2	
La Esperanza	diciembre/2006	Hidráulica pasada		U1	-
La Esperanza	diciembre/2006	Hidráulica pasada		U2	-
Termoquavas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	1	171,426.18
Termoquavas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	2	263,980.30
Termoquavas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	3	105,384.34
				<b>TOTAL</b>	<b>3,708,910.90</b>

c) Se identifica en orden cronológico las unidades que conforman el conjunto SET 5-units y  $AEG_{set} \geq 20\%$ , considerando solo las unidades que tienen menos de 10 años de operación, tomando en cuenta lo siguiente:

- La unidad de generación entra en operación el día en que inicia su suministro de energía a la red.
- Las plantas de generación registradas como actividades de proyecto MDL se excluyeron de la muestra m.
- La energía adicional de la repotenciación del sistema de transmisión (circuito 3 y 4) realizada en el año 2008, con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> igual a cero.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Fechas de Ingreso de las unidades	Unidad	Generación Neta
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386,188.10
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92,276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365,459.82
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410,738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486,361.49
Santa Elena APR	febrero/2010	Térmica MCI	Diesel	U1	96,064.06
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM1	27,170.55
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM2	57,037.89
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM3	63,311.20
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM4	23,377.19
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM5	41,744.50
Miraflores	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TG1	35,723.33
Pascuales II	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TM6	44,047.79
JAM23OROM3(*)	enero/2008	Importación	Repotenciación interconexión	Circuito 3	356,877.34
JAM23OROM4(*)	enero/2008	Importación	Repotenciación interconexión	Circuito 4	315,658.86
San Francisco	junio/2007	Hidráulica pasada		U1	421,819.33
San Francisco	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	481,415.15
					3,705,271.41

El factor de emisión debido al margen de construcción se lo calcula utilizando la Ecuación 2.4

$$E_{grid BM y} = \frac{\sum_m E_{G m y}}{\sum_m E}$$

Ecuación 2.4

Donde:

- $E_{grid BM y}$  Es el factor de emisiones de CO<sub>2</sub> del Margen de Construcción en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh)
- $E$  Factor de emisiones de las unidades generadoras que se encuentran en la parte superior del orden del despacho en la hora h en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh).
- $E_{G m y}$  Electricidad desplazada por la actividad del proyecto en el año y.

Donde:

$E$	Es el factor de emisiones de CO <sub>2</sub> del Margen de Construcción en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh)
$F_{grid BM}$	
$E$	Factor de emisiones de las unidades generadoras que se encuentran en la parte superior del orden del despacho en la hora h en el año y (tCO <sub>2</sub> /MWh).
$F_{DLm y}$	
$E G m y$	Electricidad desplazada por la actividad del proyecto en el año y.

Con estas consideraciones se obtiene el siguiente resultado considerando el año 2010 de operación del SNI:

$$EF_{grid BM 2222}$$

#### **Paso 6 Calcular el Factor de emisión del margen combinado -CM-**

El factor de emisión del margen combinado representa un promedio ponderado, considerando los factores antes indicados, como se muestra en la Ecuación 2.5

Paso 5 Identificar el conjunto de unidades de energía a ser incluidas en el margen de construcción -BM-.

A fin de determinar el componente de expansión del sistema en el factor de emisión se considera el conjunto de unidades que cumplan con las siguientes características indicadas por la metodología:

a) El conjunto de cinco plantas de generación que han sido construidas recientemente, SET 5-units con una energía que representa el 9,44% de la energía suministrada.

Generación

Neta

Central Eléctrica

Inicio de Operación

Tecnología

Tipo de Combustible

Unidad Manta

II enero/2011

enero/2011

marzo/2011

noviembre/2010

mayo/2010

Térmica MCI

Térmica MCI

Térmica MCI

Hidráulica embalse

Hidráulica embalse

Fuel oil 6

Fuel oil 4

Fuel oil 6

U1

92276.55

365459.82

386188.10

410738.27

486361.49

1741024.24

Santa Elena II

Quevedo II

Mazar

U1

U1

U2

U1

Mazar

Total

b) El conjunto de las adiciones de capacidad en el sistema eléctrico que comprende el 20% de la generación (MWh), AEGset $\geq$ 20%, con una energía que representa el 20,11% de la energía suministrada.

1

2

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Cálculo del Factor de Emisión de CO2 al año 2012

Generación

Neta

Central Eléctrica

Inicio de Operación

Tecnología

Tipo de Combustible

Unidad Manta

II enero/2011

enero/2011

marzo/2011

noviembre/2010

mayo/2010

febrero/2010

enero/2010

enero/2010

enero/2010

enero/2010

Térmica MCI

Térmica MCI

Térmica MCI

Hidráulica embalse

Hidráulica embalse

Térmica MCI

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica Turbo gas

Térmica MCI

Térmica MCI

Térmica MCI  
Térmica MCI  
Térmica MCI  
Fuel oil 6  
Fuel oil 4  
Fuel oil 6 U1  
92,276.55  
365,459.82  
386,188.10  
410,738.27  
486,361.49  
96,064.06  
27,170.55  
57,037.89  
63,311.20  
23,377.19  
41,744.50  
35,723.33  
44,047.79  
19,583.71  
20,120.45  
14,503.17  
12,019.60  
19,142.63  
17,134.89  
12,165.66  
20,714.75  
Santa Elena II  
Quevedo II  
Mazar  
U1  
U1  
U2  
U1  
U1  
TM1  
TM2  
TM3  
TM4  
TM5 TG1  
TM6  
U1  
U2  
U3



U4  
U5  
U6  
U7  
U8  
U3  
U4  
U5  
U1  
U2  
U1  
U2  
1  
Mazar  
Santa Elena APR  
Pascuales II  
Pascuales II  
Pascuales II  
Pascuales II  
Pascuales II  
Miraflores  
Pascuales II  
Generoca  
Generoca  
Generoca  
Generoca  
Generoca  
Diesel  
Diesel  
Diesel  
Diesel  
Diesel  
Diesel  
Diesel Diesel  
enero/2010  
diciembre/2009  
diciembre/2009  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006

diciembre/2006  
julio/2007  
julio/2007  
julio/2007  
junio/2007  
mayo/2007  
mayo/2007  
mayo/2007  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
diciembre/2006  
Diesel -  
Residuos de  
Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Diesel - Residuos de Petróleo  
Generoca  
Generoca  
Generoca  
Térmica MCI  
Térmica MCI  
Térmica MCI Hidroabanico  
Hidroabanico  
Hidroabanico  
San Francisco  
San Francisco  
POZA HONDA  
POZA HONDA  
Calope  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada

Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Hidráulica pasada  
Térmica MCI  
421,819.33  
481,415.15  
-  
-  
Calope  
2  
La Esperanza  
La Esperanza  
Termoguayas  
Termoguayas  
Termoguayas  
U1  
U2  
1  
2  
3  
-  
-  
Fuel Oil  
Fuel Oil  
Fuel Oil  
171,426.18  
263,980.30  
105,384.34  
3,708,910.90  
Térmica MCI  
Térmica MCI  
TOTAL

c) Se identifica en orden cronológico las unidades que conforman el conjunto SET 5-units y AEGset $\geq$ 20%, considerando solo las unidades que tienen menos de 10 años de operación, tomando en cuenta lo siguiente:

- 
- 
- 

La unidad de generación entra en operación el día en que inicia su suministro de energía a la red.

Las plantas de generación registradas como actividades de proyecto MDL se excluyeron de la muestra m.

La energía adicional de la repotenciación del sistema de transmisión (circuito 3 y 4) realizada en el año 2008, con un factor de emisión de CO2 igual a cero.

1

3

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Cálculo del Factor de Emisión de CO2 al año 2012

Generación

Neta

Central Eléctrica

Inicio de Operación

Tecnología

Fechas de Ingreso de las unidades

Unidad

Quevedo II

Manta II

Santa Elena II

Mazar

Mazar

Santa Elena APR

Pascuales II

Pascuales II

Pascuales II

Pascuales II

Pascuales II

Miraflores

Pascuales II

JAM230POM3(\*)

JAM230POM4(\*)

San Francisco San

Francisco

marzo/2011

enero/2011

enero/2011

noviembre/2010

mayo/2010

febrero/2010

enero/2010

enero/2010

enero/2010

enero/2010

enero/2010

diciembre/2009  
diciembre/2009  
enero/2008  
enero/2008  
junio/2007  
Térmica MCI  
Térmica MCI  
Térmica MCI  
Hidráulica embalse  
Hidráulica embalse Térmica  
MCI  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas  
Térmica Turbo gas Importación  
Fuel oil 6  
Fuel oil 6  
Fuel oil 4  
U1  
U1  
U1  
U2  
U1  
U1  
TM1  
TM2  
TM3  
TM4  
TM5  
TG1  
TM6  
Circuito 3  
Circuito 4  
U1  
386,188.10  
92,276.55  
365,459.82  
410,738.27  
486,361.49  
96,064.06  
27,170.55

57,037.89

63,311.20

23,377.19

41,744.50

35,723.33

44,047.79

356,877.34

315,658.86

421,819.33

481,415.15

Diesel

Diesel

Diesel

Diesel

Diesel

Diesel

Diesel

Diesel

Repotenciación interconexión

Repotenciación interconexión Importación

Hidráulica pasada

Hidráulica pasada

mayo/2007 U2

3,705,271.41

El factor de emisión debido al margen de construcción se lo calcula utilizando la Ecuación

2.4

$\Sigma$

$\Sigma$

Ecuación 2.4

Es el factor de emisiones de CO<sub>2</sub> del Margen de Construcción en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh)

Factor de emisiones de las unidades generadoras que se encuentran en la parte superior del orden del despacho en la hora h en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh).

Electricidad desplazada por la actividad del proyecto en el año y.

Con estas consideraciones se obtiene el siguiente resultado considerando el año 2010 de operación del SNI:

Paso 6 Calcular el Factor de emisión del margen combinado -CM-.

El factor de emisión del margen combinado representa un promedio ponderado, considerando los factores antes indicados, como se muestra en la Ecuación 2.5

1

4

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Cálculo del Factor de Emisión de CO2 al año 2012

Ecuación 2.5 Donde:

Factor de emisiones de CO2 del Margen de combinado en el año y (t CO2/MWh).

Factor de emisiones del margen de operación del año y (t CO2/MWh).

Factor de emisiones del margen de construcción del año y (t CO2/MWh).

Ponderación del factor de emisiones del Margen de operación (%).

Ponderación del factor de emisiones del Margen de construcción (%).

Obteniendo como resultado:

Factor de emisión de CO2 del SNI al año 2012 (Ex Post)

Energías renovables no convencionales

Hidroeléctrica, Termoeléctrica

WOM

WBM

0,5

0,5

WOM

WBM

0,75

0,25

EFgrid,CM,y

=

0,4597 t  
 CO2/MWh  
 EFgrid,CM,y  
 =  
 0,5689  
 t CO2/MWh  
 Factor de emisión de CO2 del SNI al año 2012 (Ex Ante)  
 Energías renovables no convencionales  
 Hidroeléctrica, Termoeléctrica  
 WOM  
 WBM  
 0,5  
 0,5  
 WOM  
 WBM  
 0,75  
 0,25  
 EFgrid,CM,y  
 =  
 0,4850  
 t CO2/MWh  
 EFgrid,CM,y  
 =  
 0,6069 t  
 CO2/MWh  
 1  
 5  
 Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto  
 Invernadero

Cálculo del Factor de Emisión de CO2 al año 2012

### 3. Conclusiones y Recomendaciones

De una manera general se concluye de este informe que:

- 
- 
- 
- 

El factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Post, del margen combinado para proyectos termoeléctricos hidroeléctricos es de 0,4597 tCO2/MWh e

El factor de emisión de CO2 del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Post, del margen combinado para proyectos de energías renovables no convencionales es de 0,5689 tCO2/MWh.



El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Ante, del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0,4850 tCO<sub>2</sub>/MWh

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Ante, del margen combinado para proyectos energías renovables no convencionales es de 0,6069 tCO<sub>2</sub>/MWh

1

6

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero

Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> al año 2012

ANEXO 1

1

7

Comisión Técnica de Determinación de Factores de Emisión de Gases de Efecto Invernadero







# Informe 2012

*FACTOR DE EMISIÓN DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO AL AÑO  
2012*



Ministerio  
de **Electricidad**  
y **Energía Renovable**



Ministerio  
del **Ambiente**



**CONELEC**  
Comisión Nacional de Electricidad



CORPORACIÓN  
**cenace**  
CENTRO NACIONAL DEL CONTROL DE ENERGÍA

## Índice

Introducción.....	V
1. ANTECEDENTES .....	3
1.1. Recopilación y Análisis de la Información Relevante .....	19
1.1.1. Particularidades para la ejecución del cálculo del factor de emisión de CO <sub>2</sub> .....	19
<b>2. CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR.....</b>	<b>19</b>
2.1. Definiciones Generales: .....	19
2.2. Pasos para la determinación del Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> .....	19
Paso 1 Identificación del sistema eléctrico relevante.....	19
Paso 2 Seleccionar un método de cálculo para el margen de operación –OM-.....	19
Paso 3 Calcular el margen de operación, de acuerdo con el método seleccionado .....	19
Paso 4 Identificar el conjunto de unidades de energía a ser incluidas en el margen de construcción -BM-.....	19
Paso 5 Calcular el Factor de emisión del margen combinado -CM- .....	19
<b>3. Conclusiones .....</b>	<b>19</b>

## Introducción

La Constitución de la República del Ecuador reconoce los derechos de la naturaleza; así como “se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir –*Sumak Kawsay*–”<sup>1</sup>; y, establece la facultad de que el Estado adopte medidas adecuadas y transversales para la adaptación y mitigación del cambio climático.

En base a este principio el Gobierno Nacional, en todos sus sectores estratégicos tiene políticas, de reducción de gases de efecto invernadero, para lo cual el Sector Eléctrico se encuentra impulsando el desarrollo de nuevos proyectos hidroeléctricos y de energías renovables, los mismos que pueden participar en el Mercado Mundial de Carbono, a fin de promover el desarrollo sostenible y aprovechar posibles ingresos adicionales que permitan complementar su gestión financiera. Bajo esta perspectiva, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable –MEER- conjuntamente con el Ministerio del Ambiente –MAE- buscan la participación de los proyectos en este mercado.

Dentro del marco del acuerdo Interministerial suscrito el 16 de diciembre de 2010, se establece la creación de la COMISIÓN TÉCNICA DE DETERMINACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO -CTFE-, para el Sector Eléctrico Ecuatoriano, la misma que será responsable de desarrollar el cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>. La CTFE presenta en este documento el Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> para el Sistema Nacional Interconectado -SNI- al año 2012 en base a los datos de operación de los años 2009, 2010 y 2011, de acuerdo a “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico v2.2.1” de la UNFCCC.

---

<sup>1</sup> Artículo 14 de la Constitución de la República del Ecuador.







## **1. ANTECEDENTES.**

Con fecha 16 de diciembre de 2010, se firma el Convenio del Acuerdo Interministerial MAE - MEER para el Cálculo del Factor de Emisión, el cual en su artículo 1 contempla la creación de la CTFE.

La CTFE, ha mantenido reuniones ordinarias y extraordinarias, gestionando el intercambio de información entre las instituciones involucradas, para el respectivo cálculo y análisis.

PETROECUADOR EP mediante oficios al Ministerio del Ambiente proporciona el poder calorífico de los combustibles utilizados en la generación de energía eléctrica (fuel oil 6, fuel oil 4, residuo, gas natural, y diesel). Anexo 1

### **1.1. Recopilación y Análisis de la Información Relevante.**

Para la determinación del Factor de Emisión del SNI se ha utilizado la información proporcionada por el CONELEC, CENACE y MAE; obtenida de sus boletines estadísticos y de sus sistemas de gestión de información, conforme se detalla a continuación.

CENACE:

- Generación neta mensual y horaria para el periodo 2009-2011

CONELEC

- Consumo de combustible por cada unidad de generación □ Inicio de operación de cada unidad de generación.

MAE

- Mediante oficio Nro. MAE-DNMCC-2012-0091 proporciona el poder calorífico que fue entregado por PETROECUADOR EP para cada el gas natural, fuel oil 6, fuel oil 4, diesel, y residuo que se utiliza para el consumo del sector eléctrico del país.

El factor de emisión para cada tipo de combustible, de todas las tecnologías del parque generador existente en el SNI, se tomó los valores determinados de acuerdo con el Informe 2006 de Inventarios Nacionales de Gases de efecto Invernadero por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático cuyas siglas en ingles son -IPCC-.

### 1.1.1. Particularidades para la ejecución del cálculo del factor de emisión de CO<sub>2</sub>.

Debido a las características operativas y de expansión del Sistema Eléctrico Ecuatoriano y con la finalidad de obtener un cálculo del factor de emisión que refleje la situación actual del SNI se consideraron las siguientes particularidades:

- En el caso de los sistemas eléctricos aislados su afectación es considerada a través de la demanda abastecida por la generación térmica del SNI<sup>2</sup>.
- Debido al déficit de energía presentado en el sistema eléctrico ecuatoriano en el último bimestre del año 2009 y principios del año 2010, el Gobierno Nacional, incrementó el parque generador mediante la modalidad de arrendamientos, por una capacidad de 200MW termoeléctricos, los cuales se distribuyeron en las siguiente centrales:
  - EnergyInternacional. Central Térmica Quevedo (130MW)
  - APR Energy, LLC. Central Térmica Santa Elena (70MW)
- Para el caso de la interconexión eléctrica con Colombia, ya que en el año 2008 existió una repotenciación del sistema de transmisión de 230kV, se consideró la energía registrada en los medidores en barras de Ecuador por los circuitos adicionales con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> igual a cero, como indica la “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico v2.2.1” en el paso 1.

## 2. CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIÓN DE CO<sub>2</sub> DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO DE ECUADOR.

### 2.1. Definiciones Generales:

- **Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>:** Es la masa estimada de toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera por cada unidad de MWh de energía eléctrica generada.
- **Sistema Nacional Interconectado –SNI-:** “Es el sistema integrado por los elementos del Sistema Eléctrico, conectados entre sí, que permiten la

---

<sup>2</sup> Se consideran sistemas eléctricos aislados del SNI de Ecuador, la demanda de las siguientes localidades:

□ Generación concentrada en EMELSUCUMBIOS

producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y consumo”.<sup>3</sup>

- **Sistema Nacional de Transmisión:** “Es el sistema de transmisión de energía eléctrica o medio de conexión entre consumidores y centros de generación, el cual permite el paso de la energía a todo el territorio nacional”.<sup>4</sup>

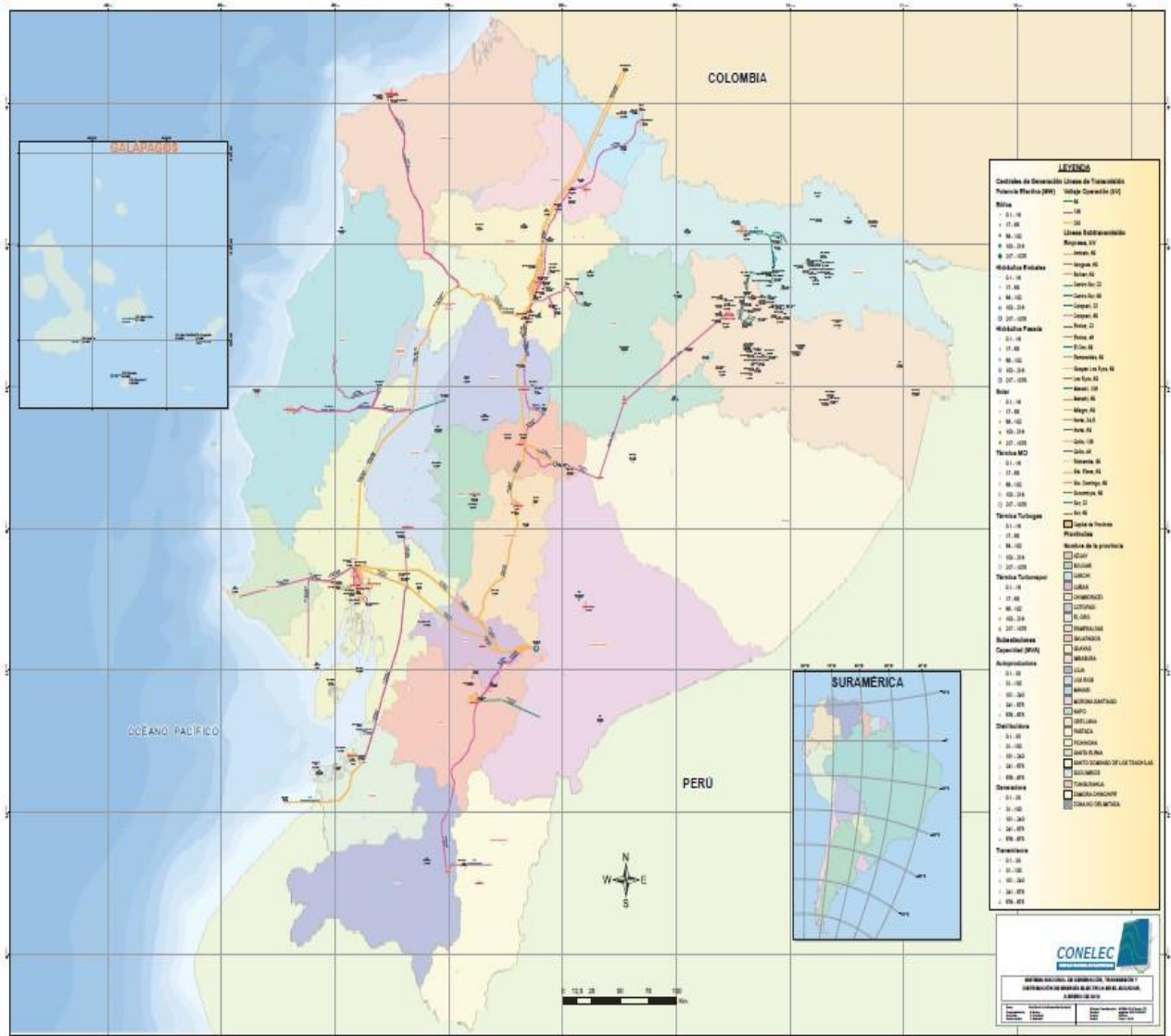


Gráfico1.1 Sistema Nacional de Transmisión Fuente: CONELEC

- **Red eléctrica:** En el presente informe la red eléctrica está referida al Sistema Nacional de Transmisión del Ecuador.

<sup>3</sup> Definición CONELEC Boletín 2009

<sup>4</sup> Definición CONELEC Boletín 2009

- **Unidad de Generación:** Es el equipamiento mínimo que permite generar energía eléctrica a partir de la conversión de energía hidráulica, eólica, térmica, etc. que estén conectadas a la red eléctrica.

## 2.2. Pasos para la determinación del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub>

De acuerdo con la “Herramienta para calcular el factor de emisión para un sistema eléctrico V. 02.2.1”, en relación con la metodología de Línea Base se especifican los siguientes pasos desarrollados:

### Paso 1 Identificación del sistema eléctrico relevante.

Son los sistemas de distribución, generación, auto generadores, grandes consumidores e interconexiones internacionales (Colombia y Perú) que conforman el SIN.

### Paso 2 Seleccionar si desea incluir las plantas que están fuera del sistema de eléctrico.

El presente cálculo no incluye las unidades que no se encuentran conectadas al Sistema Nacional Interconectado del Ecuador (Emelsucumbios, Galápagos, Isla Puna, Sistema eléctrico PRETROECUADOR EP).

### Paso 3 Seleccionar un método de cálculo para el margen de operación –OM-.

Para el cálculo del factor de emisión de CO<sub>2</sub> de una red eléctrica debido a su operación, se presenta los siguientes métodos:

**El Método OM Simple** puede ser usado solamente si la generación de energía eléctrica de las plantas de bajo costo<sup>5</sup> de la red eléctrica representa menos del 50% del total de la generación.

El cálculo se lo puede realizar bajo las siguientes opciones:

- Opción A. Sobre los datos de la generación neta de electricidad y un factor de emisión de CO<sub>2</sub> de cada unidad de generación,
- Opción B. Sobre los datos de la generación neta de todas las centrales eléctricas conectadas la red eléctrica, tipos de combustible y el consumo de combustible total del sistema eléctrico del proyecto. Esta opción se puede utilizar si:
  - Los datos para la opción A no están disponibles, o
  - Si solo las plantas nucleares y de energías renovables son consideradas como unidades de bajo costo low cost/must run.

---

<sup>5</sup> Entendido en la metodología ACM0002 por low-cost/must-run

- Si las unidades de generación que no están conectadas a la red no son incluidas en el cálculo.

Para el caso del SNI, como se indica en la Tabla 2.1, el grupo de unidades de bajo costo representa el 64% en promedio para el periodo 2009-2011, por lo cual este método no es utilizado.

**Tabla 2.1 Generación Eléctrica del SNI**

	2007	2008	2009	2010	2011	Promedio	%
<b>Low cost/must run(1)</b>	9785.30	11677.15	10199.31	9571.56	12398.28	10726.32	64.4%
<b>No Low cost/must run (2)</b>	5220.53	4409.64	6156.23	7758.48	6041.42	5917.26	35.6%
<b>Total</b>	15005.83	16086.79	16355.54	17330.04	18439.71	16643.58	100%

Fuente: Plantilla de cálculo “Factor Emisión\_CO<sub>2</sub>\_SNI\_2012.xlsx” hoja “GEN”

**El Método OM Simple Ajustado** puede ser usado solamente si la generación de energía eléctrica de las plantas de bajo costo de la red eléctrica representa más del 50% del total de la generación.

**El Método por Análisis de Datos del Despacho**, está sujeto al nivel de información que se dispone en el país, puesto que son necesarios los datos horarios de la producción de energía.

**El Método Promedio** es calculado mediante el uso del rendimiento promedio, en el periodo de análisis de la generación de todas las plantas termoeléctricas que forman parte de la red.

De acuerdo con la conformación del Sistema Nacional Interconectado de Ecuador y los datos del sistema eléctrico disponibles, el método que se acopla a estas consideraciones es el **Método OM Simple Ajustado**, con la información por unidad de generación neta y su consumo de combustible.

#### **Paso 4 Calcular el margen de operación, de acuerdo con el método seleccionado.**

El factor de emisión del margen de operación por el método simple ajustado se lo calcula mediante la Ecuación 2.1

$$EF_{grid,OM-adj,y} = (1 - \lambda_y) \cdot \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}} + \lambda_y \cdot \frac{\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}}{\sum_k EG_{k,y}}$$

Donde:

EF <sub>grid,OM-adj, y</sub>	Factor de emisión margen de operación simple ajustado para el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
λ <sub>y</sub>	Factor que expresa el porcentaje de tiempo en que las unidades low-cost/must-run marginaron en el año y
EG <sub>m, y</sub>	Energía neta entregada a la red por cada unidad de generación m en el año y (MWh)
EG <sub>k,y</sub>	Energía neta entregada a la red por cada unidad de generación k en el año y (MWh)
EF <sub>EL,m,y</sub>	Factor de emisión de las unidades de generación m en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
EF <sub>EL,k,y</sub>	Factor de emisión de las unidades de generación k en el año y (t CO <sub>2</sub> /MWh)
m	Todas las unidades de generación conectadas a la red a excepción de las unidades low-cost/must-run
k	Todas las unidades de generación conectadas a la red consideradas como unidades low-cost/must-run
y	El año correspondiente a los datos utilizados

**Opción A1.** Si se dispone para las unidades de generación el consumo de combustible y la generación neta, el factor de emisión se determina según la Ecuación 2.2.

$$EF_{EL,m,y} = \frac{\sum_i FC_{i,m,y} \cdot NCV_{i,y} \cdot EF_{CO_2,i,y}}{EG_{m,y}}$$

**Ecuación 2.2** Donde:

EF <sub>EL,m,y</sub>	Factor de Emisión de CO <sub>2</sub> de la unidad de energía m en el año y (t CO <sub>2</sub> e/MWh)
FC <sub>i,y</sub>	Cantidad de combustible fósil tipo i consumido por la unidad de energía m en el año y (Unidad de Masa o volumen).
NCV <sub>i,y</sub>	Valor calorífico Neto (contenido de energía) del combustible fósil tipo i en el año y (GJ/unidad de masa o volumen).
EF <sub>CO<sub>2</sub>,i,y</sub>	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> del combustible fósil i en el año y (t CO <sub>2</sub> /GJ)
EG <sub>m,y</sub>	Electricidad Neta Generada y despachada a la red eléctrica por las unidades m en el año y (MWh).
m	Todas las unidades de generación conectadas a la red eléctrica.
i	Todos los combustibles fósiles i quemados en las unidades de energía m en el año y.
y	Año correspondiente al período de análisis.

**Opción A2.** Si para la unidad de generación sólo se tiene datos de la energía y los tipos de combustibles, el factor de emisión debe ser determinado por medio de la Ecuación 2.3

$$EF_{EL,m,y} = \frac{EF_{CO2m,i,y} \cdot 3,6}{\eta_{m,y}}$$

**Ecuación 2.3**

Donde:

$EF_{EL,m,y}$ CO <sub>2</sub> /MWh)	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> de la unidad m en el año y (t
$EF_{CO2m,i,y}$	Factor de emisión de CO <sub>2</sub> promedio del combustible fósil tipo i utilizado en la unidad m en el año y (t CO <sub>2</sub> /GJ)
$\eta_{m,y}$	Eficiencia promedio en la conversión de energía neta de la unidad m en el año y
y	Año correspondiente al periodo de cálculo.

Para el cálculo del margen de operación se utilizó la opción A2 para las unidades con las que no se cuenta con información sobre el consumo de combustible, para el resto de unidades del SNI se aplicó la opción A.1 ya que se tiene información disponible sobre generación de electricidad y consumo de combustible por unidad para los años 2011, 2010 y 2009. También es preciso mencionar, que la opción A1 se ha aplicado de forma separada: Opción A1 para las unidades no Low-cost/must-run y opción A1 para unidades low-cost/must-run, esto debido a que el MO simple ajustado separa las unidades en dichas categorías.

#### **Fuentes de Información.**

Las fuentes de información empleadas para el cálculo del factor de emisión del margen de operación son las siguientes:

- **$FC_{i,T}$**   
La cantidad combustible fósil consumido por cada unidad de generación fue proporcionado por el CONELEC y se presenta en la hoja Combustible de la plantilla de cálculo.
- **$EG_{m,y}$**   
La electricidad generada por cada unidad de generación, fue proporcionada por CENACE y se presentan en la hoja “Energía\_NETA-SNI” de la plantilla de cálculo para los años respectivos.

- $NCV_{i,y}$

Se consideró la información disponible, del Valor Calorífico Neto utilizado para cada combustible fósil, proporcionado por PETROECUADOR EP para fuel oil 6, fuel oil 4, diesel, y residuo; los valores de Nafta y Gas Natural se tomaron de la Tabla 1.2 del Capítulo 1 de las Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 2006 correspondientes a Naphtha y Natural Gas. Los valores son los siguientes:

Combustible	Poder Calorífico Neto (TJ/1000 ton) (1)
Fuel oil 4	39.8
Diesel	41.8
Gas Natural*	46.5
Nafta*	41.8
Fuel Oil 6	39.7
Bunker	39.7

Tabla 2.2. (1) Datos proporcionados por la PETROECUADOR EP, encargada del manejo de los análisis de los combustibles fósiles que se utilizan en Ecuador. \*Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Capítulo 1, Tabla 1.2.

- $EF_{CO_2,i,y}$

El factor de emisión de cada tipo de combustible fue obtenido de la Tabla 1.4 del Capítulo 1 de las Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC 2006, utilizándose el límite inferior del intervalo al 95% de confianza, los criterios para seleccionar los combustibles son similares a los indicados para el NCV como se indica en la Tabla 2.3.

Combustible	FE (kg CO <sub>2</sub> /TJ) (2)
Fuel oil 4	75,500
Diesel	72,600
Gas Natural	54,300
Nafta	69,300
Fuel Oil 6 (3)	73,300
Bunker*	73,300

Tabla 2.3 Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero, Capítulo 1, Tabla 1.4



**Con lo cual se obtienen los siguientes resultados.**

Se presenta a continuación los resultados del cálculo del margen de operación para los años 2011, 2010, y 2009:

**Tabla 2.3 Resultados margen de operación para el año 2011**

$\lambda$	0,1045	
$1 - \lambda$	0,8955	
$\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}$	4.578.561,55	[MWh]
$\sum_m EG_{m,y}$	6.041.421,86	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y}$	11.115.717,24	[MWh]
$EF_{grid,OM-adj,2009}$	<b>0,6781</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]

**Tabla 2.4 Resultados margen de operación para el año 2010**

$\lambda$	0,0000	
$1 - \lambda$	1,0000	
$\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}$	5.910.197,83	[MWh]
$\sum_m EG_{m,y}$	7.758.480,22	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y}$	9.571.562,58	[MWh]
$EF_{grid,OM-adj,2008}$	<b>0,7618</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]

**Tabla 2.5 Resultados margen de operación para el año 2009**

$\lambda$	0,0002	
$1 - \lambda$	0,9998	
$\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}$	4.623.653,27	[MWh]
$\sum_m EG_{m,y}$	6.156.234,05	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y} \cdot EF_{EL,k,y}$	0	[ton CO <sub>2</sub> ]
$\sum_k EG_{k,y}$	10.199.307,79	[MWh]
$EF_{grid,OM-adj,2008}$	<b>0,7509</b>	[ton CO <sub>2</sub> /MWh]

Con las consideraciones indicadas a continuación se presenta en la Tabla 2.5 un resumen del cálculo del margen de operación del factor de emisión para el periodo 2009-2011:

**Tabla 2.6 Resultados margen de operación para el periodo 2009-2011**

	2009	2010	2011	
EF OM (t CO <sub>2</sub> /MWh) =	0,7509	0,7618	0,6787	
	2009	2010	2011	Total
Generación anual (MWh)	16355,54	17330,04	18439,71	52125,29
Ponderación	31,4%	33,2%	35,4%	

$$EF_{grid,OM} = 0,7288$$

**Paso 5 Identificar el conjunto de unidades de energía a ser incluidas en el margen de construcción -BM-.**

A fin de determinar el componente de expansión del sistema en el factor de emisión se considera el conjunto de unidades que cumplan con las siguientes características indicadas por la metodología:

- El conjunto de cinco plantas de generación que han sido construidas recientemente, SET 5-units con una energía que representa el 9,44% de la energía suministrada.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Tipo de Combustible	Unidad	Generación Neta
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365459.82
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386188.10
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486361.49
<b>Total</b>					<b>1741024.24</b>

- El conjunto de las adiciones de capacidad en el sistema eléctrico que comprende el 20% de la generación (MWh), AEGset>=20%, con una energía que representa el 20,11% de la energía suministrada.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Tipo de Combustible	Unidad	Generación Neta
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92,276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365,459.82
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386,188.10
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410,738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486,361.49
Santa Elena APR	febrero/2010	Térmica MCI	Diesel	U1	96,064.06
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM1	27,170.55
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM2	57,037.89
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM3	63,311.20
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM4	23,377.19
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM5	41,744.50
Miraflores	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TG1	35,723.33
Pascuales II	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TM6	44,047.79
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U1	19,583.71
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U2	20,120.45
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U3	14,503.17
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U4	12,019.60
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U5	19,142.63
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U6	17,134.89
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U7	12,165.66
Generoca	diciembre/2006	Térmica MCI	Diesel - Residuos de Petróleo	U8	20,714.75
Hidroabanico	julio/2007	Hidráulica pasada		U3	
Hidroabanico	julio/2007	Hidráulica pasada		U4	
Hidroabanico	julio/2007	Hidráulica pasada		U5	
San Francisco	junio/2007	Hidráulica pasada		U1	421,819.33
San Francisco	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	481,415.15
POZA HONDA	mayo/2007	Hidráulica pasada		U1	-
POZA HONDA	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	-
Calope	diciembre/2006	Hidráulica pasada		1	
Calope	diciembre/2006	Hidráulica pasada		2	
La Esperanza	diciembre/2006	Hidráulica pasada		U1	-
La Esperanza	diciembre/2006	Hidráulica pasada		U2	-
Termoguayas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	1	171,426.18
Termoguayas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	2	263,980.30
Termoguayas	diciembre/2006	Térmica MCI	Fuel Oil	3	105,384.34
				TOTAL	3,708,910.90

## Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> al año 2012

c) Se identifica en orden cronológico las unidades que conforman el conjunto SET 5-units y AEGset>=20%, considerando solo las unidades que tienen menos de 10 años de operación, tomando en cuenta lo siguiente:

- La unidad de generación entra en operación el día en que inicia su suministro de energía a la red.
- Las plantas de generación registradas como actividades de proyecto MDL se excluyeron de la muestra m.
- La energía adicional de la repotenciación del sistema de transmisión (circuito 3 y 4) realizada en el año 2008, con un factor de emisión de CO<sub>2</sub> igual a cero.

Central Eléctrica	Inicio de Operación	Tecnología	Fechas de Ingreso de las unidades	Unidad	Generación Neta
Quevedo II	marzo/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	386,188.10
Manta II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 6	U1	92,276.55
Santa Elena II	enero/2011	Térmica MCI	Fuel oil 4	U1	365,459.82
Mazar	noviembre/2010	Hidráulica embalse		U2	410,738.27
Mazar	mayo/2010	Hidráulica embalse		U1	486,361.49
Santa Elena APR	febrero/2010	Térmica MCI	Diesel	U1	96,064.06
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM1	27,170.55
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM2	57,037.89
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM3	63,311.20
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM4	23,377.19
Pascuales II	enero/2010	Térmica Turbo gas	Diesel	TM5	41,744.50
Miraflores	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TG1	35,723.33
Pascuales II	diciembre/2009	Térmica Turbo gas	Diesel	TM6	44,047.79
JAM230POM 3(*)	enero/2008	Importación	Repotenciación interconexión	Circuito 3	356,877.34
JAM230POM 4(*)	enero/2008	Importación	Repotenciación interconexión	Circuito 4	315,658.86
San Francisco	junio/2007	Hidráulica pasada		U1	421,819.33
San Francisco	mayo/2007	Hidráulica pasada		U2	481,415.15
					3,705,271.41

El factor de emisión debido al margen de construcción se lo calcula utilizando la Ecuación 2.4

$$EF_{grid,BM,y} = \frac{\sum_m EG_{m,y} \cdot EF_{EL,m,y}}{\sum_m EG_{m,y}}$$

**Ecuación 2.4**

Donde:

$EF_{grid,BM,y}$  Es el factor de emisiones de CO<sub>2</sub> del Margen de Construcción en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh)

$EF_{EL,m,y}$  Factor de emisiones de las unidades generadoras que se encuentran en la parte superior del orden del despacho en la hora h en el año y (tCO<sub>2</sub>/MWh).

$EG_{m,y}$  Electricidad desplazada por la actividad del proyecto en el año y.

Con estas consideraciones se obtiene el siguiente resultado considerando el año 2010 de operación del SNI:

$$EF_{grid,BM,2010} = 0,2413$$

### Paso 6 Calcular el Factor de emisión del margen combinado -CM-

El factor de emisión del margen combinado representa un promedio ponderado, considerando los factores antes indicados, como se muestra en la Ecuación 2.5

$$EF_{grid,CM,y} = EF_{grid,OM,y} \cdot w_{OM} + EF_{grid,BM,y} \cdot w_{BM}$$

Ecuación 2.5 Donde:

$EF_{grid,CM,y}$  Factor de emisiones de CO<sub>2</sub> del Margen de combinado en el año y (t CO<sub>2</sub>/MWh).

$EF_{grid,OM,y}$  Factor de emisiones del margen de operación del año y (t CO<sub>2</sub>/MWh).

$EF_{grid,BM,y}$  Factor de emisiones del margen de construcción del año y (t CO<sub>2</sub>/MWh).

$w_{OM}$  Ponderación del factor de emisiones del Margen de operación (%).

$w_{BM}$  Ponderación del factor de emisiones del Margen de construcción (%).

Obteniendo como resultado:

### Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del SNI al año 2012 (Ex Post)

Hidroeléctrica, Termoeléctrica		Energías renovables no convencionales	
$w_{OM}$	0,5	$w_{OM}$	0,75
$w_{BM}$	0,5	$w_{BM}$	0,25

**EF<sub>grid,CM,y</sub>= 0,4597 t CO<sub>2</sub>/MWh**

**EF<sub>grid,CM,y</sub>= 0,5689 t CO<sub>2</sub>/MWh**

### Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del SNI al año 2012 (Ex Ante)

**Hidroeléctrica, Termoeléctrica**

**Energías renovables no convencionales**

<b>W<sub>OM</sub></b>	0,5
<b>W<sub>BM</sub></b>	0,5

<b>W<sub>OM</sub></b>	0,75
<b>W<sub>BM</sub></b>	0,25

**EF<sub>grid,CM,y</sub>= 0,4850 t CO<sub>2</sub>/MWh**

**EF<sub>grid,CM,y</sub>= 0,6069 t CO<sub>2</sub>/MWh**

### 3. Conclusiones y Recomendaciones

De una manera general se concluye de este informe que:

- El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Post, del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0,4597 tCO<sub>2</sub>/MWh
- El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Post, del margen combinado para proyectos de energías renovables no convencionales es de 0,5689 tCO<sub>2</sub>/MWh.
- El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Ante, del margen combinado para proyectos termoeléctricos e hidroeléctricos es de 0,4850 tCO<sub>2</sub>/MWh
- El factor de emisión de CO<sub>2</sub> del Sistema Nacional Interconectado al año 2012, Ex Ante, del margen combinado para proyectos energías renovables no convencionales es de 0,6069 tCO<sub>2</sub>/MWh

ANEXO 1

# Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> al año 2012



Oficio Nro. MAE-DNMCC-2012-0091

Quito, D.M., 16 de agosto de 2012

**Asunto:** Entrega de Información sobre Datos de Combustible de Gas Natural.

Señor. Ingeniero  
Lenin Haro  
**Funcionario**  
CENACE

Ingeniera  
Verónica Cárdenas  
**Funcionaria**  
CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGÍA  
En su Despacho

De mi consideración,

En atención al compromiso del Ministerio del Ambiente establecido en la reunión de la Comisión Técnica del Factor de Emisión que se llevó a cabo el 29 de junio del año en curso, remito la información en físico facilitada por Petroecuador sobre *Datos de Combustible de Gas Natural*, con el fin de ser utilizados en el Cálculo del Factor de Emisión del año 2012.

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Srta. Ing. Patricia Del Rocio Velasco Arguello  
**DIRECTORA NACIONAL DE MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO**

Copia:

Señora Ingeniera  
Liliana Rocío Sánchez Tontag  
**Proyecto Gestión de Adaptación al Cambio Climático Para Disminuir la Vulnerabilidad Social, Económica y Ambiental (GACC)**

Señorita  
Ximena del Rocío Trujillo Redrobán  
**Asistente Administrativa**

Papel Ecológico

Calle Madrid 1159 y Andalucía Quito – Ecuador  
Teléfonos: (593 2) 3 987600  
www.ambiente.gob.ec

\* Documento generado por Quipux

1/2





**Inventario Nacional de  
Gases de Efecto Invernadero del Ecuador  
Serie Temporal 1994-2012**

*Proyecto Tercera Comunicación Nacional y  
Primer Informe Bienal de Actualización (TCN/IBA)*



## **Ministerio del Ambiente de Ecuador**

Walter García, Ministro

María Victoria Chiriboga, Subsecretaria de Cambio Climático

Freddy Fuertes, Director Nacional de Mitigación del Cambio Climático

## **Proyecto MAE/GEF/PNUD Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático y Primer Informe Bienal de Actualización (TCN/IBA)**

Laura Cadilhac, Coordinadora de proyecto

Paulina Erazo, Asistente administrativa / financiera

Ruth Molina, Técnica Especialista en Inventarios

Alejandra Guevara, Técnica Especialista en AFOLU

Fernanda Bravo, Técnica en Agricultura

## **Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD**

Diego Zorrilla, Representante Residente

Gabriel Jaramillo, Especialista de Programa Ambiente y Energía

**Autores** Alejandra Guevara, Fernanda Bravo (**MAE/FAO**); Ruth Molina, Laura Cadilhac (**MAE/PNUD**).

## **Revisión técnica**

----- (MAE); ----- (MAE/PNUD).

## **Revisión de estilo, diseño y diagramación:**

-----

ISBN-...

El “Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador. Serie temporal 1994-2012” fue desarrollado a través del financiamiento otorgado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (**GEF**, por sus siglas en inglés) implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (**PNUD**) y del Apoyo Específico de ONU REDD (TS-UNREDD), implementado a través de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (**FAO**).

## **Cítese:**

Ministerio del Ambiente del Ecuador (2016). Resumen del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del Ecuador. Serie temporal 1994-2012. Quito, Ecuador.

## **Tabla de contenido**

Introducción .....	4
1. ¿Qué es el efecto invernadero? .....	4

2.	¿Qué es cambio climático?.....	5
3.	¿Cuáles son los gases de efecto invernadero? .....	5
4.	¿Qué es un inventario nacional de GEI? .....	6
5.	¿Por qué se calculan inventarios nacionales de GEI? .....	6
6.	¿Quiénes participan en la preparación de los inventarios nacionales de GEI de Ecuador? .....	6
7.	¿Cómo se calculan los inventarios nacionales de GEI? .....	7
8.	¿Cuántas emisiones de GEI genera Ecuador? .....	10
	Análisis de Categorías Principales del INGEI 2012 .....	13
	Tendencia de las emisiones de GEI de Ecuador, serie histórica 1994 – 2012 .....	14
	Sector Energía .....	14
	Sector Procesos industriales .....	17
	Sector Agricultura .....	18
	Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura .....	21
	Sector Residuos .....	24

## Introducción

El resumen que se presenta a continuación se deriva de la preparación de los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero más recientes del país, estimados por el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) en el contexto de la elaboración del Primer Informe Bienal de Actualización (IBA) y de la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (TCN). Contiene los resultados del Inventario Nacional de Gases de efecto invernadero (INGEI) de los años 2010 y 2012 y de las actualizaciones de los años 1994, 2000 y 2006 que fueron presentados en la Segunda Comunicación Nacional<sup>6</sup>. Debido a que las estimaciones de varios años permiten contar con una serie temporal, también se presenta el análisis de tendencias que refleja el comportamiento de las emisiones y absorciones a lo largo del tiempo.

El documento incorpora algunos conceptos básicos relacionados con la temática, que permitirán contextualizar la importancia de los gases de efecto invernadero, así como su relación con las actividades humanas y económicas que se desarrollan en el territorio nacional. Posteriormente, se realiza una descripción de los resultados obtenidos en las estimaciones de gases de efecto invernadero para el Ecuador en el período 1994 a 2012.

### 1. ¿Qué es el efecto invernadero?

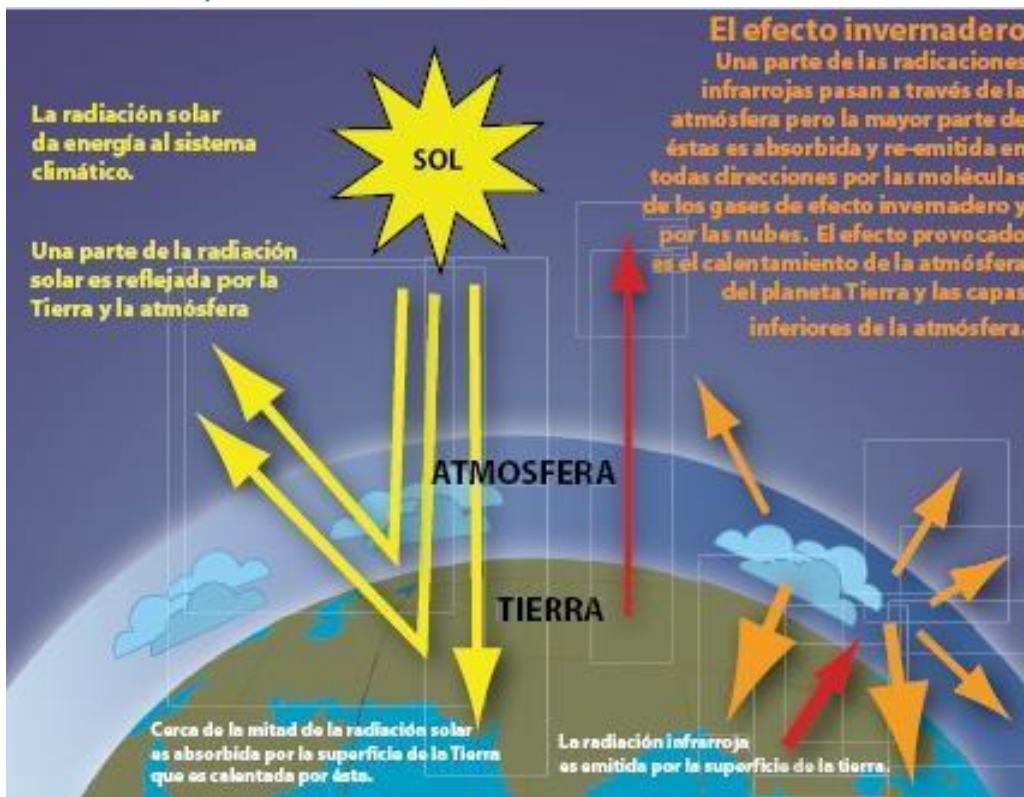
El efecto invernadero es un proceso en el que la radiación térmica emitida por la superficie planetaria es absorbida por los gases de efecto invernadero (GEI) atmosféricos y es reirradiada en todas las direcciones. Una parte de esta re-irradiación es devuelta hacia la superficie y la atmósfera inferior, permitiendo un incremento de la temperatura superficial media respecto a lo que habría en ausencia de los GEI. Esta retención de calor dentro del sistema de la tropósfera terrestre, como resultado de un efecto invernadero natural, hace posible la vida en la Tierra tal como la conocemos.

---

<sup>6</sup> Estas actualizaciones obedecen principalmente a la aplicación de mejoras metodológicas, así como a la disponibilidad de nuevos datos, como parte del avance en la generación de estadísticas, implementación de sistemas de información e institucionalización de los procesos de elaboración de inventarios. De conformidad con los lineamientos del IPCC, la preparación del inventario constituye un proceso de mejora continua, que insta a realizar estimaciones más exactas y completas.

No obstante, una mayor concentración de GEI resultante de las actividades humanas, principalmente por la quema de combustibles fósiles y la eliminación de los bosques, han alterado el equilibrio en la temperatura de la Tierra<sup>7</sup>, causando el calentamiento global.

#### Ilustración 1. Esquema del efecto invernadero



Fuente: IPCC (2007)

## 2. ¿Qué es cambio climático?

Por cambio climático se entiende un cambio de clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (normalmente decenios o incluso más).

## 3. ¿Cuáles son los gases de efecto invernadero?

Los gases de efecto invernadero (GEI) son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, de origen natural y de actividades humanas, que absorben y reemiten radiación infrarroja.

---

<sup>7</sup> El equilibrio en la temperatura de la Tierra, también denominado equilibrio energético del sistema climático, se refiere al balance entre la cantidad de radiación solar entrante en la atmósfera versus la radiación saliente, en un período de tiempo suficientemente largo.

Los GEI son: el vapor de agua (H<sub>2</sub>O), el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el ozono (O<sub>3</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los clorurocarbonados (CFC, HFC, PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

#### **4. ¿Qué es un inventario nacional de GEI?**

Un inventario contabiliza todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, provenientes de las emisiones por fuentes resultantes de las actividades humanas, y de las absorciones por los sumideros, durante un período determinado de tiempo, en un país.

#### **5. ¿Por qué se calculan inventarios nacionales de GEI?**

Como signatarios de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), los países tienen el compromiso de reportar los avances en el logro de los objetivos planteados en dicho instrumento, a través de Comunicaciones Nacionales (CN) e Informes Bienales de Actualización (IBA). Dentro de estos documentos, los INGEI y las acciones que se realizan para mitigar el cambio climático, tienen una gran relevancia.

Hasta la fecha, el Ecuador ha reportado dos CN en los años 1991 y 2011, respectivamente. En el caso de la Segunda Comunicación Nacional (SCN) se calcularon los inventarios de GEI de los años 1994, 2000 y 2006. Más recientemente, la Subsecretaría de Cambio Climático (SCC) del Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE), en el marco del Proyecto MAE/GEF/PNUD Tercera Comunicación Nacional y Primer Informe Bial de Actualización (TCN/IBA), calculó los INGEI de 2010 y 2012 y realizó las actualizaciones de los inventarios de la SCN.

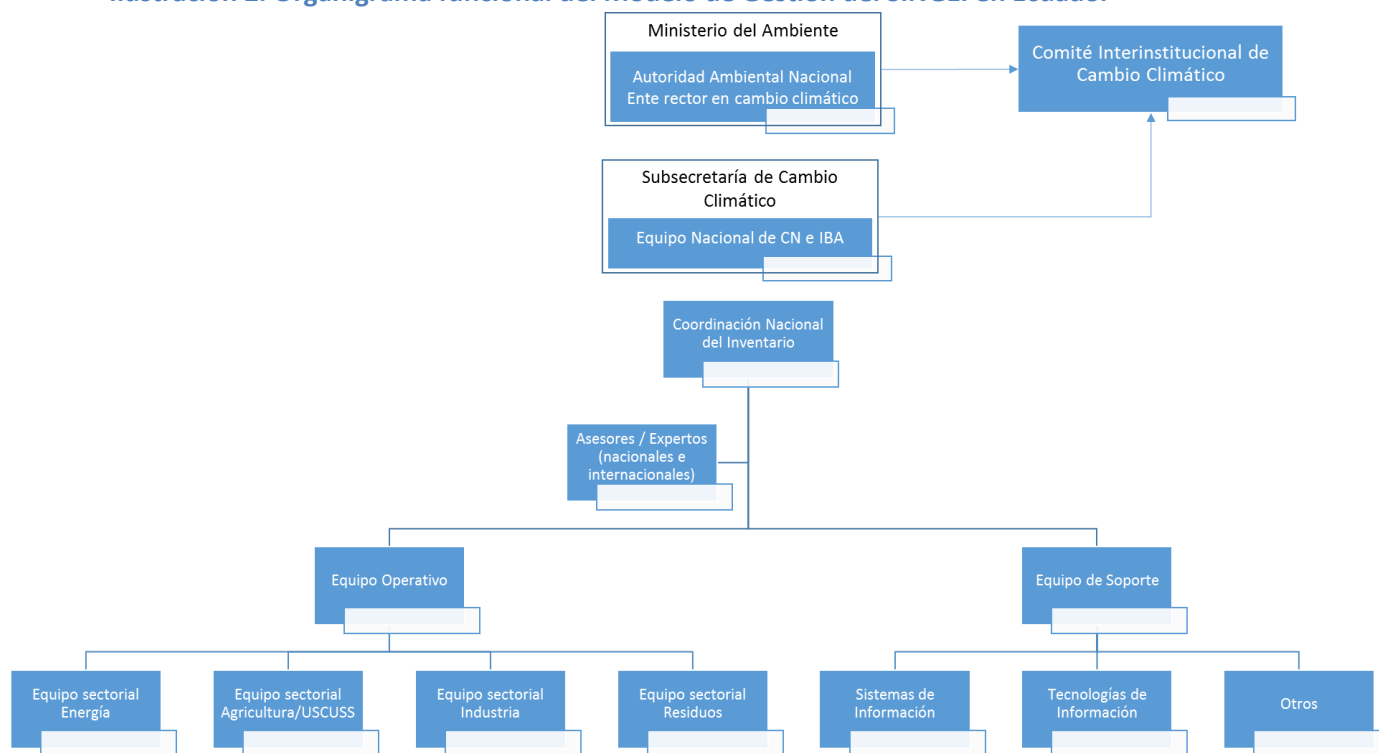
#### **6. ¿Quiénes participan en la preparación de los inventarios nacionales de GEI de Ecuador?**

El conjunto de roles, responsabilidades, procesos asociados, fases de preparación, componentes e interacciones involucrados en la estimación de los inventarios nacionales de GEI se articulan por medio del Modelo de Gestión del Sistema Nacional de Inventarios de GEI. Este se define como un esquema o marco de referencia para la administración ordenada e integrada del proceso de cálculo del INGEI, considerando el rol de las diferentes unidades, proyectos, programas e instituciones con algún nivel de involucramiento en el desarrollo del INGEI.

La Coordinación Nacional de Inventario, a cargo de la Subsecretaría de Cambio Climático del Ministerio del Ambiente, junto con los actores que fungen como líderes sectoriales y/o técnicos en inventarios, proveedores y/o validadores sectoriales o transversales de datos e información se agrupan en el Equipo Operativo, el cual a su vez se divide en los Equipos

Sectoriales de inventarios. Por su parte, el Equipo de Soporte involucra actores internos o externos, relacionados con manejo de bases de datos, tecnologías de información, comunicación, asesoría jurídica, u otros, los cuales se involucran en función de las necesidades específicas (ver Ilustración 2).

**Ilustración 2. Organigrama funcional del Modelo de Gestión del SINGEI en Ecuador**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## 7. ¿Cómo se calculan los inventarios nacionales de GEI?

El INGEI fue elaborado siguiendo la metodología detallada en las “Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero -versión revisada en 1996-“ (en adelante *Directrices del IPCC revisadas en 1996*), la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero” (en adelante *GBP del 2000*) y la “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura” (en adelante *GBP del 2003*).

Los GEI evaluados fueron los siguientes: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), halocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVNM) y dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>). Para fines de reporte, las emisiones/remociones se expresan en unidades de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) para hacerlas comparables entre sí.

Los inventarios comprenden el cálculo de las emisiones de carácter antropogénico y de absorción por sumideros de cinco de las seis<sup>8</sup> categorías definidas por las *Directrices del IPCC revisadas en 1996*:

Sector 1. Energía

Sector 2. Procesos industriales

Sector 4. Agricultura

Sector 5. Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura

Sector 6. Residuos.

Las estimaciones se realizaron aplicando la metodología de Nivel 1 o método por defecto, que emplea datos de actividad de estimaciones nacionales o mundiales y factores de emisión de la Base de Datos de Factores de Emisión del IPCC (Emission Factor Data Base –EFDB–).

En términos generales, la estimación de las emisiones de GEI se basa en la siguiente fórmula:

$$E = NA \times FE$$

Emisión de la fuente = Nivel de actividad humana x Factor de emisión

En donde,

*Nivel de Actividad (NA)*: se refiere a datos sobre la magnitud de la actividad humana que produce emisiones o remociones durante un período determinado de tiempo.

*Factor de Emisión (FE)*: es el coeficiente de relación entre el nivel de actividad y la cantidad de compuesto químico que es la fuente de las emisiones.

Para la preparación del inventario nacional de Ecuador, la SCC, en el contexto del Grupo de Trabajo de Inventarios, se encargó de consolidar la información, estimar las emisiones, socializar los resultados como parte del proceso de validación con los actores involucrados, realizar los procedimientos de control de calidad y finalmente preparar el reporte del INGEI. La garantía de calidad estuvo a cargo de una tercera parte calificada como revisor experto en INGEI.

El proceso de estimación se realizó en diferentes fases. En primer lugar se procedió con el *levantamiento de datos*, a partir de un mapeo de proveedores sectoriales y/o trasversales de información. Seguidamente se inició la fase de *cálculo*, que involucra el desarrollo de las estimaciones, análisis de categorías principales, determinación de la incertidumbre e identificación del plan de mejoras para futuros inventarios. Por último, se tiene la fase de

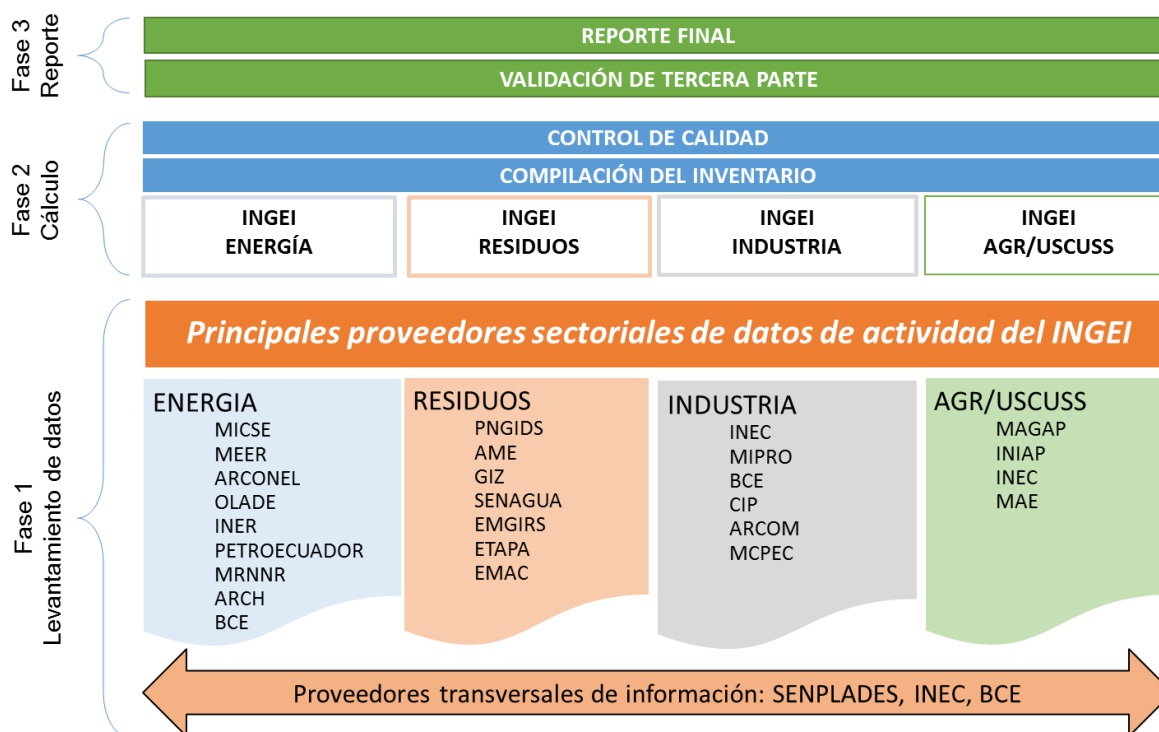
---

<sup>8</sup> La categoría “Utilización de disolventes y otros productos” no fue considerada en el cálculo del INGEI de Ecuador por carecer de información oficial.



**reporte**, que se desagrega en una validación de tercera parte o proceso de garantía de calidad, para luego concluir con el reporte final.

**Gráfico 1. Fases de preparación del INGEI**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2015) basado en MAE (2015)

El proceso de cálculo se realizó de manera sectorial, para su posterior compilación en un INGEI nacional.

**Fuentes de información:**

El inventario de emisiones del sector **Energía** se elaboró con datos de actividad provenientes del Balance Energético Nacional (BEN) que concentra los consumos energéticos del país y es elaborado por el Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos (MICSE). Adicionalmente, se utilizó la información entregada por el Ministerio de Recursos Naturales No Renovables (Hidrocarburos), Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) y la Empresa Pública Petroecuador (estadísticas de despacho de combustibles).

Los datos de actividad del sector **Procesos industriales** provienen principalmente del sector cementero y del sector de la producción de alimentos.

Para realizar las estimaciones del sector **Agricultura** se emplearon los datos de población pecuaria y de superficie agrícola provenientes de las bases de datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). El dato de importación de fertilizantes sintéticos nitrogenados proviene del Banco Central del Ecuador (BEC).

La estimación de emisiones y remociones del sector **USCUSS** se realizó a partir de la matriz de cambio de uso de suelo del Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental (MHDEC) de 2014, elaborado por el MAE con apoyo del Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP). Adicionalmente se emplearon datos de áreas de bosque nativo que se encontraban bajo protección en el marco del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) y el Programa Socio Bosque, en los años de estudio. Las estimaciones de pérdida de biomasa en bosque se realizaron con base en estadísticas de talas comerciales proporcionadas por la Dirección Nacional Forestal del MAE, datos de aprovechamiento en plantaciones forestales con fines comerciales del MAGAP y los datos de producción de leña publicados en el Balance Energético Nacional del MICSE. Con respecto a los factores de emisión, es importante destacar que se emplearon datos nacionales de las reservas de carbono en bosque nativo, información proveniente de la Evaluación Nacional Forestal de Ecuador.

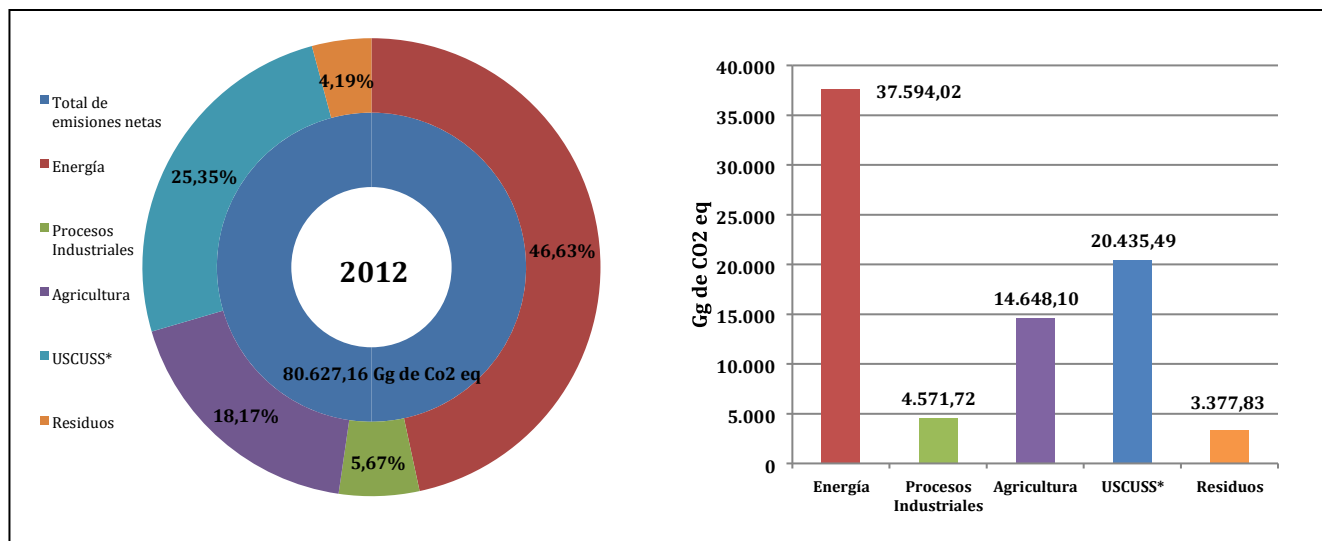
En el caso del sector **Residuos**, los datos sobre la cantidad de residuos llevados a disposición final provienen principalmente del Programa Nacional de Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS) del MAE. Para los datos de actividad de la categoría de aguas residuales se empleó información estadística proveniente en su mayoría del INEC. La tasa de actividad utilizada para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O corresponde al valor del consumo medio anual per-cápita de proteína para Ecuador, dato publicado por FAO.

## 8. ¿Cuántas emisiones de GEI genera Ecuador?

Las emisiones totales del INGEI 2012 de Ecuador ascienden a 80.627,16 Gg de CO<sub>2</sub> eq, de los cuales el sector Energía genera el mayor aporte con el 46,63% de dichas emisiones, seguido del sector USCUSS con el 25,35% de las emisiones totales netas (valor neto resultante de las emisiones menos las absorciones). El tercer lugar lo ocupa el sector Agricultura con el 18,17% de los GEI emitidos a la atmósfera. Los sectores Procesos industriales y Residuos representan en conjunto el 10% aproximadamente de las emisiones del país, registrando el 5,67% y 4,19%, en cada caso (

Gráfico 2).

**Gráfico 2. Distribución de emisiones netas del INGEI 2012**



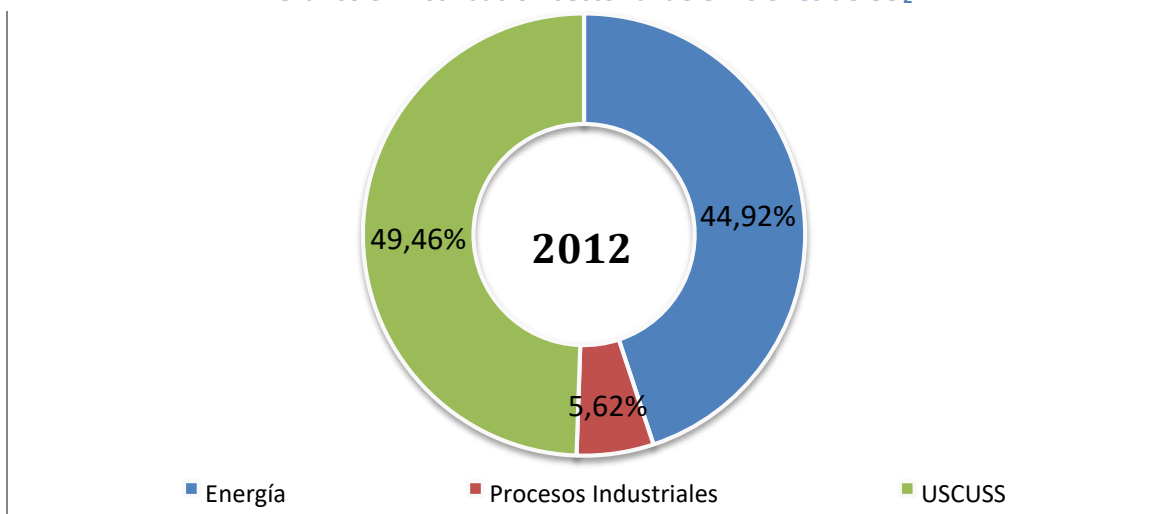
\*emisiones netas (emisiones – remociones)

Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## **Dióxido de Carbono**

Las emisiones totales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) provienen principalmente del sector USCUS (49,46%) (Gráfico 3). Por su parte, el sector de Energía aportó con 36.512,75 Gg de CO<sub>2</sub> eq por la Quema de combustible, representando un 44,92% de las emisiones de este gas. El sector de Procesos industriales generó 4.571,72 Gg de CO<sub>2</sub> eq provenientes de la Industria de los minerales, el 5,62% de las emisiones totales de dicho gas.

Gráfico 3. Distribución sectorial de emisiones de CO<sub>2</sub>



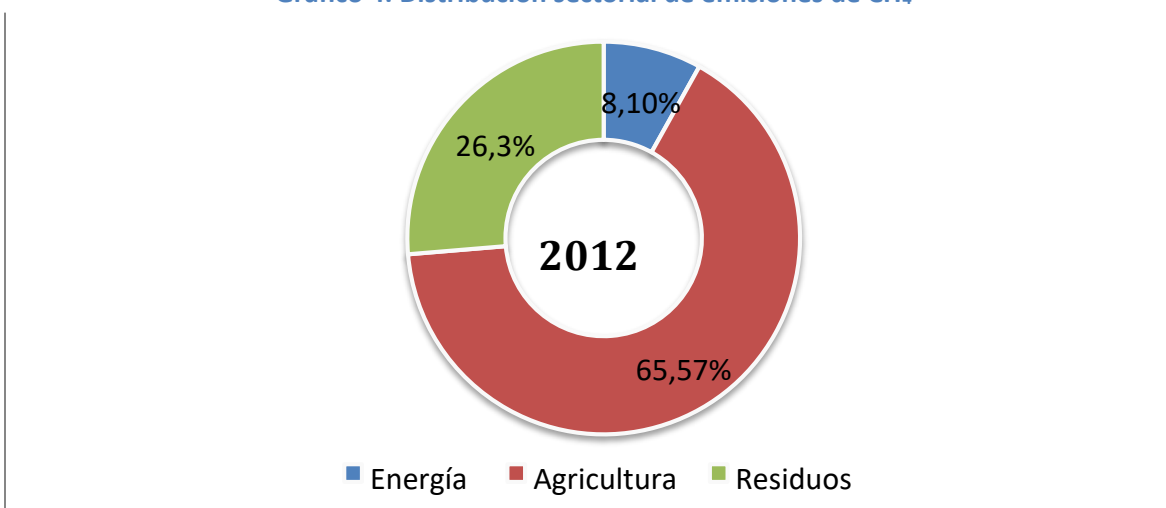
Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

### Metano

Para el año 2012 se contabilizaron emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) por un total de 11.724,12 expresadas en Gg de CO<sub>2</sub> eq, que se generaron principalmente en el sector Agricultura, representando el 65,57% del total de este gas, seguido por el sector Residuos que aportó el 26,33% y finalmente el sector Energía con un 8,10% del total de emisiones de CH<sub>4</sub> (Gráfico 4).

Las emisiones más importantes de CH<sub>4</sub> del sector Agricultura provienen de la categoría Fermentación entérica con el 82,74% de las emisiones sectoriales, seguida de las emisiones de la categoría Cultivo de arroz con el 14,25%.

Gráfico 4. Distribución sectorial de emisiones de CH<sub>4</sub>



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Óxido Nitroso

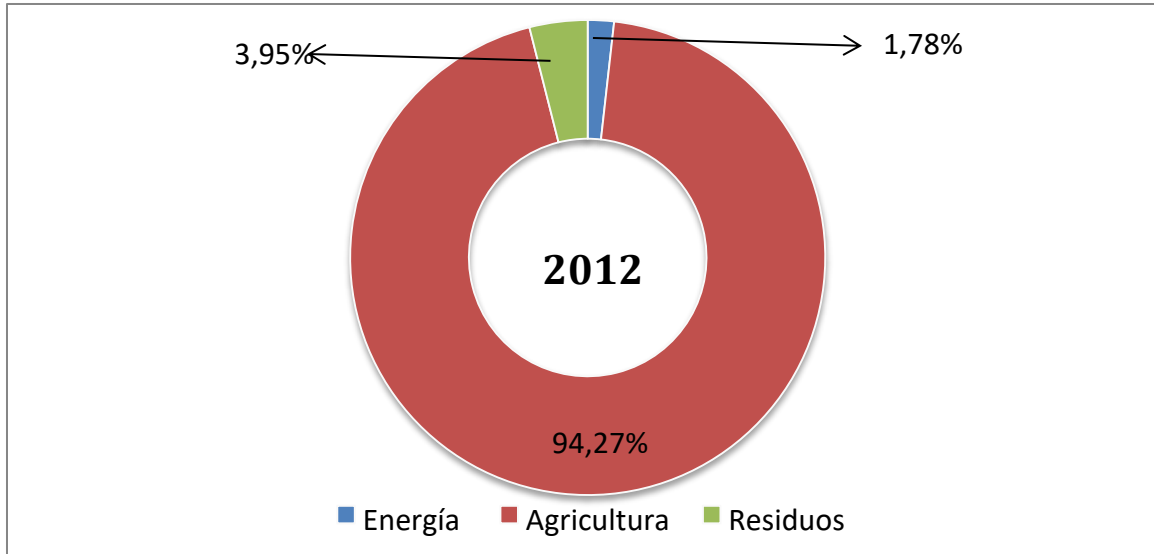
En el año 2012 las emisiones de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) fueron de 7.383,08 expresados en Gg de CO<sub>2</sub> eq. El sector Agricultura contribuyó significativamente con un 94,27%, seguido del sector Residuos con el 3,95%, mientras que al sector Energía sólo se atribuye el 1,78% (Gráfico 5).

La categoría con mayor aporte del sector Agricultura fue Suelos agrícolas, correspondiendo al 97,58% de las emisiones de N<sub>2</sub>O del sector.

Código y Categorías del IPCC		Sector	GEI	Evaluación del Nivel Incluyendo USCUS
5B2	Emisiones de Tierras convertidas en tierras de cultivo	USCUS	CO2	0,32
5A1	Emisiones de Tierras forestales que siguen siendo tierras forestales	USCUS	CO2	0,48
1.A.3	Fuentes móviles de combustión en Transporte por carretera	Energía	CO2	0,61
1.A.1	Emisiones de fuentes fijas en Industria Energía	Energía	CO2	0,71
4.D	Emisiones directas procedentes de Suelos agrícolas	Agricultura	N2O	0,76

4.A	Emisiones de la Fermentación entérica del ganado doméstico	Agricultura	CH4	0,82
1.A.2	Emisiones de fuentes fijas de la Industria Manufacturera y la construcción	Energía	CO2	0,86
2.A.1	Emisiones de la Producción de cemento	Procesos industriales	CO2	0,90
6.A	Emisiones de Vertederos de desechos sólidos	Residuos	CH4	0,92

**Gráfico 5. Distribución sectorial de emisiones de N<sub>2</sub>O**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

### Análisis de Categorías Principales del INGEI 2012

Las categorías principales son aquellas iguales o superiores al 95% del total acumulativo de las emisiones de GEI. Los resultados se expresan en términos del aporte absoluto, e incluyen las incertidumbres de emisiones y absorciones de los GEI.

**Tabla 1. Categorías principales identificadas en el INGEI 2012 para el Ecuador**

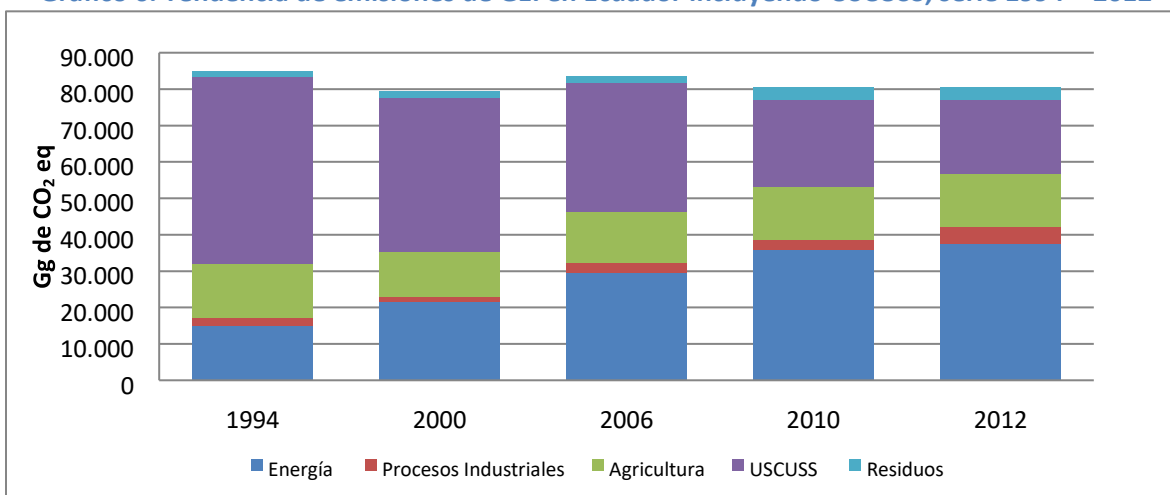
1.A.4	Emisiones de fuentes fijas de Otros sectores (Residencial)	Energía	CO2	0,94
-------	--	---------	-----	------

Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## Tendencia de las emisiones de GEI de Ecuador, serie histórica 1994 - 2012

Las emisiones de GEI, incluyendo el sector USCUSS, se han mantenido en un rango máximo de 84.817,36 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 1994, y un mínimo de 79.252,71 Gg de CO<sub>2</sub> eq registrado en 2000. Con respecto a la variación de emisiones durante el período destaca la reducción en 4,94 puntos porcentuales en 2012 versus 1994, con variaciones intertemporales que promedian -1,16%. En el año 2000 se registró un descenso de 6,56% de las emisiones respecto a la estimación anterior. En el año 2006 se recupera el nivel de emisiones en 5,32%. A lo largo de la serie temporal se observa que los sectores de mayor influencia en las emisiones totales del país son Energía y USCUSS. (Gráfico 6).

Gráfico 6. Tendencia de emisiones de GEI en Ecuador incluyendo USCUSS, serie 1994 - 2012

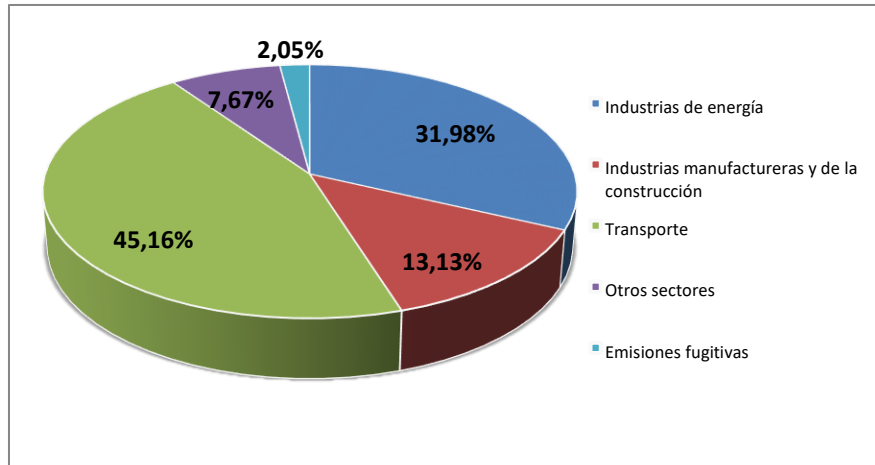


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

## Sector Energía

Las emisiones totales del sector Energía para el año 2012 ascienden a 37.594,03 Gg de CO<sub>2</sub>eq. En este sector la categoría Quema de combustibles aporta con el 97,95% del total del sector y la categoría Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles con el 2,05%. Los GEI considerados en este sector son CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

**Gráfico 7. Distribución de emisiones de GEI en el sector Energía, año 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Las emisiones del sector Energía, durante el período analizado, muestran una marcada tendencia creciente, con tasas de variación intertemporal que propenden a estabilizarse progresivamente, pasando de 45,79% en 2000 a 4,96% el último año de la serie.

**Gráfico 8. Tendencia de emisiones por subcategorías del sector Energía, serie 1994- 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).



Los gases de efecto invernadero emitidos en el sector energético en 2012 se incrementaron en 150,71% con respecto a 1994, debido principalmente a la evolución de la categoría de Quema de combustibles.

## **Quema de combustibles**

La categoría Quema de combustibles agrupa a la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para proporcionar energía a un proceso, ya sea como calor o como trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato. Está conformada por las subcategorías Industrias de la energía, Industrias manufactureras y de la construcción, Transporte y Otros sectores, todas las cuales forman parte de las categorías principales de emisiones de GEI en el Ecuador para el año 2012 (ver Tabla 1).

Esta categoría es la principal emisora de GEI del sector en el país. Para el año 2012 las emisiones fueron de 36.822,54 Gg de CO<sub>2</sub> eq que supone el 45,67% del total de las emisiones en el país. Durante el periodo analizado esta categoría presentó un crecimiento sostenido de las emisiones, siendo la variación porcentual de 154,72 en 2012 versus 1994 (Gráfico 8).

*Industrias de la energía* incluye las emisiones de GEI generadas por los procesos de combustión en las industrias de generación de electricidad, refinación de petróleo, manufactura de combustibles sólidos y centros de tratamiento de gas. Representa el 32,65% de las emisiones de la categoría Quema de combustibles, según los resultados del último año estimado. De acuerdo con el análisis de tendencias, se observa un incremento de 361,23% desde 1994.

*Industrias manufactureras y de la construcción* generan 4.937,84 Gg de CO<sub>2</sub> eq de las emisiones de la categoría (13,41%), por el uso de combustibles en la producción de minerales no metálicos (cemento). La serie histórica registra incrementos que se mantienen por encima de 10%. Con respecto a las emisiones de 1994, esta subcategoría creció 86,04%.

*Transporte* es el principal responsable de las emisiones de la categoría, cuyas emisiones fueron de 16.977,02 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 2012, representando 46,10% de la categoría y 45,16% de las emisiones totales. En esta subcategoría se registró un incremento de 123,27% con relación a 1994, siendo la variación intertemporal promedio de 22,58% para todo el período. En particular, la categoría (1A3) Fuentes móviles de combustión (Transporte por carretera) es una categoría principal de emisiones en el país. Al observar la tendencia, se evidencia un comportamiento más estable a partir de 2010. Esto pudiera estar relacionado con la incorporación al parque vehicular de tecnologías más modernas por medio de incentivos tributarios<sup>9</sup>. Otro factor adicional sería el mejoramiento de la calidad de los combustibles llevado a cabo por EP-Petroecuador a través del Plan de Mejoramiento de Combustibles cuya

---

<sup>9</sup> <http://www.sri.gob.ec/de/151> (página web visitada el 16/11/2016)

meta en su primera etapa (2011) consistió en reducir el contenido de azufre de 2000ppm a 650ppm en las gasolinas súper y extra y en el diésel Premium que se expenden en el país<sup>10</sup>.

La categoría *Otros sectores* involucra las emisiones provenientes de los sectores comercial, institucional, residencial, agricultura, silvicultura y pesca. Contribuye con 2.921,67 Gg de CO<sub>2</sub> eq (8,33%) dentro de la categoría, lo que supone un incremento de 81,29% versus 1994. Es importante señalar que para el año 2012 la categoría (1A4) Quema de combustibles en Otros Sectores (residencial) es categoría principal de emisiones.

### **Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles**

La categoría Emisiones fugitivas provenientes de los combustibles agrupa las emisiones de todas las actividades de petróleo y gas natural que incluye las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo y la quema.

Esta categoría incorpora la subcategoría de Petróleo y gas natural, cuyas emisiones de CH<sub>4</sub> para el año 2012 fueron de 771,48 de Gg de CO<sub>2</sub> eq. Durante el período 1994-2012 las Emisiones fugitivas se incrementaron en 43,15%.

## **Sector Procesos industriales**

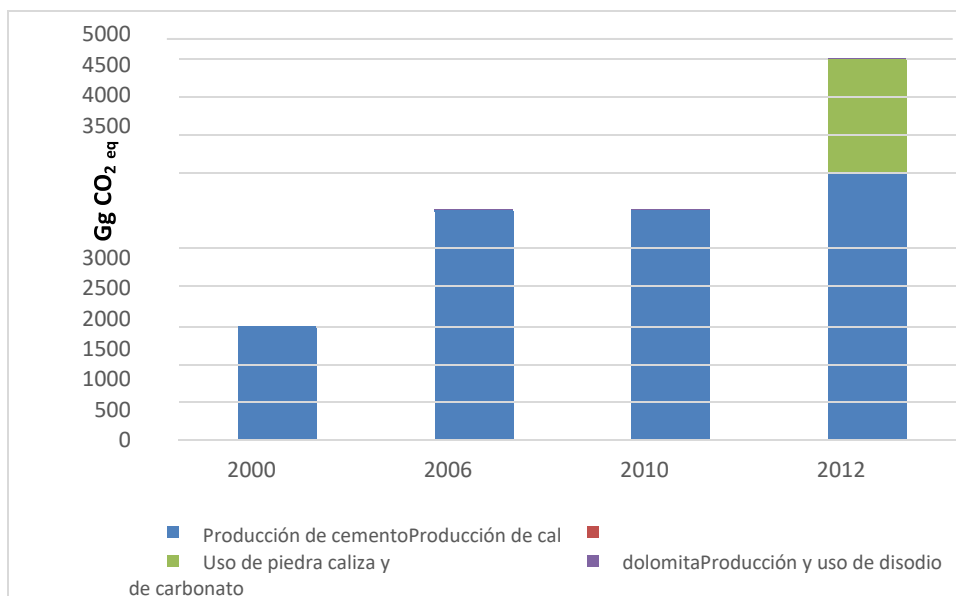
Las emisiones totales del año 2012 para el sector Procesos industriales se estimaron en 4.571,72 Gg de CO<sub>2</sub> eq. De acuerdo con la desagregación de las emisiones relevantes para el Ecuador, sólo se registra la categoría Productos minerales a la cual le corresponde el 100% de las emisiones sectoriales. En el contexto nacional esta categoría incluye las emisiones de la subcategoría Producción del cemento que involucra el proceso de fabricación del cemento y emisiones provenientes de la producción de cal.

De acuerdo con la serie histórica, el crecimiento de las emisiones alcanzó 124,45% desde 1994, lo cual debe su explicación al ritmo de actividad económica en el país, las políticas de acceso al crédito para la vivienda de los últimos años, así como la inversión del sector público en obras de infraestructura a nivel del territorio nacional.

---

<sup>10</sup> Boletín No. 048 EP-Petroecuador

**Gráfico 9. Tendencia de emisiones por subcategoría del sector Procesos Industriales, serie 1994-2012**

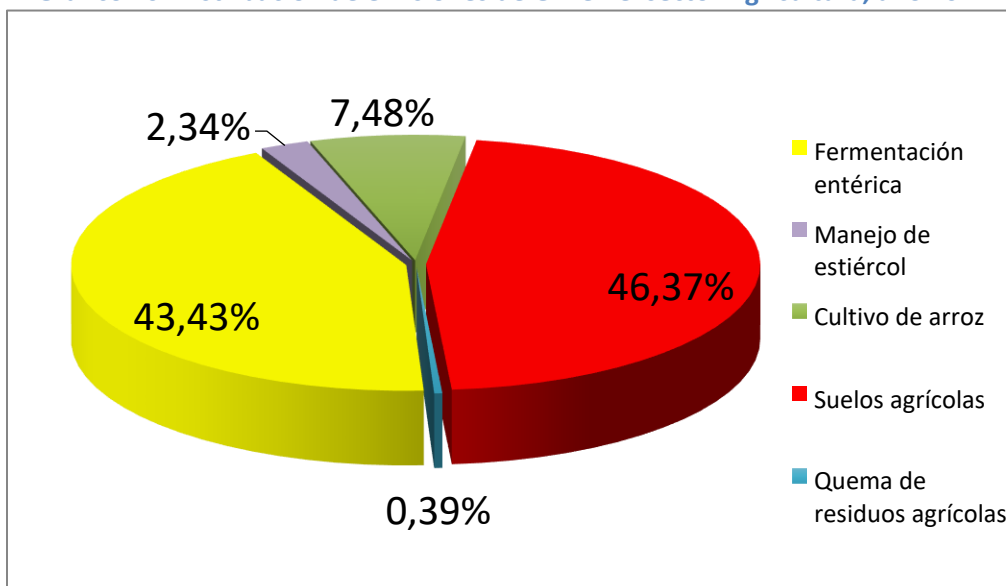


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Sector Agricultura

Las emisiones del sector Agricultura ascienden a 14.648,10 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012, representando el tercer lugar con el 18,17% del INGEI total.

**Gráfico 10. Distribución de emisiones de GEI en el sector Agricultura, año 2012**

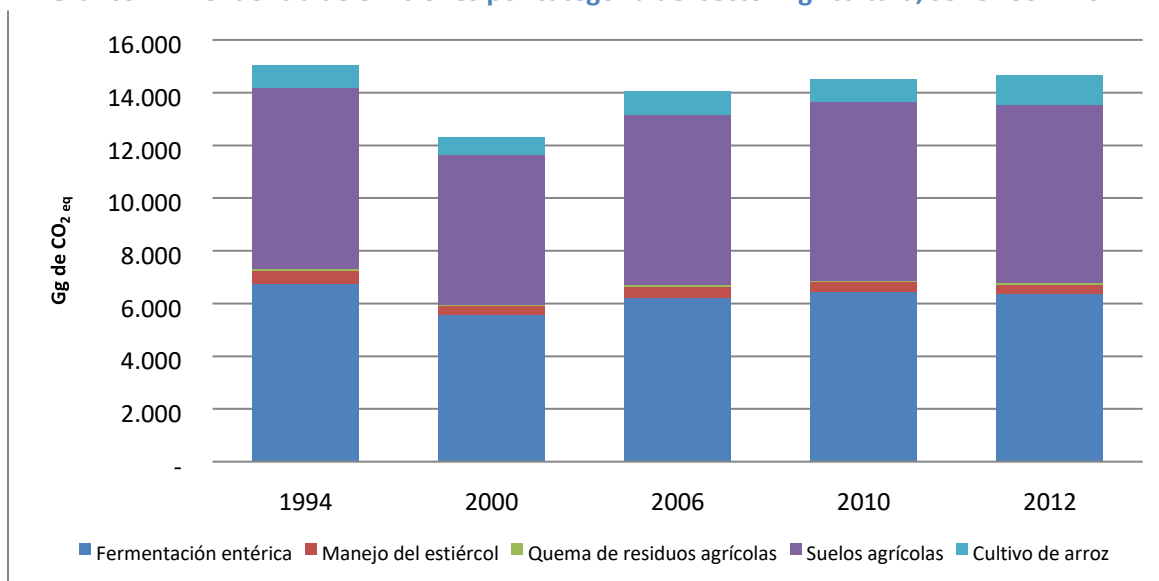


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

Los principales gases de efecto invernadero emitidos en el sector son el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) que representan 52,48% y 47,52%, respectivamente. No se contabilizan emisiones de CO<sub>2</sub> en este sector.

De acuerdo con el Gráfico 11, las emisiones del sector Agricultura presentan una reducción de 2,54% en 2012 respecto a 1994.

**Gráfico 11. Tendencia de emisiones por categoría del sector Agricultura, serie 1994- 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016)

### Fermentación entérica

En esta categoría el metano se produce como subproducto de procesos digestivos, mayormente en animales de estómago compuesto (rumiantes, como vacunos y, ovinos), aunque hay animales no rumiantes (p. ej. cerdos, caballos) que también emiten CH<sub>4</sub>.

Las especies incorporadas a nivel nacional son: ganado vacuno (desagregado en ganado lechero y ganado no lechero), ovinos (ovejas), caprinos (cabras), camélidos (llamas y alpacas), equinos (caballos), mulas y asnos, porcinos (cerdos).

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 6.361,04 Gg de CO<sub>2</sub> eq que contribuyen con un 43,43% dentro del sector (ver Gráfico 11). Esta categoría es la que registra el mayor aporte a las emisiones de CH<sub>4</sub> sobre el INGEI total (54,26%). La Fermentación entérica se redujo en 5,90% en 2012 con relación a 1994.

## **Manejo del estiércol**

El CH<sub>4</sub> se produce a partir de la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas, provenientes mayoritariamente del ganado vacuno (desagregado en ganado lechero y ganado no lechero), ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos, camélidos sudamericanos, porcinos y aves de corral.

Por su parte, el N<sub>2</sub>O se produce bajo condiciones aeróbicas o a partir de una mezcla de condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Las emisiones de este tipo de GEI consideran los sistemas de manejo de estiércol del almacenamiento sólido y parcelas secas, de sistemas líquidos y otros sistemas de manejo de estiércol para las distintas categorías de animales. Las emisiones de N<sub>2</sub>O de las excretas procedentes del pastoreo directo, son consideradas en la categoría de Suelos agrícolas.

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 342,10 Gg de CO<sub>2</sub> eq que contribuye con un 2,34% dentro del sector. Con respecto a 1994 las emisiones disminuyeron en 32,93%.

## **Cultivo de arroz**

En los cultivos de arroz el CH<sub>4</sub> se produce a partir de la descomposición anaeróbica del material orgánico en los arrozales inundados que se libera al ambiente a través de burbujas de agua y mediante el transporte a través de las plantas de arroz.

En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 1.095,47 Gg de CO<sub>2</sub> eq (7,48%) dentro del sector. Las emisiones se han incrementado en 28,68% desde 1994.

## **Suelos agrícolas**

En esta categoría se contabilizan las emisiones de N<sub>2</sub>O producidas en la superficie del suelo gracias a los procesos microbianos. Las emisiones son el resultado de la cantidad de nitrógeno que se agrega al suelo a través de los fertilizantes sintéticos nitrogenados, residuos animales, residuos de cultivos, cultivos fijadores de nitrógeno y la mineralización del nitrógeno del suelo debido al cultivo de suelos orgánicos. Este gas es el segundo en importancia dentro del sector.

Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 6.791,97 Gg de CO<sub>2</sub> eq en 2012 contribuyendo con un 46,37% dentro del sector, aunque presentan un descenso del 1,13% con respecto a 1994.

## **Quema en el campo de los residuos agrícolas**

La práctica de quema de residuos agrícolas en el campo es recurrente en el país durante los ciclos de cultivo. Esta categoría constituye una fuente de emisiones de gases en baja concentración, entre ellos el CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O y NO<sub>x</sub>.

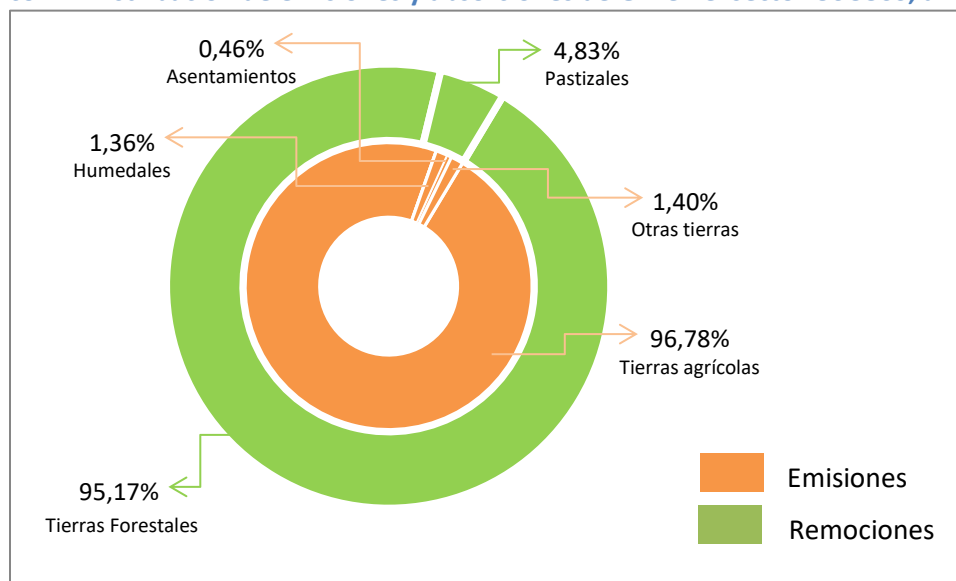
En el año 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 57,52 Gg de CO<sub>2</sub>-eq que contribuye con un 0,39% dentro del sector. Esta categoría registra el mayor incremento dentro del sector desde 1994, ubicándose en 49,66%.

## Sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura

El sector Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) está compuesto por las emisiones y capturas de CO<sub>2</sub> provenientes de Tierras forestales, Pastizales, Tierras agrícolas, Humedales, Asentamientos y Otras tierras. Las emisiones se producen al existir “cortas” (raleos o cosechas) de plantaciones forestales, de bosque nativo manejado y cambio de uso de suelo. Las fuentes de captura de carbono son principalmente producto del crecimiento del bosque bajo un régimen especial de protección, plantaciones de especies forestales y abandono de tierras de cultivo.

Para el año 2012 las emisiones totales netas (emisiones menos absorciones) del sector USCUSS se ubicaron en 20.435,49 Gg de CO<sub>2</sub> eq (siendo 25,35% del inventario total). El total de absorciones de este sector fue de -19.769,68 Gg de CO<sub>2</sub> debido a los cambios de stocks de carbono de la biomasa (Gráfico 12).

**Gráfico 12. Distribución de emisiones y absorciones de GEI en el sector USCUSS, año 2012**

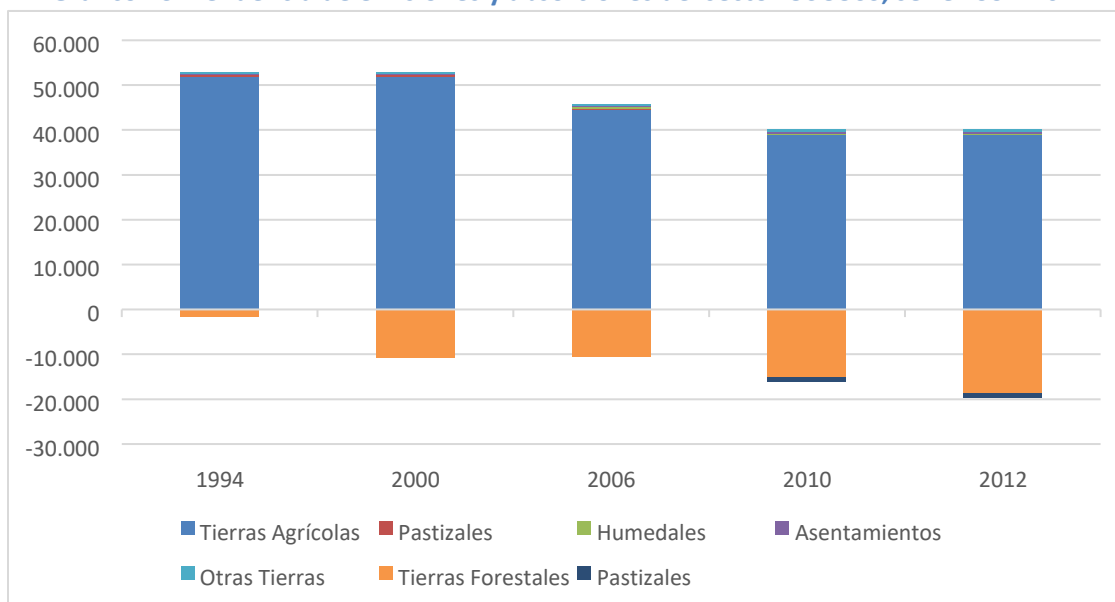


Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Los resultados de la serie temporal muestran una disminución sostenida de las emisiones netas a lo largo del periodo de estudio, debido principalmente al incremento de las absorciones y la reducción de emisiones brutas en la categoría de Tierras agrícolas.

La reducción de las emisiones netas del sector USCUSS fue de 60,18% desde 1994, con una variación intertemporal promedio del 20% (Gráfico 13).

**Gráfico 13. Tendencia de emisiones y absorciones del sector USCUSS, serie 1994-2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

## Tierras forestales

Las fuentes de emisión y absorciones en esta categoría son: absorción por incremento de biomasa forestal aérea y subterránea de plantaciones forestales y de bosque nativo que se encuentra bajo régimen especial de protección. Las emisiones provienen de la cosecha de trozas de plantaciones forestales, bosque nativo y extracción de leña contabilizada como biomasa aérea.

En 2012, el balance de GEI de esta categoría contabilizó -18.814,40 Gg CO<sub>2</sub>. A nivel de subcategoría, las Tierras forestales que permanecen como tales son las que aportan con la mayoría de las absorciones (98,48%).

Las absorciones presentaron un crecimiento de 1013,77% desde 1994. Al revisar la serie histórica se evidencia un primer incremento considerable en el 2000 respecto a 1994 presentando una variación de 538,92%, debido principalmente a un incremento en la superficie de bosque bajo protección y a una disminución considerable, reportada en las estadísticas de talas comerciales. Este comportamiento podría tener su causa en la disminución del consumo doméstico de productos forestales, que se registró a partir del año 2000 como resultado de la crisis económica que afectó al país en ese periodo<sup>11</sup>. De manera similar, en 2012 se registra un aumento de 44,40% de las absorciones en comparación con el 2006, debido al incremento de superficie de bosque protegido, que obedece principalmente

<sup>11</sup> ITTO (2004). Consecución del objetivo 2000 y la ordenación forestal sostenible en Ecuador. Interlaken, Suiza. (Pág. 57).

al impacto positivo de las políticas nacionales de conservación como el Programa Socio Bosque (PSB) y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP).

### **Tierras agrícolas**

En esta categoría se considera la superficie de Tierras agrícolas desglosada por tipos de cultivos de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las tierras agrícolas incluyen cultivos anuales, perennes y pastos cultivados.

En 2012 los GEI de esta categoría se ubicaron en 38.911,70 Gg CO<sub>2</sub> eq que representa el 96,78% del total sectorial, constituyéndose en la principal fuente de emisiones. No obstante, se registra un descenso de -25,50% desde 1994. Este comportamiento se debe principalmente a la disminución de la superficie de tierras forestales que se convierten en tierras agrícolas.

### **Pastizales**

En esta categoría se considera la superficie de vegetación arbustiva y herbácea desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC de 2014.

La captura de carbono proviene del abandono de cultivos y considera tasas de crecimiento anual de vegetación arbustiva y herbácea. Las emisiones provienen de la transición de plantaciones forestales y cultivos permanentes a la categoría de pastizales.

En el 2012 las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron como remociones -955,28 Gg CO<sub>2</sub> eq.

En los años 2010 y 2012 se evidencia una ligera contribución de la categoría Pastizales de 5,96% y 4,83% respectivamente al total de absorciones. Esto se debe a un aumento en la superficie de Tierras agrícolas que se convierten a la categoría de Pastizales, lo cual resulta en un incremento de la captura de carbono generada principalmente por el crecimiento de vegetación arbustiva.

### **Humedales**

En esta categoría se considera la superficie de cuerpos de agua artificiales identificada en la matriz de cambio del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa viva de tierras que se convierten en humedales.

En el 2012 los gases de efecto invernadero de esta categoría contabilizaron 546,31 Gg CO<sub>2</sub> eq que supone el 1,36% de las emisiones del sector. Por su parte, la serie temporal refleja un incremento de 132,95% desde 1994.

### **Asentamientos**

En esta categoría se considera la superficie de asentamientos desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa de bosques que se convierten en asentamientos.



Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 184,46 Gg CO<sub>2</sub> eq en 2012 (0,46%), mientras que el incremento de la serie temporal se ubicó en 109,07% respecto a 1994.

### Otras tierras

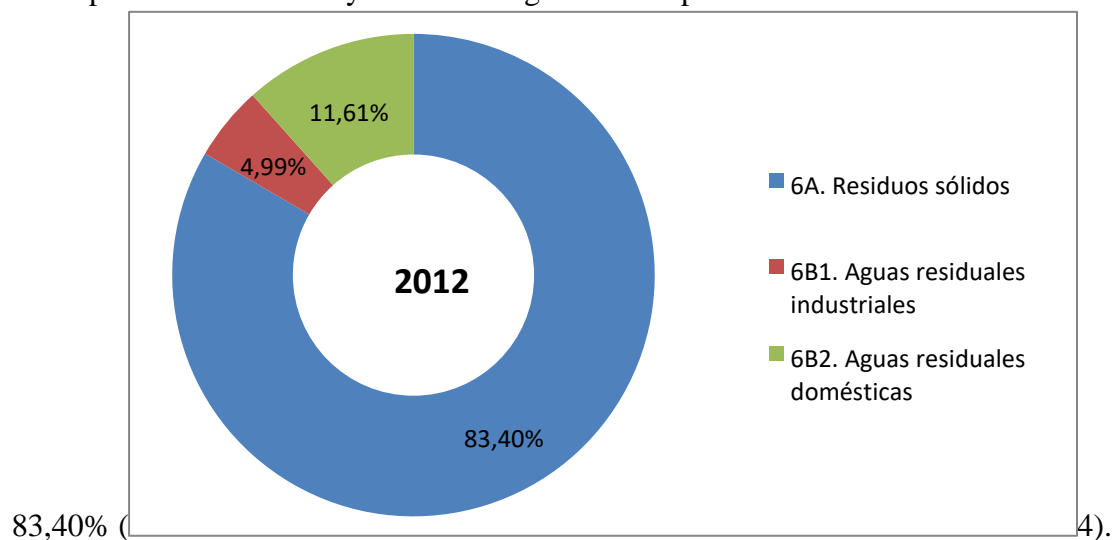
En esta categoría se consideran la superficie de Otras tierras desglosada de acuerdo a la leyenda temática de tipos de cobertura y uso de la tierra del MHDEC 2014. Las emisiones provienen de la pérdida de biomasa producto de la transición de Tierras que se convierten en Otras tierras.

Las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 562,70 Gg CO<sub>2</sub> eq, que representan 1,40% en 2012. La serie temporal refleja un incremento de las emisiones, el cual se ubica en 59,73% desde 1994.

## Sector Residuos

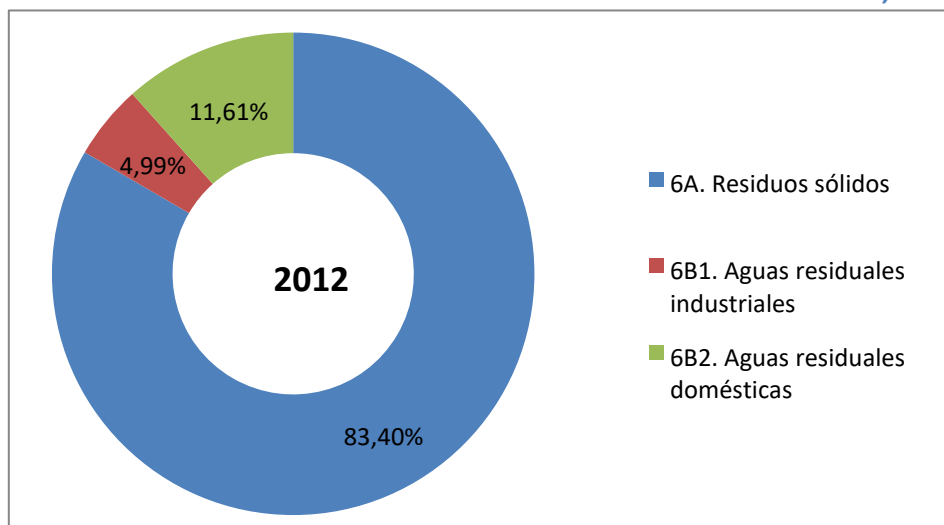
Este sector contabiliza las emisiones de GEI generadas por las reacciones anaeróbicas que se producen desde la descomposición de los residuos orgánicos depositados en vertederos de residuos sólidos, las procedentes de los sistemas de tratamiento de las aguas residuales domésticas y los efluentes industriales, así como las producidas en la incineración sin recuperación de energía<sup>12</sup>.

Las emisiones del sector Residuos alcanzaron 3.377,83 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012, correspondiendo en su mayoría a la categoría de Disposición de residuos sólidos con un



<sup>12</sup> En el caso de Ecuador, la incineración de residuos no fue valorada por no disponer de datos estadísticos nacionales.

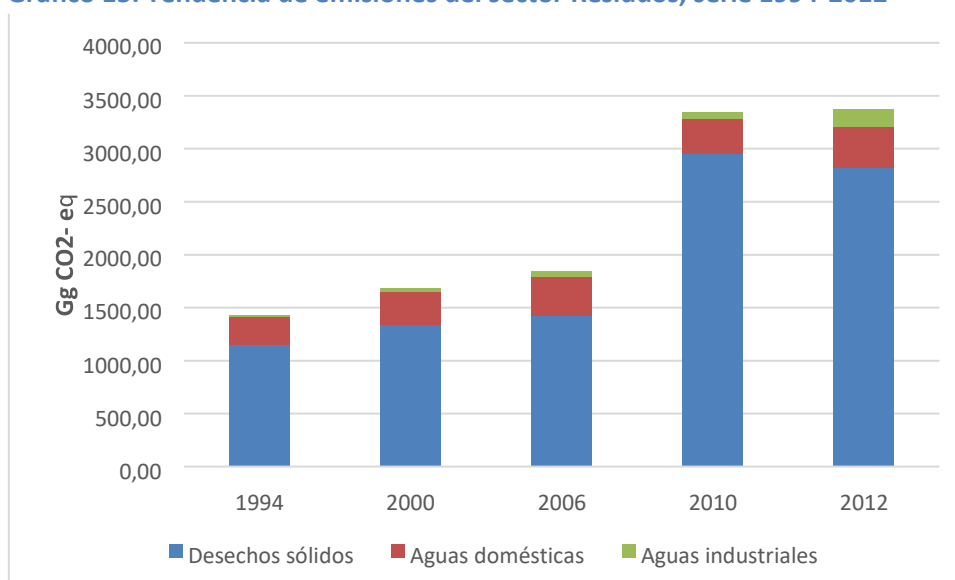
**Gráfico 14. Distribución de emisiones de GEI en el sector Residuos, año 2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

La serie temporal del sector Residuos registra una tendencia creciente sostenida, que alcanza una variación de 135,63% desde 1994.

**Gráfico 15. Tendencia de emisiones del sector Residuos, serie 1994-2012**



Fuente: Elaborado por el proyecto TCN/IBA (2016).

Con respecto a los GEI más relevantes del sector, destaca la evolución del CH<sub>4</sub> desde el año 1994 hasta el año 2012 (144,66%), proveniente de la disposición de residuos sólidos, tratamiento de aguas residuales domésticas y de efluentes industriales. Este resultado es compatible con el crecimiento poblacional.

En cuanto a las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes del manejo de aguas servidas domésticas, se incrementan en 69,43% desde 1994.

## **Disposición de residuos sólidos**

Se consideran las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento y eliminación de los residuos sólidos municipales. Las subcategorías incluidas dependen de las características del sitio de disposición final, es decir; si son residuos gestionados o no gestionados.

El GEI emitido por esta categoría es el CH<sub>4</sub> aportando el 91,27% de las emisiones del sector para el año 2012, el cual a su vez representa un aumento del 144,14% con respecto a 1994. Con respecto al 2010 se pudo evidenciar una reducción de emisiones del 4,5% posiblemente debido a los resultados de iniciativas como el PNGIDS y a mejoras en la legislación ambiental vigente (Gráfico 5).

## **Tratamiento de aguas residuales**

Esta categoría considera las emisiones de CH<sub>4</sub> de las reacciones de tipo anaeróbico que ocurren durante el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

Las emisiones totales de CH<sub>4</sub> para esta categoría fueron de 269,29 Gg de CO<sub>2</sub> eq que corresponde al 7,97% del total del sector residuos para el año 2012. Durante el lapso analizado se registra un incremento de 1.168,17% vinculado principalmente al crecimiento poblacional.

## **Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O - excretas humanas**

Las emisiones de N<sub>2</sub>O provienen en su totalidad de la subcategoría Excretas humanas que fueron de 291,43 Gg de CO<sub>2</sub> eq para el año 2012 (8,63%).

La tendencia muestra un incremento de 0,55 a 0,94 Gg/año en el periodo 1994 a 2012, debido al crecimiento poblacional y a un mayor consumo de proteína.

---

***GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE  
EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO  
(GEI)***

---

**Versión de marzo de 2011**



Generalitat de Catalunya  
Comisión Interdepartamental  
del Cambio Climático



Oficina Catalana  
del Canvi Climàtic

# Índice

## 1 INTRODUCCIÓN

1.1	Alcance y actualización de la <i>Guía</i>	3
1.2	Marco conceptual	5
1.3	Categorías de emisiones de GEI en organizaciones	6
	Emisiones cubiertas por la Directiva de comercio y emisiones	
1.4	difusas	9

## 2 ENERGÍA

2.1	Consumo eléctrico	10
2.2	Consumo de combustibles fósiles	12
2.3	Biomasa	15
2.4	Energía renovable	16
2.4.1	Energía renovable destinada al autoconsumo	16
2.4.2	Energía renovable conectada a la red eléctrica	17

## TRANSPORTE

3.1	Turismos	18
3.1.1	Transporte de pasajeros	18
3.1.2	Transporte de mercancías	22
3.2	Camión, camioneta y furgoneta	23
3.2.1	Transporte de pasajeros	23

3.2.2	Transporte de mercancías	25
<b>3.3</b>	<b>Motocicletas</b>	<b>26</b>
3.3.1	Transporte de pasajeros	26
3.3.2	Transporte de mercancías	27
<b>3.4</b>	<b>Autobuses y autocares</b>	<b>28</b>
<b>3.5</b>	<b>Transporte marítimo</b>	<b>31</b>
<b>3.6</b>	<b>Aviación</b>	<b>32</b>
<b>3.7</b>	<b>Transporte ferroviario</b>	<b>35</b>
3.7.1	Transporte de pasajeros	35
3.7.2	Transporte de mercancías	35

## ANEXOS

1.	<b>Estimación de las emisiones asociadas a la celebración de acontecimientos</b>	<b>36</b>
2.	<b>Cálculo de emisiones en entes públicos</b>	<b>39</b>
3.	<b>Factores de emisión</b>	<b>45</b>
4.	<b>Lista de biomásas neutras con respecto al CO<sub>2</sub></b>	<b>51</b>
5.	<b>Precios medios de los combustibles de automoción</b>	<b>53</b>
6.	<b>Distancias ferroviarias</b>	<b>54</b>

# 1

## Introducción

### 1.1 Alcance y actualización de la *Guía*

La *Guía práctica para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero* (GEI) – en adelante, la *Guía*– está pensada para facilitar la estimación de emisiones de GEI. Con la ayuda de la *Guía*, las organizaciones y la ciudadanía pueden estimar las emisiones asociadas a sus actividades, o bien la reducción de emisiones que puede esperarse cuando se implanta una acción de mitigación.

Esta *Guía* introduce también el marco de los inventarios o huellas de carbono de las organizaciones, y explica las distintas categorías de emisiones que pueden identificarse, de acuerdo con los protocolos reconocidos internacionalmente existentes en la actualidad. Igualmente, también introduce la huella de carbono de acontecimientos.

Por otro lado, cabe destacar que cuando hablamos de gases de efecto invernadero (GEI) nos referimos a CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub> eq), que incluye los seis gases de efecto invernadero recogidos en el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

En su estado actual, la Guía permite calcular las emisiones asociadas al consumo de energía, tanto en instalaciones fijas como de transporte. En consecuencia, la presente Guía no permite calcular el total de emisiones posibles de GEI de una organización o actividad, y no incluye ningún método de cálculo para gases distintos del CO<sub>2</sub>.

Cabe destacar que, adicionalmente a esta Guía, se ha elaborado una calculadora de emisiones de gases de efecto invernadero para facilitar el cálculo a organizaciones y ciudadanía en general. Con la calculadora, se pueden calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> directamente siguiendo las recomendaciones de la Guía. Por último, esta Guía también sirve para orientar a las organizaciones que están elaborando su inventario de emisiones de GEI bajo el marco del Programa de acuerdos voluntarios para la reducción de los GEI de la Generalitat de Catalunya.

La Oficina Catalana del Cambio Climático efectuará como mínimo una revisión anual de la Guía que incluirá la actualización de los factores de emisión con los últimos datos disponibles, así como la ampliación del alcance del cálculo de emisiones de GEI.

## **Novedades de la Guía 2011**

Esta nueva versión de la Guía presenta las novedades siguientes:

- Incluye una descripción de las categorías de emisiones de GEI en organizaciones
- Modifica la metodología de cálculo del mix eléctrico para que éste incluya las pérdidas en transporte y distribución y el consumo del sector energético, y actualiza el valor del mix
- Actualiza los factores de emisión de los combustibles de acuerdo con los últimos datos disponibles
- Introduce factores de emisión del transporte para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> cuando el dato disponible es la distancia recorrida
- Actualiza los precios medios de los combustibles de automoción



- Modifica la fuente de datos de los factores de emisión del transporte en metro y autobús urbano debido a que se dispone de datos específicos del sector
- Modifica la fuente de datos de los factores de emisión del transporte marítimo para actualizar y ampliar el alcance en base a la última información disponible
  - Incluye un anexo de cálculo de emisiones en acontecimientos
- Incluye un anexo de cálculo de emisiones en entes públicos.

## 1.2 Marco conceptual

El concepto de *huella de carbono* de una organización se utiliza en varios contextos. El concepto de organización engloba organizaciones privadas, entidades de la administración pública y organizaciones sin ánimo de lucro, entre otras. En general, *huella de carbono* de una organización es un término que quiere describir el impacto total que una organización tiene sobre el clima a raíz de la emisión de GEI a la atmósfera. Con el objetivo de cuantificar dicha huella, debe aplicarse un determinado protocolo de estimación y contabilidad de emisiones de GEI.

Una de las metodologías para la cuantificación de emisiones de GEI es la norma ISO 14064, parte 1<sup>13</sup>. Esta norma fue desarrollada de acuerdo con el protocolo *Greenhouse Gas Protocol (GHG Protocol)*<sup>2</sup>. El *GHG Protocol*, del *World Resources Institute* y el *World Business Council for Sustainable Development*, es uno de los protocolos más utilizados a escala internacional para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de GEI. Ambos documentos constituyen las referencias más importantes en esta materia.

La huella de carbono también se aplica para estimar el impacto en emisiones de gases de efecto invernadero para actividades determinadas, como puede ser un acontecimiento.

---

<sup>13</sup> Norma UNE-ISO 14064-1. Gases de efecto invernadero. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

<sup>2</sup> Véase: [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org).

Asimismo, el término huella de carbono también se aplica a productos, en este caso las metodologías de estimación se basan en análisis de ciclo de vida.

## 1.3 Categorías de emisiones de GEI en organizaciones

Las emisiones de GEI asociadas a una actividad se pueden clasificar según se trate de emisiones directas o emisiones indirectas.

- Las emisiones directas son emisiones de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad.
- Las emisiones indirectas son emisiones que son consecuencia de las actividades que realiza el sujeto, pero que tienen lugar en fuentes que posee o controla otro sujeto.

En concreto, se pueden definir tres alcances según las emisiones a las que nos referimos:

### 1. Alcance 1: Emisiones directas

Incluye las emisiones directas que proceden de fuentes que posee o controla el sujeto que genera la actividad. Por ejemplo, este grupo incluye las emisiones de la combustión de calderas y de vehículos, etc. que el propio sujeto posee o controla.

### 2. Alcance 2: Emisiones indirectas de la generación de electricidad y de calor

Comprende las emisiones derivadas del consumo de electricidad y de calor, vapor o frío. Las emisiones de la electricidad y el calor, vapor o frío adquiridos se producen físicamente en la instalación donde la electricidad o el calor son generados. Estas instalaciones productoras son diferentes de la organización de la cual se estiman las emisiones.

### 3. Alcance 3: Otras emisiones indirectas

Incluye el resto de emisiones indirectas. Las emisiones de alcance 3 son consecuencia de las actividades del sujeto, pero provienen de fuentes que no son poseídas o controladas por el sujeto. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos, los viajes de trabajo, el transporte

de materias primas, de combustibles y de productos (por ejemplo, actividades logísticas) o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.

La Figura 1 representa de forma esquemática qué emisiones incluyen los tres alcances de tipos de emisiones de GEI, y cuáles son las emisiones que pueden calcularse con la Guía.

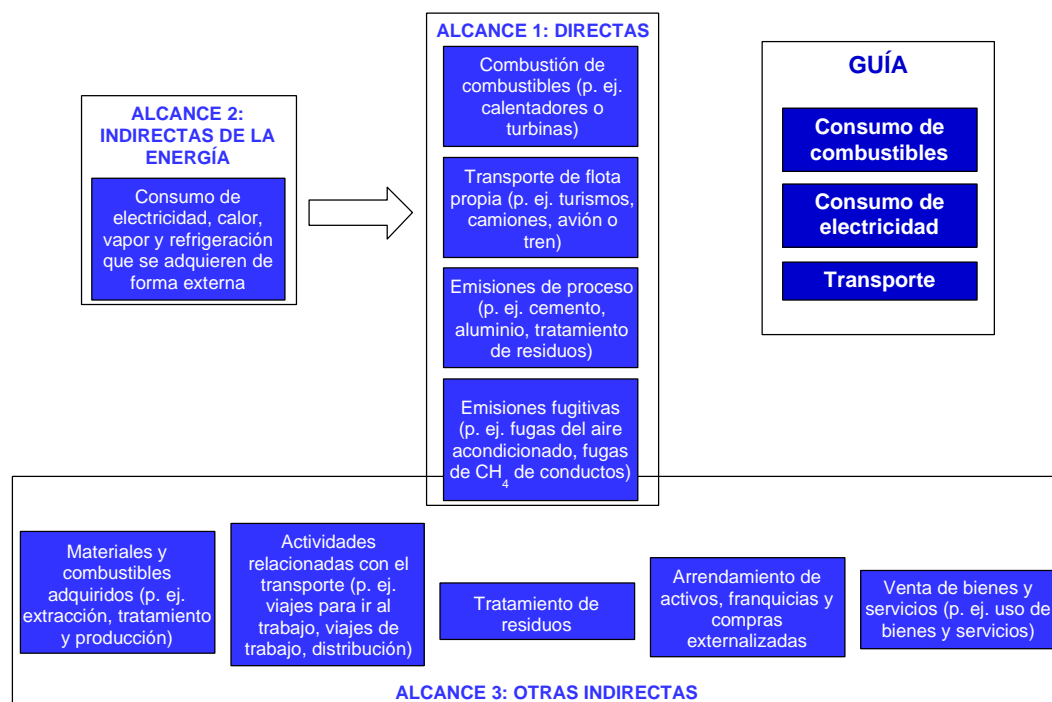


Figura 1. Clasificación de las emisiones de GEI y emisiones que se calculan con la Guía

- Las emisiones de **alcance 1** incluyen las emisiones derivadas de la combustión de combustibles, el transporte de flota propia y otras emisiones como las emisiones de proceso<sup>14</sup> (por ejemplo, las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en el proceso de descarbonatación del carbonato cálcico para la producción de clínker en una cementera) y las emisiones fugitivas (por ejemplo, las emisiones de gases fluorados procedentes de posibles escapes de los equipos de refrigeración). Respecto al transporte con flota propia, se incluyen las emisiones de la flota que es propiedad de la organización que realiza el cálculo, y se recomienda incluir las

<sup>14</sup> Emisiones de proceso: emisiones de GEI, distintas de las emisiones de combustión, producidas como resultado de reacciones, intencionadas o no, entre sustancias, o su transformación, incluyendo la reducción química o electrolítica de minerales metálicos, la descomposición térmica de sustancias y la formación de sustancias para utilizarlas como productos o materias primas para procesos. Se excluyen las emisiones de CO<sub>2</sub> que proceden de procesos químicos o físicos a partir de la biomasa (por ejemplo: fermentación de uva para producir etanol, tratamiento aeróbico de residuos, otros).

emisiones de la flota no propia pero de las que la organización tiene el control de la gestión, y, por lo tanto, puede incidir en la reducción de sus emisiones.

- Las emisiones de **alcance 2** incluyen las emisiones derivadas del consumo eléctrico y las del consumo de calor, vapor y refrigeración que se adquieren externamente.
- Las emisiones de **alcance 3** incluyen el resto de emisiones indirectas, como pueden ser las emisiones derivadas de la adquisición de materiales y combustibles, el tratamiento de residuos, las compras externalizadas, la venta de bienes y servicios y las actividades relacionadas con el transporte. Respecto al transporte, incluye las emisiones de los viajes externos referentes a los viajes comerciales, las operaciones de distribución y los desplazamientos *in itinere*. Se entiende que son viajes externos porque se realizan en una flota que no es propia. Adicionalmente, se recomienda excluir las emisiones del transporte de la flota no propia de la que se tiene el control de la gestión, que serían consideradas emisiones de alcance 1.

## 1.4 Emisiones cubiertas por la Directiva de comercio y emisiones difusas

La Directiva 2009/29/CE, que modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, tiene como objetivo conseguir una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el año 2020 como mínimo en un 20% respecto a los niveles de 1990, por lo que los derechos de emisión asignados a las instalaciones en el régimen del comercio deben situarse, en su conjunto, por debajo del 21% desde el momento actual hasta el año 2020 respecto a los niveles de 2005.

En este sentido, las emisiones de GEI pueden clasificarse en emisiones cubiertas por la Directiva de comercio de derechos de emisión y emisiones no cubiertas por la Directiva de comercio de derechos de emisión (conocidas como emisiones difusas). Cuando nos referimos a mitigación, cualquier tonelada reducida es útil y necesaria, pero la distinción entre emisiones cubiertas por la Directiva y emisiones difusas puede ser de utilidad para facilitar análisis posteriores.

# 2

## Energía

### 2.1 Consumo eléctrico

#### Factores de emisión

- Para calcular las emisiones asociadas, debe aplicarse un factor de emisión de CO<sub>2</sub> atribuible al suministro eléctrico –también conocido como *mix eléctrico* (g de CO<sub>2</sub>/kWh)– que representa las emisiones asociadas a la generación eléctrica conectada a la red nacional necesaria para cubrir el consumo. En Cataluña, la electricidad que consumimos, y que no hemos autogenerado, proviene de la red eléctrica peninsular, sin poder distinguir exactamente en qué planta de generación de electricidad se ha producido la electricidad importada. Por lo tanto, el mix que recomendamos utilizar es el valor del mix peninsular que refleje las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en la península para producir la electricidad de la red, y que tiene en cuenta que existen unas pérdidas de electricidad que se asocian al transporte y a la distribución. El mix eléctrico del año 2010 es de 181 g CO<sub>2</sub>/kWh<sup>15</sup>

Cabe remarcar que las emisiones asociadas al consumo eléctrico son emisiones cubiertas por la Directiva de comercio de derechos de emisión de GEI.

#### EJEMPLO DE CONSUMO ELÉCTRICO

Una residencia de ancianos, con un consumo eléctrico anual de 38.000 kWh, introduce medidas para el ahorro de consumo de energía, como por ejemplo la iluminación de bajo consumo y equipos de climatización y electrodomésticos eficientes, lo que representa un ahorro del consumo eléctrico del 8 %. ¿Qué reducción de emisiones resulta de ello?

INICIALMENTE	FINALMENTE
Consumo energético = 38.000 kWh/año	Consumo energético = 38.000 - (38.000 x 0,08) = 34.960 kWh/año
Emisiones de CO <sub>2</sub> = (38.000 kWh/año x 181 g de CO <sub>2</sub> /kWh) = 6.878.000 g de CO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (34.960 kWh/año x 181 g de CO <sub>2</sub> /kWh) = 6.327.760 g de CO <sub>2</sub> /año

<sup>15</sup> Cálculo de la OCCC con los últimos datos disponibles (Observatorio de la electricidad). Este es el mix peninsular que tiene en cuenta las pérdidas en transporte y distribución, y el consumo del sector energético.

[http://www.wwf.es/que\\_hacemos/cambio\\_climatico/nuestras\\_soluciones/energias\\_renovables/observatorio\\_de\\_la\\_electricidad/](http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/nuestras_soluciones/energias_renovables/observatorio_de_la_electricidad/)

Por lo tanto, el ahorro de emisiones es de:

$6.878.000 \text{ g de CO}_2 - 6.327.760 \text{ g CO}_2 = 550.240 \text{ g de CO}_2/\text{año}$  (0,550 t de CO<sub>2</sub>/año)

## 2.2 Consumo de combustibles fósiles

### Factores de emisión

- Las unidades varían según el tipo de combustible:
  - Gas natural (m<sup>3</sup>)
  - Gas butano (kg o número de bombonas)
  - Gas propano (kg o número de bombonas)
  - Gasoil (litros)
  - Fuel (kg)
  - GLP genérico (kg)
  - Carbón (kg) nacional y de importación
  - Coque de petróleo (kg)
  
- Los factores de conversión para transformar las unidades de masa o volumen en unidades de energía, según el tipo de combustible, que representan el valor calorífico de los combustibles son los siguientes:

COMBUSTIBLE	FACTOR DE CONVERSIÓN <sup>16</sup>
Gas natural (m <sup>3</sup> )	10,65 kWh/Nm <sup>3</sup> de gas natural <sup>6</sup>
Gas butano (kg)	12,44 kWh/kg de gas butano
Gas propano (kg)	12,83 kWh/kg de gas propano
Gasoil (litros)	11,78 kWh/kg de gasoil
Fuel (kg)	11,16 kWh/kg de fuel
GLP genérico (kg)	12,64 kWh/kg de GLP genérico
Carbón nacional (kg)	5,70 kWh/kg de carbón nacional
Carbón de importación (kg)	7,09 kWh/kg de carbón de importación
Coque de petróleo (kg)	9,03 kWh/kg de coque de petróleo

<sup>16</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del anexo 8 del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)* y datos del anexo I del *Plan de Energías Renovables en España 2005-2010*. El dato de kWh es según PCI (poder calorífico inferior). <sup>6</sup> Metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de gas natural en condiciones normales de presión y temperatura

- Para calcular las emisiones asociadas, debe aplicarse el factor de emisión que corresponda, de acuerdo con los datos siguientes:

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN <sup>17</sup>
Gas natural (m <sup>3</sup> )	2,15 kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> de gas natural
Gas butano (kg)	2,96 kg CO <sub>2</sub> /kg de gas butano
Gas butano (número de bombonas)	37,06 kg CO <sub>2</sub> /bombona (considerando 1 bombona de 12,5 kg)
Gas propano (kg)	2,94 kg CO <sub>2</sub> /kg de gas propano
Gas propano (número de bombonas)	102,84 kg CO <sub>2</sub> /bombona (considerando 1 bombona de 35 kg)
Gasoil (litros)	2,79 kg CO <sub>2</sub> /l de gasoil <sup>8</sup>
Fuel (kg)	3,05 kg CO <sub>2</sub> /kg de fuel
GLP genérico (kg)	2,96 kg CO <sub>2</sub> /kg de GLP genérico
Carbón nacional (kg)	2,30 kg CO <sub>2</sub> /kg de carbón nacional
Carbón de importación (kg)	2,53 kg CO <sub>2</sub> /kg de carbón de importación
Coque de petróleo (kg)	3,19 kg CO <sub>2</sub> /kg de coque de petróleo

## EJEMPLO DE GAS NATURAL

Una vivienda con un consumo de gas natural de 100 m<sup>3</sup>/mes cambia la caldera por otra más eficiente, lo que supone un ahorro del 5 % del consumo total de gas natural. Para obtener la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> asociada, debe efectuarse el cálculo siguiente:

INICIALMENTE	FINALMENTE
Consumo energético = 100 m <sup>3</sup> de gas natural/mes	Consumo energético = 100 - (100 x 0,05) = 95 m <sup>3</sup> de gas natural/mes

<sup>17</sup> Fuente: Elaboración propia a partir de datos del anexo 8 del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*.

<sup>8</sup> Densidad del gasoil C a 15 °C: 900 kg/m<sup>3</sup> (Real decreto 1088/2010).



$$\text{Emisiones de CO}_2 = (100 \text{ m}^3 \times 2,15 \text{ kg/m}^3) = 215,00 \text{ kg de CO}_2/\text{mes}$$

$$\text{Emisiones de CO}_2 = (95 \text{ m}^3 \times 2,15 \text{ kg/m}^3) = 204,25 \text{ kg de CO}_2/\text{mes}$$

Por lo tanto, el ahorro de emisiones es de:

$$215,00 \text{ kg de CO}_2 - 204,25 \text{ kg de CO}_2 = 10,75 \text{ kg de CO}_2/\text{mes};$$

$$10,75 \text{ kg de CO}_2/\text{mes} \times 12 = 129,00 \text{ kg CO}_2/\text{año} (0,129 \text{ t de CO}_2/\text{año})$$

## EJEMPLO DE GASOIL

Una vivienda con un consumo de gasoil para calefacción de 1.000 litros/año cambia de combustible; se conecta a la red de gas natural y pasa a tener un consumo de 931 m<sup>3</sup> de gas natural/año. Para obtener la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> asociada, debe efectuarse el cálculo siguiente:

INICIALMENTE	FINALMENTE
Consumo energético = 1.000 litros de gasoil/año	Consumo energético = 931 m <sup>3</sup> de gas natural/año
Emisiones de CO <sub>2</sub> = (1.000 l/año x 2,79 kg/l) = 2.790,00 kg de CO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (931 m <sup>3</sup> /año x 2,15 kg/Nm <sup>3</sup> ) = 2.001,65 kg CO <sub>2</sub> /año

Por lo tanto, el ahorro de emisiones es de:

$$2.790,00 \text{ kg CO}_2 - 2.001,65 \text{ kg CO}_2 = 788,35 \text{ kg CO}_2/\text{año} (0,788 \text{ t CO}_2/\text{año})$$

## 2.3 Biomasa<sup>18</sup>

### Factores de emisión<sup>19</sup>

- La utilización de la biomasa pura<sup>20</sup> como combustible tiene unas emisiones consideradas neutras, en el sentido de que el CO<sub>2</sub> emitido en la combustión ha sido absorbido previamente de la atmósfera. Por lo tanto, se aplicará a la biomasa pura un factor de emisión de cero (t CO<sub>2</sub>/TJ o t o Nm<sup>3</sup>). A título informativo, el anexo 2 incluye una lista de materiales que se consideran biomasa pura con un factor de emisión de cero (t CO<sub>2</sub>/TJ o t o Nm<sup>3</sup>).<sup>12</sup>

### EJEMPLO DE BIOMASA

Una industria del sector cerámico, con un consumo de gas natural de 3,5 millones de m<sup>3</sup>, instala una caldera de biomasa alimentada con cáscara de arroz y maíz, la cual le permite autoabastecerse energéticamente en un 15 %. Para obtener la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> asociada, debe efectuarse el cálculo siguiente:

INICIALMENTE	FINALMENTE
Consumo energético = 3.500.000 m <sup>3</sup> de gas natural/año	Consumo energético = 3.500.000 - (3.500.000 x 0,15) = 2.975.000 m <sup>3</sup> de gas natural/año
Emisiones de CO <sub>2</sub> = (3.500.000 m <sup>3</sup> x 2,15 kg/Nm <sup>3</sup> ) = 7.525.000 kg de CO <sub>2</sub> /año	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (2.975.000 m <sup>3</sup> x 2,15 kg/Nm <sup>3</sup> ) = 6.396.250 kg de CO <sub>2</sub> /año

Por lo tanto, el ahorro de emisiones es de:

7.525.000 kg de CO<sub>2</sub>/año - 6.396.250 kg de CO<sub>2</sub>/año = 1.128.750 kg de CO<sub>2</sub>/año (1.128,75 t de CO<sub>2</sub>/año)

<sup>18</sup> Por *biomasa* entendemos el material orgánico no fosilizado y biodegradable que procede de plantas, animales y microorganismos, incluidos productos, subproductos, residuos y residuos de la agricultura, la silvicultura y las industrias relacionadas, las fracciones orgánicas no fosilizadas y biodegradables de residuos industriales y municipales, y también los gases y líquidos recuperados de la descomposición de material orgánico no fosilizado y biodegradable. <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:229:0001:0085:ES:PDF>

<sup>19</sup> Debe recordarse que esta metodología de cálculo de las emisiones no incorpora, cuando hablamos de biocombustibles, las emisiones asociadas que pueden derivarse de ello en su ciclo de vida.

<sup>20</sup> Se entiende que un combustible o material es biomasa pura cuando está compuesto como mínimo de un 97 % (en masa) de carbono de biomasa en la cantidad total de carbono presente en el combustible o material: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:229:0001:0085:ES:PDF> <sup>12</sup> Punto 9 del anexo 1 de la Decisión de la Comisión 2004/156/CE: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:059:0001:0074:ES:PDF>.

## 2.4 Energía renovable

### 2.4.1 Energía renovable destinada al autoconsumo

- El uso de energía renovable destinada únicamente al autoconsumo repercute directamente en una reducción del consumo energético (de la red eléctrica general y/o de combustibles fósiles).

#### EJEMPLO

Un club de natación con unas necesidades térmicas totales de 382.800 kWh anuales (las cuales inicialmente se cubren con una caldera de gas natural) lleva a cabo la instalación de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y para la climatización de la piscina cubierta, lo que supone una producción de 79.000 kWh/año. Para obtener la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> asociada, debe efectuarse el cálculo siguiente:

INICIALMENTE	FINALMENTE
Consumo energético = $382.800 \text{ kWh/año} \times 1 \text{ Nm}^3/10,65 \text{ kWh} =$ $35.943,66 \text{ m}^3 \text{ de gas natural/año}$	Consumo energético = $382.800 - 79.000 =$ $303.800 \text{ kWh/año}; 303.800 \text{ kWh/año} \times 1$ $\text{Nm}^3/10,65 \text{ kWh} = 28.525,82 \text{ m}^3 \text{ de gas}$ $\text{natural/año}$
Emisiones de CO <sub>2</sub> = $(35.934,26 \text{ m}^3 \times 2,15$ $\text{kg/Nm}^3) = 77.278,87 \text{ kg de}$ $\text{CO}_2/\text{año}$	Emisiones de CO <sub>2</sub> = $(28.518,36 \text{ m}^3 \times 2,15$ $\text{kg/Nm}^3) = 61.330,52 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$

Por lo tanto, el ahorro de emisiones es de:

$77.278,87 \text{ kg de CO}_2/\text{año} - 61.330,52 \text{ kg CO}_2/\text{año} = 15.948,36 \text{ kg de CO}_2/\text{año}$  (15,95 t de CO<sub>2</sub>/año).

### 2.4.2 Energía renovable conectada a la red eléctrica

- La producción de energía renovable (por ejemplo, la instalación solar fotovoltaica o la energía eólica) que se conecta a la red eléctrica implica una reducción de emisiones a los efectos de la totalidad de la generación eléctrica peninsular, es decir, el mix eléctrico disminuye proporcionalmente.

Dicha actuación permite reducir las emisiones cubiertas por la Directiva de comercio de derechos de emisión, pero en ningún caso computa para la reducción de emisiones difusas.

# 3

## Transporte

### 3.1 Turismos

#### 3.1.1 Transporte de pasajeros

Según los datos disponibles, el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los automóviles (turismos) puede realizarse de forma diferente. En esta propuesta, en concreto, se incluye la metodología de cálculo para tres tipos de datos:<sup>21</sup>

- A.** Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos; o, si no disponemos de este dato, opción B.
- B.** Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible (diésel o gasolina); o, si tampoco disponemos de este dato, opción C.
- C.** Kilómetros recorridos y marca y modelo del automóvil (diésel o gasolina).

También se incluyen factores de emisión útiles cuando el dato disponible es la distancia recorrida y no se conoce la marca y modelo del automóvil.

<b>A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos</b>	
<b>DATOS DISPONIBLES</b>	<b>METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN</b>

<sup>21</sup> Se considera que la metodología más adecuada es la que utiliza como fuente de datos los litros de combustible, seguida de la de euros gastados en combustible, y, finalmente, el cálculo a partir de los kilómetros y la marca y modelo exacto del vehículo.

<p>Consumo de combustible (<b>litros</b> diésel o gasolina)</p>	<p>Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de emisión siguientes:<sup>22</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>15</sup>  Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>16</sup>  Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO<sub>2</sub> /litro</li> </ul>
---	--

<sup>22</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*; densidad del gasoil a 15 °C= 833 kg/m<sup>3</sup>, densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m<sup>3</sup> (Elaboración propia a partir del Real decreto 1088/2010). <sup>15</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor. <sup>16</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo.

B. Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN
Coste económico del consumo de combustible (diésel o gasolina) (euros)	<p><b>1.º</b> Cálculo de los litros consumidos:</p> <p>De forma orientativa, para Cataluña pueden utilizarse los datos siguientes<sup>23</sup>:</p> <p>Año 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina 95: 117,1 céntimos €/l</li> <li>Gasolina 98: 128,8 céntimos €/l</li> <li>Diésel: 108,5 céntimos €/l</li> </ul> <p><b>2.º</b> Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de emisión siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>18</sup> Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>19</sup> Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> </ul>

C. Kilómetros recorridos y marca y modelo del automóvil (diésel o gasolina)	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN
Kilómetros recorridos y marca y modelo exacto del vehículo	<p>Cálculo directo de las emisiones de CO<sub>2</sub> (g CO<sub>2</sub>/km):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Factores de conversión de la guía IDAE según la marca y el modelo del vehículo (última edición, para vehículos nuevos)</li> </ul> <p><a href="http://www.idae.es/coches/">http://www.idae.es/coches/</a></p>

<sup>23</sup> Elaboración propia a partir de

<http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> y <http://geoportal.mityc.es/hidrocarburos/eess/>. El dato del precio del combustible de automoción varía según la comunidad autónoma. Si se dispone del dato de la comunidad autónoma donde se ha recargado combustible, deben aplicarse los datos del Anexo 5. <sup>18</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor. <sup>19</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo.

Igualmente, si el dato disponible es la distancia recorrida (km), se pueden utilizar los siguientes factores de emisión<sup>24</sup>.

COMBUSTIBLE DEL VEHÍCULO	CILINDRADA	Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO <sub>2</sub> /km)		
		URBANO	RURAL	INTERURBANO
Gasolina	< 1,4 l	192,12	136,90	154,18
	1,4 – 2.01 l	232,78	159,65	170,99
	> 2.01 l	310,19	191,85	217,95
Diésel	< 2 l	199,81	135,56	157,73
	> 2 l	246,06	170,51	198,71
Híbrido	Cualquiera	103,43	100,13	127,29

Las emisiones en función de la distancia recorrida varían en función de múltiples factores, como por ejemplo las características del vehículo y la velocidad de la vía. Esta tabla presenta los factores de emisión (g CO<sub>2</sub>/km) de forma agregada. Los factores de emisión más específicos están disponibles en el Anexo 3.

### 3.1.2 Transporte de mercancías

La metodología de cálculo que se propone para el transporte de mercancías en automóviles (turismos) es la misma que la del cálculo de emisiones de transporte de pasajeros (apartado 3.1.1). En este sentido, se considera que las emisiones asociadas al transporte de cualquier mercancía en este medio coinciden con sus emisiones totales.

<sup>24</sup> Font de dades: Elaboració pròpia a partir de dades per a l'elaboració de l'Inventari nacional i amb la metodologia Corinair 2009. El tipo de recorrido urbano corresponde a vías con una velocidad aproximada de 30 km/h, el rural de 60 km/h (carreteras convencionales) i el interurbano a vías donde el límite de velocidad es alrededor de los 100 – 120 km/h (autopistas / autovías). <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport.pdf>



## 3.2 Camión, camioneta y furgoneta

### 3.2.1 Transporte de pasajeros

Del mismo modo que con los turismos, la metodología de cálculo es diferente según el tipo de datos disponibles:<sup>21</sup>

A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN
Consumo de combustible (litros diésel o gasolina)	<p>Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de emisión siguientes:<sup>22</sup></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>23</sup> Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>24</sup> Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> </ul>

<sup>21</sup> Se considera que la metodología más adecuada es la que utiliza como fuente de datos los litros de combustible, seguida de la de euros gastados en combustible.

<sup>22</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*; densidad del gasoil a 15 °C = 833 kg/m<sup>3</sup>, densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m<sup>3</sup> (Real decreto 61/2006).

<sup>23</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor.

<sup>24</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo.

B. Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible (diésel o gasolina)	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN

<p>Coste económico del consumo de combustible (diésel o gasolina) (euros)</p>	<p><b>1º</b> Cálculo de los litros consumidos (céntimos €/litro):</p> <p>De forma orientativa, para Cataluña pueden utilizarse los datos siguientes<sup>25</sup>:</p> <p>Año 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina 95: 117,1 céntimos €/l</li> <li>• Gasolina 98: 128,8 céntimos €/l</li> <li>• Diésel: 108,5 céntimos €/l</li> </ul> <p><b>2.º</b> Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de conversión siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>26</sup></li> </ul> <p>Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO<sub>2</sub>/litro</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>27</sup></li> </ul> <p>Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO<sub>2</sub>/litro</p>
---	---

Igualmente, si el dato disponible es la distancia recorrida (km), se pueden utilizar los siguientes factores de emisión<sup>26</sup>.

VEHÍCULO	TIPO		Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO <sub>2</sub> /km)		
			URBANO	RURAL	INTERURBANO
Camión diésel	Rígido	<= 14t	539,70	394,98	490,73
		>14t	1103,49	717,04	663,01
	Articulado	<= 34 t	1011,06	646,96	579,96
		>34 t	1506,13	947,43	791,44

<sup>25</sup> Elaboración propia a partir de <http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> y <http://geoportal.mityc.es/hidrocarburos/eess/>. El dato del precio del combustible de automoción varía según la comunidad autónoma. Si se dispone del dato de la comunidad autónoma donde se ha recargado combustible, deben aplicarse los datos del Anexo 5. <sup>26</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor. <sup>27</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo.

<sup>26</sup> Font de dades: Elaboració pròpia a partir de dades per a l'elaboració de l'Inventari nacional i amb la metodologia Corinair 2009. El tipo de recorrido urbano corresponde a vías con una velocidad aproximada de 30 km/h, el rural de 60 km/h (carreteras convencionales) i el interurbano a vías donde el límite de velocidad es alrededor de los 100 – 120 km/h (autopistas / autovías). <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport.pdf>

Ligero	Gasolina	Cualquiera	365,27	207,32	220,36
	Diésel	Cualquiera	287,14	194,74	282,47

Las emisiones en función de la distancia recorrida varían en función de múltiples factores, como por ejemplo las características del vehículo y la velocidad de la vía. Esta tabla presenta los factores de emisión (g CO<sub>2</sub>/km) de forma agregada. Los factores de emisión más específicos están disponibles en el Anexo 3.

### 3.2.2 Transporte de mercancías

La metodología de cálculo que se propone para el transporte de mercancías en camión, camioneta y furgoneta es la misma que la del cálculo de emisiones de transporte de pasajeros (apartado 3.2.1). En este sentido, se considera que las emisiones asociadas al transporte de cualquier mercancía en estos medios coinciden con sus emisiones totales, independientemente de la carga total transportada. Debe tenerse en cuenta que esta aproximación se puede hacer en los casos en que la carga total del camión, camioneta o furgoneta sea lo más parecida posible a la carga transportada para la cual se quieren estimar las emisiones. Cuanto más parecidas sean las cargas, mayor consistencia tendrá la estimación de las emisiones. Igualmente, si se dispone del dato de qué porcentaje de la carga total supone la carga transportada, las emisiones asociadas se reducen proporcionalmente.

## 3.3 Motocicletas

### 3.3.1 Transporte de pasajeros

Del mismo modo que con los turismos, la metodología de cálculo es diferente según el tipo de datos disponibles:<sup>29</sup>

A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos	
FUENTE DE LOS DATOS	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN

Consumo de combustible ( <b>litros gasolina</b> )	Cálculo de las emisiones de CO <sub>2</sub> a partir del siguiente factor de emisión: <sup>30</sup> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> </ul>
---	---

<b>B. Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible</b>	
<b>DATOS DISPONIBLES</b>	<b>METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN</b>
Coste económico del consumo de combustible (gasolina) ( <b>euros</b> )	<p><b>1.º</b> Cálculo de los litros consumidos (céntimos €/litro):</p> <p>De forma orientativa, para Cataluña pueden utilizarse los datos siguientes<sup>31</sup>:</p> <p>Año 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina 95: 117,1 céntimos €/l</li> <li>Gasolina 98: 128,8 céntimos €/l</li> </ul> <p><b>2.º</b> Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir del siguiente factor de emisión:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gasolina: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> </ul>

<sup>29</sup> Se considera que la metodología más adecuada es la que utiliza como fuente de datos los litros de combustible, seguida de la de euros gastados en combustible.

<sup>30</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*; densidad del gasoil a 15 °C = 833 kg/m<sup>3</sup>, densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m<sup>3</sup> (Elaboración propia a partir del Real decreto 1088/2010).

<sup>31</sup> Elaboración propia a partir de <http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> y <http://geoportal.mityc.es/hidrocarburos/eess/>. El dato del precio del combustible de automoción varía según la comunidad autónoma. Si se dispone del dato de la comunidad autónoma donde se ha recargado combustible, deben aplicarse los datos del Anexo 5.

Igualmente, si el dato disponible es la distancia recorrida (km), se pueden utilizar los siguientes factores de emisión<sup>27</sup>.

<b>VEHÍCULO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO<sub>2</sub>/km)</b>		
		<b>URBANO</b>	<b>RURAL</b>	<b>INTERURBANO</b>

<sup>27</sup> Font de dades: Elaboració pròpia a partir de dades per a l'elaboració de l'Inventari nacional i amb la metodologia Corinair 2009. El tipo de recorrido urbano corresponde a vías con una velocidad aproximada de 30 km/h, el rural de 60 km/h (carreteras convencionales) i el interurbano a vías donde el límite de velocidad es alrededor de los 100 – 120 km/h (autopistas / autovías). <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport.pdf>

Ciclomotor	Convencional	79,58	-	-
	Media clases Euro	39,87	-	-
Motocicleta	2 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup>	105,22	82,78	124,73
	4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup>	83,03	77,86	108,35
	4 Tiempos 250-750 cm <sup>3</sup>	134,71	104,23	134,99
	4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup>	169,37	122,91	146,40

Las emisiones en función de la distancia recorrida varían en función de múltiples factores, como por ejemplo las características del vehículo y la velocidad de la vía. Esta tabla presenta los factores de emisión (g CO<sub>2</sub>/km) de forma agregada. Los factores de emisión más específicos están disponibles en el Anexo 3.

### 3.3.2 Transporte de mercancías

La metodología de cálculo que se propone para el transporte de mercancías en motocicleta es la misma que la del cálculo de emisiones de transporte de pasajeros (apartado 3.3.1). En este sentido, se considera que las emisiones asociadas al transporte de cualquier mercancía en este medio coinciden con sus emisiones totales.

## 3.4 Autobuses y autocares

Para autobuses o autocares de gasolina, diésel, biocombustible o gas natural, los factores de emisión de CO<sub>2</sub> según el combustible son<sup>33</sup>:

A. Litros de combustible (diésel o gasolina) consumidos	
DATOS DISPONIBLES	METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN

Consumo de combustible ( <b>litros</b> diésel o gasolina)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de conversión siguientes:<sup>34</sup></li> <li>• Gasolina 95 o 98: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>35</sup></li> <li>• Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de 2,38 – (0,05 x 2,38) = 2,26 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>36</sup></li> <li>• Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son = 2,61 – (0,3 x 2,61) = 1,83 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Gas natural: 2,71 kg de CO<sub>2</sub>/kg gas natural<sup>37</sup></li> </ul>
---	--

<sup>33</sup> Se considera que la metodología más adecuada es la que utiliza como fuente de datos los litros de combustible, seguida de la de euros gastados en combustible.

<sup>34</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos del *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*; densidad del gasoil a 15 °C= 833 kg/m<sup>3</sup>, densidad de la gasolina a 15 °C = 748 kg/m<sup>3</sup> (Elaboración propia a partir del Real decreto 1088/2010). <sup>35</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor.

<sup>36</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo. <sup>37</sup> Fuente de datos: *Informe Inventarios GEI 1990-2008 (2010)*

<b>B. Cuantía económica (euros) asociada al consumo de combustible</b>	
<b>DATOS DISPONIBLES</b>	<b>METODOLOGÍA DEL CÁLCULO Y FACTOR DE EMISIÓN</b>

<p>Coste económico del consumo de combustible (diésel o gasolina) (euros)</p>	<p><b>1.º Cálculo de los litros consumidos:</b></p> <p>De forma orientativa, para Cataluña pueden utilizarse los datos siguientes<sup>28</sup>:</p> <p>Año 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina 95: 117,1 céntimos €/l</li> <li>• Gasolina 98: 128,8 céntimos €/l</li> <li>• Diésel: 108,5 céntimos €/l</li> </ul> <p><b>2.º Cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> a partir de los factores de conversión siguientes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gasolina: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Diésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro</li> <li>• Bioetanol: 2,38 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % bioetanol<sup>39</sup></li> </ul> <p>Si utilizamos bioetanol 5, el combustible tiene un 5 % de bioetanol (y un 95 % de gasolina 95) y las emisiones asociadas son de <math>2,38 - (0,05 \times 2,38) = 2,26</math> kg de CO<sub>2</sub>/litro</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiésel: 2,61 kg de CO<sub>2</sub>/litro - % biodiésel<sup>40</sup></li> </ul> <p>Si utilizamos biodiésel-30, significa que tiene un 30 % de biodiésel (y un 70 % de diésel) y las emisiones asociadas son <math>= 2,61 - (0,3 \times 2,61) = 1,83</math> kg de CO<sub>2</sub>/litro</p>
---	---

Igualmente, si el dato disponible es la distancia recorrida (km), se pueden utilizar los siguientes factores de emisión<sup>41</sup>.

VEHÍCULO	CLASIFICACIÓN	Emisiones en función del tipo de recorrido (g CO <sub>2</sub> /km)		
		URBANO	URBANO	URBANO
Autocar diésel	Estándar <= 18 t	1150,55	666,23	588,49
	3 ejes > 18 t	1323,15	756,60	661,35

Las emisiones en función de la distancia recorrida varían en función de múltiples factores, como por ejemplo las características del vehículo y la velocidad de la vía.

<sup>28</sup> Elaboración propia a partir de <http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> y <http://geoportal.mityc.es/hidrocarburos/eess/>. El dato del precio del combustible de automoción varía según la comunidad autónoma. Si se dispone del dato de la comunidad autónoma donde se ha recargado combustible, deben aplicarse los datos del Anexo 5. <sup>39</sup> El porcentaje de bioetanol del combustible puede ser del 5 %, 10 % u 85 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 5 %, ya que el bioetanol 5 % es válido para todos los vehículos con motor de gasolina, sin necesidad de cambios en el motor. <sup>40</sup> El porcentaje de biodiésel del combustible puede ser del 10 %, 30 %, 50 %, 70 % o 100 %. Si no se dispone de este dato, se considera por defecto un 30 %, ya que esta mezcla se utiliza a menudo.

Esta tabla presenta los factores de emisión (g CO<sub>2</sub>/km) de forma agregada. Los factores de emisión más específicos están disponibles en el Anexo 3.

Para calcular las emisiones asociadas a los **autobuses urbanos** de gas natural, se aplica el factor siguiente:

MODO	FACTOR DE EMISIÓN (g de CO <sub>2</sub> /pasajero x km) <sup>42</sup>
AUTOBÚS URBANO	125,52

Cabe destacar que el factor de emisión asociado al autobús urbano es un dato medio a partir de datos reales de consumo de combustible de toda la flota (diésel, biodiésel y gas natural), distancia y número de pasajeros, para todos los días de la semana y todas las franjas horarias. Este es un factor medio, ya que el factor de emisión varía según si es día laborable o festivo y según la franja horaria, donde el factor de ocupación varía. En este sentido, hay que destacar que el autobús urbano es un medio de transporte público con otros beneficios para la ciudadanía, como hacer posible la conexión entre zonas en las cuales no es posible un modo de transporte alternativo, o beneficios asociados a la descongestión y la mejora de la calidad del aire derivada de la disminución de otros modos de transporte privados.

<sup>41</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos para la elaboración del Inventario nacional y con la metodología Corinair 2009. El tipo de recorrido urbano corresponde a vías con una velocidad aproximada de 30 km/h, el rural de 60 km/h (carreteras convencionales) i el interurbano a vías donde el límite de velocidad es alrededor de los 100 – 120 km/h (autopistas / autovías). <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidancechapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport.pdf>

<sup>42</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de datos de 2009 de Transports metropolitans de Barcelona.

### 3.5 Transporte marítimo

Los factores de emisión de CO<sub>2</sub> según el combustible son:

COMBUSTIBLE	FACTOR DE EMISIÓN <sup>29</sup>
Diésel / Gasoil	3,206 kg CO <sub>2</sub> /kg gasoil

<sup>29</sup> Fuente de datos: Elaboración propia a partir de *Directrices para la utilización voluntaria del indicador operacional de la eficiencia energética del buque (EEOI)*. MEPC.1/Circ. 684. <http://www.imo.org>



Fueloil ligero	3,151 kg CO <sub>2</sub> /kg fueloil ligero
Fueloil pesado	3,114 kg CO <sub>2</sub> /kg fueloil pesado
Gas licuado de petróleo (GLP)	3,015 kg CO <sub>2</sub> /kg GLP
Gas natural licuado (GNL)	2,750 kg CO <sub>2</sub> /kg GNL

## 3.6 Aviación

Las emisiones asociadas a los viajes en avión se estiman, por cada tipo de avión, según distintos parámetros como la distancia recorrida (kilómetros), la altura de despegue y la altura de navegación, entre otros. Por lo tanto, las emisiones asociadas no son proporcionales a los kilómetros recorridos. La Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO en inglés) ha desarrollado una calculadora de emisiones de CO<sub>2</sub> de los viajes aéreos basada en una metodología específica. De acuerdo con la ICAO, dicha metodología aplica los mejores datos disponibles de forma pública, y tiene en consideración distintos factores, como por ejemplo el tipo de avión, los datos específicos de la ruta, los factores de carga de los pasajeros y la carga transportada.<sup>30</sup>

La calculadora de emisiones de CO<sub>2</sub> de la ICAO está disponible en: <http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx>. El procedimiento de utilización y las consideraciones que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

- En el campo *From*, debe introducirse el aeropuerto de origen. Si el usuario introduce el nombre de la ciudad de origen, aparece un desplegable con el código de los aeropuertos asociados a la ciudad, donde debe seleccionarse el código que corresponda.
- En el campo *To*, debe introducirse el aeropuerto de destino. Si el usuario introduce el nombre de la ciudad de origen, aparece un desplegable con los códigos de los aeropuertos asociados a la ciudad, donde debe seleccionarse el código que corresponda. Igualmente, la calculadora solo permite introducir aeropuertos de destino con un vuelo directo con el aeropuerto de origen seleccionado. En este sentido, en vuelos con escala, debe introducirse cada vuelo por separado.

---

<sup>30</sup> Para más información sobre la metodología de la ICAO, consulte:

<http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Documents/ICAO%20MethodologyV3.pdf>. La calculadora de ICAO no considera el índice de forzamiento radiativo u otros factores multiplicadores porque la comunidad científica no ha alcanzado el consenso sobre su uso (<http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/FAQCarbonCalculator.aspx>)

Por ejemplo, para calcular las emisiones de un vuelo Barcelona (BCN) - Denver (DEN), con escala en Londres (LHR) (ida y vuelta) de un pasajero en clase turista, deben seguirse los pasos siguientes:

1. Seleccione el tipo de billete: seleccione si se trata de un vuelo en clase turista (*Economy Class*) o en clase business (*Premium Class [Economy Premium, Business o First]*). En el ejemplo, *Economy Class*.
2. Seleccione el tipo de viaje: indique si se trata de un vuelo de solo ida (*One-Way*) o de ida y vuelta (*Round Trip*). En el ejemplo, *Round Trip*.
3. Indique el número de pasajeros que realizan el vuelo. En el ejemplo, un pasajero.
4. Campo *From*: Barcelona (BCN).
5. Campo *To*: London (LHR).
6. Haga clic en *Add a flight*.
7. Automáticamente, se genera un nuevo desplegable donde el aeropuerto de origen es London (LHR), y entonces en el campo *To* debe introducir Denver, Co (DEN).
8. Por último, calcule las emisiones de CO<sub>2</sub> haciendo clic en *Calculate* para obtener el resultado.

El resultado que se obtiene es 1.245,63 kg CO<sub>2</sub>, y si hacemos clic en la opción *More Details* también se visualizan los datos siguientes:

- Distancia recorrida en cada vuelo: 1.146 km para volar de Barcelona a Londres, y 7.491 km para volar de Londres a Denver.
- Tipo de aviones que pueden realizar cada vuelo: 767, 320 y 757 en el vuelo de Barcelona a Londres; 767 y 777 en el vuelo de Londres a Denver.
- Consumo medio de combustible (kg): 4.949 kg de combustible en el trayecto Barcelona-Londres y 58.065 kg de combustible en el trayecto Londres-Denver.
- Número medio de asientos por vuelo: 192 asientos en el avión de Barcelona a Londres y 354 en el avión de Londres a Denver.

## EJEMPLO

Una empresa con sede en Barcelona que quiere calcular el impacto anual sobre el cambio climático de sus desplazamientos en avión efectúa los cálculos siguientes sobre los viajes de sus trabajadores:

Origen	Destino	Emisiones del viaje (kg CO <sub>2</sub> /pasajero)	Viajes/año	Emisiones totales (kg CO <sub>2</sub> /pasajero x año)
Barcelona	Madrid	147,14	20	2.942,80
Barcelona	Bruselas	225,37	12	2.704,44
Barcelona	Denver	1.245,63	1	1.245,63
Total				6.892,87

Se considera que cada viaje es un vuelo de ida y vuelta.

## 3.7 Transporte ferroviario<sup>31</sup>

### 3.7.1 Transporte de pasajeros

Para calcular las emisiones asociadas al modo ferroviario, se aplican los factores siguientes según el medio de transporte:

MODO	FACTOR DE EMISIÓN (g de CO <sub>2</sub> /pasajero x km)
Renfe AVE	15,37
Renfe Cercanías	24,38
Renfe Media Distancia	19,47
FGC	16,26
Tranvía	26,40
Metro	25,45

Debe remarcarse que las emisiones asociadas al transporte en modo ferroviario son emisiones cubiertas por la Directiva de comercio de derechos de emisión cuando son trenes que funcionan con energía eléctrica.

### 3.7.2 Transporte de mercancías

Para calcular las emisiones asociadas al transporte de mercancías en modo ferroviario, se aplica el factor siguiente:<sup>32</sup>

MODO	FACTORES DE EMISIÓN (g CO <sub>2</sub> /t carga x km)
Renfe	45,34

<sup>31</sup> Fuente de datos: RENFE, AVE y tranvía: Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Territorio y Sostenibilidad; Metro: Elaboración propia a partir de datos 2009 de Transports metropolitans de Barcelona. Se ha utilizado el mix eléctrico peninsular de 2010 (pie de página 3)

<sup>32</sup> Elaboración propia a partir de datos del Departamento de Territorio y Sostenibilidad. El combustible asociado al transporte ferroviario de mercancías es el diésel.

## Anexo 1

### Estimación de las emisiones asociadas a la celebración de acontecimientos

La celebración de un acontecimiento conlleva unas determinadas emisiones de gases de efecto invernadero, que pueden ser estimadas. Este anexo recoge los aspectos a tener en cuenta para la estimación de emisiones de GEI asociadas a la celebración de acontecimientos. Se trata de una lista no exhaustiva en el sentido que puede no incluir la totalidad de los aspectos a considerar, y, por lo tanto, es modificable según la naturaleza del acontecimiento del que queramos estimar las emisiones de GEI.

En la organización de un acontecimiento, primero hay que definir cuál es el tipo de acontecimiento del que se trata. Hay multitud de tipos de acontecimientos, como, por ejemplo, jornadas, congresos, conferencias, cursos, inauguraciones, presentaciones oficiales, etc., y pueden tener diversas duraciones determinadas (puntual o de unos cuantos días).

Al mismo tiempo, si se considera cuál es el origen de las emisiones asociadas a la celebración de un acontecimiento, se pueden clasificar en:

- Emisiones derivadas del **consumo energético**: consumo de combustibles fósiles y consumo eléctrico.
- Emisiones derivadas del **transporte**.
- Emisiones derivadas del **uso de materiales y recursos**: consumo de materiales y recursos distintos de los combustibles fósiles y la electricidad.

Para la estimación de emisiones asociadas a cada uno de los tipos anteriores, es importante determinar los límites del cálculo. Para ello, hay que definir una serie de factores clave que condicionan el cálculo. Estos factores son:

- Emisiones derivadas del **consumo energético**:
  - ③ Definir el alcance espacial: instalaciones y recintos donde se celebra el acto, instalaciones de alojamiento de los participantes desplazados, otros.

- ③ Definir el alcance temporal: sólo los días de celebración del acontecimiento, o también los días de construcción y/o desmantelamiento del recinto.
  - ③ Definir el alcance de las emisiones: consumo eléctrico, aire acondicionado, equipamiento eléctrico, equipamiento con combustibles fósiles.
  - ③ Identificar la metodología de cálculo: por ejemplo, utilización de factores de emisión unitarios (mix eléctrico, mix de emisión de combustibles fósiles). La guía y la calculadora basada en ella son herramientas útiles en ese sentido.
- Emisiones derivadas del **transporte**:
    - ③ Definir el alcance de la movilidad: número de asistentes y trayectos (origen y destino)
      - Desplazamientos de las personas asistentes (participantes, organizadores y ponentes) desde su localidad de origen hasta la sede del acto.
      - Desplazamientos vinculados a las actividades concretas del acto.
      - Desplazamientos a los lugares de alojamiento de los participantes desplazados.
      - Desplazamientos de los servicios logísticos (servicios de montaje, proveedores de materiales y servicios)
      - Otros desplazamientos.
    - Para disponer de ese dato, es fundamental valorar la necesidad de solicitar información sobre el modo de transporte y los kilómetros recorridos (o puntos de origen y de destino) en los diferentes desplazamientos de las personas asistentes.
    - ③ Identificar la metodología de cálculo: por ejemplo, factores de emisión unitarios por cada medio de transporte. La guía y la calculadora basada en ella son unas herramientas útiles en ese sentido.
  - Emisiones derivadas del **uso de materiales y recursos**:
    - ③ Definir el alcance de los materiales y recursos (materias primas, agua, residuos generados)

- ③ Identificar la metodología de cálculo: actualmente, la guía y la calculadora no permiten estimar la totalidad de estas emisiones.

Según el tipo de acontecimiento, las emisiones derivadas de cada uno de estos ámbitos pueden ser más o menos representativas del total de emisiones. Cada organización puede determinar qué tipo de emisiones quiere estimar en relación con un acontecimiento. Es importante, sin embargo, incluir las emisiones más significativas en el cálculo de emisiones. Es decir, hay que incluir las emisiones representativas del total de emisiones derivadas de la celebración de un acontecimiento.

La metodología de cálculo de las emisiones asociadas a la celebración de acontecimientos dependerá del tipo de datos de que se disponga. La tabla siguiente resume qué tipos de cálculo pueden efectuarse con esta Guía:<sup>47</sup>

Tipo de cálculo	Datos de actividad disponible	Metodología de cálculo de las emisiones
<b>CONSUMO ENERGÉTICO</b>		
Emisiones derivadas del consumo eléctrico	kWh consumidos	Cálculo a partir del mix eléctrico
Emisiones derivadas del consumo de combustibles fósiles	kWh generados por el combustible fósil consumido	Cálculo a partir del factor de emisión correspondiente
	kg o l de combustible fósil consumido	
<b>TRANSPORTE<sup>48</sup></b>		
Emisiones derivadas de la movilidad en turismos, camión/camioneta/furgoneta, motocicleta, autobús/autocar	litros de combustible consumido	Cálculo a partir del factor de emisión correspondiente
	€ gastados en el combustible consumido	Cálculo a partir de la estimación de los litros de combustible consumido
Emisiones derivadas de la movilidad en turismos, camión/camioneta/furgoneta, ciclomotor/motocicleta, autobús urbano, transporte ferroviario	km recorridos en el trayecto y tipo de transporte	Cálculo a partir de la referencia del tipo de vehículo en turismos ↗ Cálculo a partir del establecimiento de un factor medio de emisiones para turismos (si no se dispone de la marca y modelo) y para el resto de medios de transporte
Emisiones derivadas de la movilidad en avión	Origen y destino (incluyendo escalas)	Cálculo a partir de la calculadora de ICAO
Emisiones derivadas de la movilidad en transporte marítimo	kg de combustible consumido	Cálculo a partir del factor de emisión correspondiente

<sup>47</sup> El Anexo 3 de la Guía detalla los factores de emisión según los datos de actividad disponibles.

<sup>48</sup> En el cálculo de emisiones debidas al transporte, se pueden considerar dos grupos:



1. Las emisiones del transporte propio de la organización; por lo tanto, su estimación se puede realizar a partir de datos como el consumo de combustible, los € gastados o la distancia recorrida, y la marca y el modelo del vehículo (de acuerdo con el apartado 3 de la Guía).
2. Las emisiones del transporte de las personas participantes: aquí, el grado de estimación será mayor porque se tendrán que aplicar factores de emisión medios por tipo de vehículo (g CO<sub>2</sub>/km), ya que a menudo no se podrá saber el tipo de vehículo exacto de cada participante.

## Anexo 2

### Cálculo de emisiones en entes públicos

Los municipios de todo el mundo, y en general los diferentes alcances territoriales de las administraciones gubernamentales, han tomado conciencia de los cambios y las amenazas que se están produciendo como consecuencia del calentamiento global y han identificado la necesidad de iniciar el seguimiento y la gestión de sus emisiones de gases de efecto invernadero. De esta forma, podrán preparar y poner en marcha políticas públicas y actuaciones municipales que contribuyan a mitigar el fenómeno del cambio climático y a mejorar las aptitudes de adaptación de las poblaciones respecto a los cambios que se producirán.

La lucha contra el cambio climático es un gran reto en que la contribución de los gobiernos locales será fundamental, ya que muchas de sus políticas tienen capacidad de incidir sobre los procesos que alteran la composición de la atmósfera.

Los inventarios de emisiones de los municipios, por ejemplo, incluyen las emisiones de GEI derivadas directamente de la actividad del ayuntamiento, como el consumo de energía para el alumbrado público, los equipamientos y las flotas de vehículos; pero también las emisiones sobre las que el ayuntamiento puede actuar, aunque sea indirectamente: sector doméstico, servicios, transporte, residuos y agua.

Por lo tanto, se pueden establecer dos niveles diferentes y paralelos de inventarios:

- **Inventario del ente público:** incluye las emisiones de las operaciones propias de la Administración pública (ayuntamiento o cualquier otra Administración pública), que pueden ser calculadas como las de cualquier otra organización aplicando las orientaciones de esta Guía.
- **Inventario del territorio:** incluye todas las emisiones dentro del municipio, comarca o región determinadas por los límites geopolíticos de la

Administración, asociadas a las actividades de su población y de las instalaciones dentro del territorio. La elaboración del inventario de dichas emisiones podría ser comparable a la de los inventarios nacionales de las emisiones de gases de efecto invernadero. Estos inventarios son más complejos y requieren una metodología específica, actualmente en desarrollo. En el marco de la ISO 14064, algunas organizaciones como ICLEI y ADEME, entre otras, están redactando guías y recomendaciones para elaborar estos inventarios.

La finalidad de este anexo es ofrecer a los ayuntamientos y las otras administraciones públicas las directrices para calcular sus emisiones de GEI a nivel de organización (**Inventario del ente público**). En concreto, se incluyen las emisiones relacionadas con las actividades directas de la propia Administración como el consumo de energía (eléctrico y de combustibles fósiles) para el alumbrado público, los equipamientos municipales o gubernamentales (ayuntamiento, centros educativos municipales, equipamientos deportivos) y las flotas de vehículos municipales o de la Administración.

Como en cualquier otra organización, se definen tres alcances de emisiones:

### **1. Alcance 1: emisiones directas**

Incluye las emisiones directas del ayuntamiento o la Administración pública causadas por fuentes de su propiedad o controladas por la propia organización.

Este alcance incluye las categorías de emisiones siguientes:

- Emisiones a causa del consumo de combustibles fósiles en los equipamientos del ente público:
  - o Ayuntamiento o sede de la Administración pública y oficinas
  - o Centros educativos o Equipamientos deportivos
  - o Centros socioculturales, centros cívicos y bibliotecas o Otros (mercados, cementerios, depuradoras...) o Etc.

Para estimar estas emisiones, consultar [el apartado 2.2](#) de esta Guía.

- Emisiones causadas por el consumo de combustibles fósiles en el transporte propio de la Administración:
  - o Transporte de flota propia, de vehículos municipales y de la Administración en cuestión
  - o Transporte público urbano, en propiedad o gestionado por la propia Administración o el ayuntamiento
  - o Transporte público interurbano, en propiedad o gestionado por la propia Administración o el ayuntamiento.

Para estimar estas emisiones, consultar [el apartado 3](#) de esta Guía.

- Emisiones de proceso, si existen. Por ejemplo, las emisiones a causa del tratamiento de residuos en instalaciones propiedad del ente público.

## **2. Alcance 2: emisiones indirectas de la generación de electricidad y de calor**

Incluye las emisiones derivadas del consumo, en equipamientos e instalaciones de la Administración, de electricidad, vapor, calor o frío, generados en instalaciones ajenas al ente público.

Este alcance incluye las categorías siguientes:

- Emisiones causadas por el consumo eléctrico en los equipamientos del ente público mencionados anteriormente
- Emisiones causadas por el consumo eléctrico del alumbrado público
- Emisiones causadas por el consumo eléctrico en los semáforos
- Emisiones causadas por el consumo de vapor, calor o frío en los equipamientos del ente público.

Para estimar estas emisiones, consultar [el apartado 2.1](#) de esta Guía.

### 3. Alcance 3: otras emisiones indirectas

Incluye el resto de emisiones indirectas que proceden de fuentes que no son poseídas o controladas por la Administración.

Se incluyen las emisiones derivadas de:

- Flota de vehículos externalizados. Algunos ejemplos de vehículos, que pueden variar según cada ayuntamiento o administración, son:
  - o Limpieza viaria
  - o Recogida de residuos sólidos urbanos
  - o Policía
  - o Limpieza de playas
  - o Etc.
- Transporte público urbano e interurbano en caso de que no sea propiedad ni gestionado por el ente público
- Actividades relacionadas con el transporte de empleados y de viajes al extranjero.

Para estimar estas emisiones, consultar [el apartado 3](#) de esta Guía.

- Tratamiento de residuos generados en las instalaciones municipales o de la Administración en plantas de tratamiento que no son propiedad del ente público<sup>33</sup>
- Compra de materiales y productos, como mobiliario de oficina, papel, etc.
- Otras emisiones indirectas.

### EJEMPLO: CÁLCULO DE EMISIONES DE UN AYUNTAMIENTO

---

<sup>33</sup> En caso de que la planta de tratamiento sea propiedad del ente público, estas emisiones se tendrán que incluir en el alcance 1 como emisiones directas de proceso.

Un ayuntamiento quiere calcular sus emisiones propias, es decir, quiere calcular su **Inventario de ente público**. Para ello, ha recopilado los datos de los consumos energéticos siguientes, referentes a las operaciones propias del ayuntamiento: •

Alumbrado y semáforos: 1.961.000 kWh (energía eléctrica)

- Equipamientos:
  - Energía eléctrica: 1.942.500 kWh
  - Gas natural: 137.140 m<sup>3</sup>
  - Diésel: 15.450 l
  -

- Flota de vehículos propios:
  - Diésel: 15.250 l
  - Gasolina: 1.786 l
- Flota de vehículos externalizados:
  - Diésel: 122.000 l
  - Gasolina: 3.975 l
- Transporte público:
  - Urbano (diésel): 46.795 l
  - Interurbano (diésel): 31.370 l

De acuerdo con los correspondientes apartados de esta Guía (apartados 2.1 - 2.2 para el cálculo de emisiones asociadas al consumo energético y apartados 3.1 - 3.4 para las emisiones asociadas al consumo en transporte), las emisiones del ayuntamiento son:

FUENTE	EMISIONES
Alumbrado y semáforos	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (1.961.000 kWh x 0,181 kgCO <sub>2</sub> /kWh) = <b>354.941 kg de CO<sub>2</sub></b>

Equipamientos <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energía eléctrica</li> <li>• Gas natural</li> <li>• Diésel</li> </ul> TOTAL	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (1.942.500 kWh x 0,181 kgCO <sub>2</sub> /kWh) = 351.593 kg de CO <sub>2</sub> Emisiones de CO <sub>2</sub> = (137.140 m <sup>3</sup> x 2,15 kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ) = 294.851 kg de CO <sub>2</sub> Emisiones de CO <sub>2</sub> = (15.450 l x 2,79 kgCO <sub>2</sub> /l) = 43.106 kg de CO <sub>2</sub> <b>Emisiones de CO<sub>2</sub> = 351.593 + 294.851 + 43.106= 689.550 kg de CO<sub>2</sub></b>
Flota de vehículos propios <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diésel</li> <li>• Gasolina</li> </ul> TOTAL	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (15.250 l x 2,61 kgCO <sub>2</sub> /l) = 39.803 kg de CO <sub>2</sub> Emisiones de CO <sub>2</sub> = (1.786 l x 2,38 kgCO <sub>2</sub> /l) = 4.251 kg de CO <sub>2</sub> <b>Emisiones de CO<sub>2</sub> = 39.803 + 4.251 = 44.054 kg de CO<sub>2</sub></b>
<b>FUENTE</b>	<b>EMISIONES</b>
Flota de vehículos externalizados <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diésel</li> <li>• Gasolina</li> </ul> TOTAL	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (122.000 l x 2,61 kgCO <sub>2</sub> /l) = 318.420 kg de CO <sub>2</sub> Emisiones de CO <sub>2</sub> = (3.975 l x 2,38 kgCO <sub>2</sub> /l) = 9.461 kg de CO <sub>2</sub> <b>Emisiones de CO<sub>2</sub> = 318.420 + 9.460 = 327.881 kg de CO<sub>2</sub></b>
Transporte público <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urbano (diésel)</li> <li>• Interurbano (diésel)</li> </ul> TOTAL	Emisiones de CO <sub>2</sub> = (46.795 l x 2,61 kgCO <sub>2</sub> /l) = 122.135 kg de CO <sub>2</sub> Emisiones de CO <sub>2</sub> = (31.370 l x 2,61 kgCO <sub>2</sub> /l) = 74.661 kg de CO <sub>2</sub> <b>Emisiones de CO<sub>2</sub> = 122.135 + 74.661 = 176.976 kg de CO<sub>2</sub></b>

Por lo tanto, las emisiones totales del ayuntamiento como ente público son de:  
354.941 kg de CO<sub>2</sub> + 689.550 kg de CO<sub>2</sub> + 44.054 kg de CO<sub>2</sub> + 327.881 kg de CO<sub>2</sub> + 176.976 kg de CO<sub>2</sub> = **1.593.402 kg de CO<sub>2</sub> (1.593,4 t CO<sub>2</sub>)**

## Anexo 3

### FACTORES DE EMISIÓN DE LA ENERGÍA

FUENTE ENERGÉTICA	FACTOR DE EMISIÓN
Electricidad (kWh)	181 g CO <sub>2</sub> /kWh <sup>34</sup>
Gas natural (m <sup>3</sup> )	2,15 kg CO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>
Gas butano (kg)	2,96 kg CO <sub>2</sub> /kg de gas butano
Gas butano (nº de bombonas)	37,06 kg CO <sub>2</sub> /bombona (considerando 1 bombona de 12,5 kg)
Gas propano (kg)	2,94 kg CO <sub>2</sub> /kg de gas propano
Gas propano (nº de bombonas)	102,84 kg CO <sub>2</sub> /bombona (considerando 1 bombona de 35 kg)
Gasoil (litros)	2,79 kg CO <sub>2</sub> /l gasoil <sup>51</sup>
Fuel (kg)	3,05 kg CO <sub>2</sub> /kg de fuel
GLP genérico (kg)	2,96 kg CO <sub>2</sub> /kg de GLP genérico
Carbón nacional (kg)	2,30 kg CO <sub>2</sub> /kg de carbón nacional
Carbón de importación (kg)	2,53 kg CO <sub>2</sub> /kg de carbón de importación
Coque de petróleo (kg)	3,19 kg CO <sub>2</sub> /kg de coque de petróleo

### FACTORES DE EMISIÓN DEL TRANSPORTE

MEDIO DE TRANSPORTE	DATO de ACTIVIDAD	FACTOR DE EMISIÓN
③ Turismo ③ Camión, camioneta y furgoneta ③ Motocicleta ③ Autobús y autocar ③ Transporte marítimo	Litros / kg consumidos	③ Gasolina 95 o 98: 2,38 kg CO <sub>2</sub> /litro ③ Diésel: 2,61 kg CO <sub>2</sub> /litro ③ Bioetanol: 2,38 kg CO <sub>2</sub> /litro - % bioetanol ③ Biodiésel: 2,61 kg CO <sub>2</sub> /litro - % biodiésel Transporte marítimo ③ Diésel / gasoil: 3,206 kg CO <sub>2</sub> /kg gasoil ③ Fueloil ligero: 3,151 kg CO <sub>2</sub> /kg fueloil ligero ③ Fueloil pesado: 3,114 kg CO <sub>2</sub> /kg fueloil pesado ③ Gas licuado de petroli (GLP): 3,015 kg CO <sub>2</sub> /kg GLP ③ Gas natural licuado (GNL): 2,750 kg CO <sub>2</sub> /kg GNL

<sup>34</sup> Cálculo de la OCCC con los últimos datos disponibles (*Observatorio de la electricidad*). Este es el mix peninsular que tiene en cuenta las pérdidas en transporte y distribución, y el consumo del sector energético.

[http://www.wwf.es/que\\_hacemos/cambio\\_climatico/nuestras\\_soluciones/energias\\_renovables/observatorio\\_de\\_la\\_electricidad/](http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/nuestras_soluciones/energias_renovables/observatorio_de_la_electricidad/)

<sup>51</sup> Densidad del gasoil C a 15º C: 900 kg/m<sup>3</sup> (Real decreto 1088/2010).

<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Turismo</li> <li>③ Camión, camioneta y furgoneta</li> <li>③ Motocicleta</li> <li>③ Autobús y autocar</li> </ul>	<p><b>Euros gastados</b></p>	<p>Año 2010:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>③ Gasolina 95: 117,1 céntimos €/litro</li> <li>③ Gasolina 98: 128,8 céntimos €/litro</li> <li>③ Diésel: 108,5 céntimos €/litro</li> </ul>
<p><b>MEDIO DE TRANSPORTE</b></p>	<p><b>DATO de ACTIVIDAD</b></p>	<p><b>FACTOR DE EMISIÓN</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Turismo</li> <li>③ Camión, camioneta y furgoneta</li> <li>③ Motocicleta</li> <li>③ Autocar</li> </ul>	<p><b>km recorridos</b> <b>Tipo de transporte</b> (para automóviles)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Turismo: guía IDAE según la marca y el modelo del vehículo (g CO<sub>2</sub>/km): <a href="http://www.idae.es/coches/">http://www.idae.es/coches/</a></li> <li>③ Bus urbano: 125,52 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Renfe AVE: 15,37 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Renfe Rodalies: 24,38 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Renfe media distancia: 19,47 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya: 16,26 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Tranvía: 26,40 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Metro: 25,45 g CO<sub>2</sub>/pasajero*km</li> <li>③ Renfe (mercancías): 45,34 g CO<sub>2</sub>/tonelada carga*km</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Transporte marítimo</li> </ul>	<p><b>Litros de combustible consumidos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>③ Diésel/gasoil: 3,206 kg CO<sub>2</sub>/kg gasoil</li> <li>③ Fueloil ligero: 3,151 kg CO<sub>2</sub>/kg fueloil ligero</li> <li>③ Fueloil pesado: 3,114 kg CO<sub>2</sub>/kg fueloil pesado</li> <li>③ Gas licuado de petróleo (GLP): 3,015 kg CO<sub>2</sub>/kg GLP</li> <li>③ Gas natural licuado (GNL): 2,750 kg CO<sub>2</sub>/kg GNL</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Avión</li> </ul>	<p><b>Origen y destino</b> (incluyendo escalas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calculadora ICAO: <a href="http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx">http://www2.icao.int/en/carbonoffset/Pages/default.aspx</a></li> </ul>



## Factores de emisión por tipo de vehículo (g CO<sub>2</sub>/km)

### A. Desagregados por tipo de conducción<sup>35</sup>

Factores de emisión: g CO <sub>2</sub> / km				
TURISMOS GASOLINA		CONDUCCIÓN URBANA	CONDUCCIÓN RURAL	CONDUCCIÓN INTERURBANA
Anterior a Euro 1	< 1,4 l	190,98	139,80	157,88
	1,4 - 2,01 l	234,83	159,71	172,18
	> 2 l	308,86	179,49	229,65
	Media convencional	244,89	159,66	186,57
Euro 1 y posteriores	< 1,4 l	193,26	134,01	150,49
	1,4 - 2,01 l	230,73	159,60	169,80
	> 2,01 l	311,52	204,21	206,25
	Media Euro 1 y posteriores	245,17	165,94	175,51
Cualquiera	Media < 1,4 l	192,12	136,90	154,18
	Media 1,4 - 2 l	232,78	159,65	170,99
	Media > 2l	310,19	191,85	217,95

Factores de emisión: g CO <sub>2</sub> / km				
TURISMOS DIESEL		CONDUCCIÓN URBANA	CONDUCCIÓN RURAL	CONDUCCIÓN INTERURBANA
Anterior a Euro 1	Todas capacidades	235,79	132,36	169,51
Euro 1	< 2 l	184,69	134,37	157,65
	> 2 l	249,49	183,22	208,45
Euro 2	< 2 l	196,51	138,47	157,54
	> 2 l	249,49	183,22	208,45
Euro 3	< 2 l	182,25	137,03	146,24
	> 2 l	249,49	183,22	208,45
Cualquiera	Media < 2 l	199,81	135,56	157,73
	Media > 2 l	246,06	170,51	198,71

Factores de emisión: g CO <sub>2</sub> / km				
TURISMOS HÍBRIDOS (GASOLINA)		CONDUCCIÓN URBANA	CONDUCCIÓN RURAL	CONDUCCIÓN INTERURBANA
Euro 4	Todas las capacidades	103,43	100,13	127,29

<sup>35</sup> El tipo de recorrido urbano corresponde a vías con una velocidad aproximada de 30 km/h, el rural de 60 km/h (carreteras convencionales) i el interurbano a vías donde el límite de velocidad es alrededor de los 100 – 120 km/h (autopistas / autovías).

Factores de emisión: g CO <sub>2</sub> / km				
TIPO VEHÍCULO	SUBCATEGORÍA	CONDUCCIÓN URBANA	CONDUCCIÓN RURAL	CONDUCCIÓN INTERURBANA
Autocares Diésel	Estándar <=18 t	1150,55	666,23	588,49
	3 Ejes >18 t	1323,15	756,60	661,35
Camiones Diésel	Rígido <=7,5 t	369,25	300,74	402,72
	Rígido 7,5 - 12 t	593,66	427,04	533,71
	Rígido 12 - 14 t	656,17	457,17	535,78
	Rígido 14 - 20 t	838,64	549,14	573,44
	Rígido 20 - 26 t	1060,08	675,27	617,81
	Rígido 26 - 28 t	1114,84	718,36	644,54
	Rígido 28 - 32 t	1230,35	827,06	757,32
	Rígido 32 t	1273,55	815,40	721,96
	Media Rígido	892,07	596,27	598,41
	Articulado 14 -20 t	828,18	532,75	501,78
	Articulado 20 - 28 t	1070,46	684,06	607,10
	Articulado 28 - 34 t	1134,53	724,08	631,00
	Articulado 34 - 40 t	1314,25	821,01	698,15
	Articulado 40 - 50 t	1454,85	917,20	770,83
	Articulado 50 - 60 t	1749,30	1104,09	905,35
	Media Articulado	1258,60	797,20	685,70
Media Total	1075,33	696,74	642,05	
Ligeros Gasolina	Anterior a Euro 1	336,51	190,61	202,47
	Euro 1 y posteriores	394,02	224,04	238,25
	Media Ligeros gasolina	365,27	207,32	220,36
Ligeros Diésel	Anterior a Euro 1	300,83	206,90	298,77
	Euro 1 y posteriores	273,46	182,58	266,17
	Media Ligeros Diésel	287,14	194,74	282,47
Ciclomotores	Convencional	79,58	-	-
	Euro 1	47,75	-	-
	Euro 2	38,45	-	-
	Euro 3	33,42	-	-
	Media Euro	39,87	-	-
	Media Ciclomotores	59,72	-	-
Motocicletas	2 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> Anterior Euro 1	109,52	86,79	131,85
	2 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> Euro 1 y posteriores	100,92	78,78	117,60

4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> Anterior Euro 1	97,04	93,28	131,16
4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> Euro1	79,80	77,17	110,07
4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> Euro 2-3	72,25	63,13	83,83
4 Tiempos 250-750 cm <sup>3</sup> Anterior Euro 1	146,90	112,04	138,25
4 Tiempos 250-750 cm <sup>3</sup> Euro 1	135,24	104,67	138,50
4 Tiempos 250-750 cm <sup>3</sup> Euro 2-3	122,00	95,97	128,24
4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup> Anterior Euro 1	171,50	129,45	157,77
4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup> Euro 1	171,70	120,84	138,20
4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup> Euro 2-3	164,90	118,45	143,22
Media 2 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup>	105,22	82,78	124,73
Media 4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup>	83,03	77,86	108,35
Media 4 Tiempos 250-750 cm <sup>3</sup>	134,71	104,23	134,99
Media 4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup>	169,37	122,91	146,40

### B. Valores medios para cualquier tipo de conducción<sup>36</sup>

TIPO VEHICULO	SUBCATEGORÍA	TECNOLOGÍA	FACTOR DE EMISIÓN g CO <sub>2</sub> / km
Turismos Gasolina	< 1,4 l	Anterior a Euro 1	206,90
		Euro 1 y posteriores	178,25
	1,4 - 2,0 l	Anterior a Euro 1	245,09
		Euro 1 y posteriores	210,08
	> 2,0 l	Anterior a Euro 1	302,39
		Euro 1 y posteriores	273,74
Turismos Diésel	< 2,0 l	Anterior a Euro 1	197,69
		Euro 1 y posteriores	172,59
	> 2,0 l	Anterior a Euro 1	235,35
		Euro 1 y posteriores	229,07
Turismos híbridos	1,4 - 2,0 l	Euro 1 y posteriores	82,76
Ligeros Gasolina	< 3,5 t	Anterior a Euro 1	270,56
		Euro 1 y posteriores	318,30
Ligeros Diésel	< 3,5 t	Anterior a Euro 1	279,28
		Euro 1 y posteriores	251,04
Camiones Diésel	<= 7,5 t	Anterior a Euro I	392,25
		Euro I y posteriores	316,94
	7,5 - 16 t	Anterior a Euro I	571,12
		Euro I y posteriores	486,39

<sup>36</sup> Estos factores de emisión son valores medios independientemente del tipo de recorrido. Su utilización puede dar lugar a resultados más aproximados que si se utilizan los factores de emisión en función del tipo de recorrido (Apartado A del Anexo 3)

	16 - 32 t	Anterior a Euro I	787,64
		Euro I y posteriores	658,98
	> 32 t	Anterior a Euro I	931,99
		Euro I y posteriores	787,64
Autocares Diésel	Estándar <= 18 t	Anterior a Euro I	825,29
		Euro I y posteriores	775,09
Ciclomotores	< 50 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	79,58
		Euro 1	47,75
		Euro 2	38,20
		Euro 3	35,01
Motocicletas	2 Tiempos > 50 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	105,04
		Euro 1	79,58
		Euro 2	73,21
		Euro 3	54,11
	4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	101,86
		Euro 1 y posteriores	114,59
	4 Tiempos 250 - 750 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	117,77
		Euro 1 y posteriores	114,59
	4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	143,24
		Euro 1 y posteriores	146,42

### C. Año de entrada en vigor de las normativas que definen la tecnología para diferentes medios de transporte

TIPO VEHÍCULO	SUBCATEGORÍA	TECNOLOGÍA	Año aplicación de la tecnología
Turismos Gasolina	< 1,4 l 1,4 - 2,01 l > 2,01 l	Anterior a Euro 1	1985
		Euro 1	1993
Turismos Diésel	< 2,0 l > 2,0 l	Anterior a Euro 1	Hasta 1992
		Euro 1	1993
		Euro 2	1997
		Euro 3	2000
Turismos híbridos	1,4 - 2,01 l	Euro 4	2005
Ligeros Gasolina	< 3,5 t	Anterior a Euro 1	Hasta 1992
		Euro 1 y posteriores	1993
Ligeros Diésel	< 3,5 t	Anterior a Euro 1	Hasta 1992
		Euro 1 y posteriores	1993
Camiones Diésel	<= 7,5 t 7,5 - 16 t	Anterior a Euro I	1992

	16 - 32 t > 32 t	Euro I y posteriores	1988
Autocares Diésel	Estándar <= 18 t Articulados > 18 t	Anterior a Euro I	1992
		Euro I y posteriores	Hasta 1998
Ciclomotores	< 50 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	1999
		Euro 1	2002
		Euro 2	Hasta 1998
Motocicletas	2 Tiempos > 50 cm <sup>3</sup> 4 Tiempos < 250 cm <sup>3</sup> 4 Tiempos 250 - 750 cm <sup>3</sup> 4 Tiempos > 750 cm <sup>3</sup>	Anterior a Euro 1	1999
		Euro 1	2003
		Euro 2	2006
		Euro 3	2006

## Anexo 4<sup>37</sup>

### LISTA DE BIOMASAS NEUTRAS CON RESPECTO AL CO<sub>2</sub>

Esta lista de ejemplos, que no es exhaustiva, contiene algunos materiales que se consideran biomasa en aplicación de estas directrices y que se ponderarán con un factor de emisión de 0 [t CO<sub>2</sub>/TJ o t o m<sup>3</sup>]. Las fracciones de turba y fósiles de los materiales relacionados a continuación no se consideran biomasa.

1) Plantas y partes de plantas, entre otros:

- paja,
- heno y hierba,
- hojas, madera, raíces, leños, corteza,
- cultivos; por ejemplo, maíz y triticale (*Triticum secale*).

2) Residuos, productos y subproductos de biomasa, entre otros:

- madera residual industrial (madera industrial procedente de operaciones de trabajo con madera y de tratamiento de la madera, y madera residual procedente de operaciones en la industria de materiales de madera),
- madera usada (productos usados realizados en madera, materiales de madera) y productos y subproductos de operaciones de tratamiento de la madera,

<sup>37</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:229:0001:0085:ES:PDF>

- residuos a base de madera de las industrias de la pasta y del papel; por ejemplo, licor negro
- desechos de silvicultura,
- harina de animales, pescado y comestible, grasa, aceite y sebo, - desperdicios primarios de la producción de alimentos y bebidas,
- estiércol,
- desperdicios de plantas agrícolas,
- lodos de depuradoras,
- biogás producido por digestión, fermentación o gasificación de biomasa,
- lodos de puertos, y lodos y sedimentos de otras masas de agua, - gas de vertedero.

### 3) Fracciones de biomasa de materiales mezclados, entre otros:

- la fracción de biomasa de restos flotantes procedentes de la gestión de masas de agua,
- la fracción de biomasa de desperdicios mezclados procedentes de la producción de alimentos y bebidas,
- la fracción de biomasa de compuestos que contienen madera,
- la fracción de biomasa de residuos textiles,
- la fracción de biomasa de papel, cartulina, cartón,
- la fracción de biomasa de residuos municipales e industriales,
- la fracción de biomasa de residuos municipales e industriales tratados.

### 4) Combustibles cuyos componentes y productos intermedios han sido obtenidos todos a partir de biomasa, entre otros:

- bioetanol,
- biodiésel,
- bioetanol eterizado,
- biometanol,
- biodimetiléter,
- bio-oil (fueoil de pirólisis) y biogás.

## Anexo 5

## Precios medios de los combustibles de automoción<sup>38</sup>

Precios con impuestos por comunidad autónoma (ct. €/litro)	Gasolina 95 S/PB	Gasolina 98 S/PB	Gasoil de automoción
	2010	2010	2010
Andalucía	116,2	127,5	107,7
Aragón	114,3	125,8	105,6
Asturias	117,3	128,5	108,4
Baleares	115,8	126,9	107
Cantabria	114,6	126,1	106,1
Castilla y León	114,6	125,8	106,2
Castilla-La Mancha	117,4	128,6	108,9
Cataluña	117,1	128,8	108,5
Comunidad Valenciana	117,5	128,8	107,7
Extremadura	115	126,1	106,6
Galicia	117,5	128,7	108,1
La Rioja	114,6	125,8	106,2
Madrid	117	128,4	108,7
Murcia	114,6	125,9	105,9
Navarra	113,9	125,6	104,9
País Vasco	114,7	126	106,4
Media nacional	116,3	127,1	107,5

## Anexo 6

### Distancias ferroviarias de Renfe Líneas de Alta Velocidad:

#### LAV Barcelona-Madrid (Madrid-Zaragoza-Barcelona-Frontera francesa) (corredor del nordeste)

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid - Puerta de Atocha</i>	Guadalajara - Yebes	64,4
	Las Inviernas	116
	Ariza AV	182,7
	Calatayud	221,1
	Plasencia de Jalón	273,4
	Zaragoza Delicias	306,7

<sup>38</sup> Elaboración propia a partir de <http://www.mityc.es/energia/petroleo/Precios/Informes/InformesMensuales/Paginas/IndexInformesMensuales.aspx> y <http://geoport.mityc.es/hidrocarburos/eess/>

<i>Bifurcación Huesca</i>	311,7
Bujaraloz	356,5
Lleida Pirineos	442,1
Lleida	452,5
Artesa	448,6
Segrià	452,5
Les Borges	456,6
L'Espluga	488,9
Alcover	509,3
<i>LAV corredor mediterráneo</i>	512,8
Camp de Tarragona	520,9
La Gornal	549,3
L'Arboç	552,7
Vilafranca del Penedès	565,9
Gelida	579,6
Sant Vicenç dels Horts	595,8
El Llobregat	610,4
Estación de El Prat	613,1
<i>Barcelona-Sants</i>	620,9

#### LAV Madrid-Toledo

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid - Puerta de Atocha</i>	Los Gavilanes	14,3
	Parla	24,4
	<i>LAV Madrid-Levante</i>	28
	Yeles	35,3
	<i>LAV- Mad-Sevilla/Málaga</i>	53,7
	Río Tajo	63,4
	<i>Toledo</i>	74,5

#### LAV Madrid-Segovia-Valladolid (corredor del norte)

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid - Puerta de Atocha</i>	Soto del Real	35
	Segovia-Guimar	67,8
	Garcillán	85,5
	Olmedo	132,5



	<i>Valladolid - Campo Grande</i>	179,1
--	----------------------------------	-------

#### LAV Madrid-Ciudad Real-Córdoba-Sevilla

(NAFA = nuevo acceso ferroviario a Andalucía)

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid - Puerta de Atocha</i>	Los Gavilanes	14,3
	Parla	24,4
	<i>LAV Madrid-Levante</i>	28
	Yeles	35,3
	<i>La Sagra (LAV a Toledo)</i>	53,7
	Río Tajo	63,4
	Mora	89,5
	Urda	119,7
	Ciudad Real	170,7
	Calatrava	196,56
	Puertollano	209,81
	Venta la Inés	244,5
	Conquista	267,3
	Villanueva de Córdoba	285,2
	<i>Córdoba Central</i>	345,2
	<i>Bifurcación a LAV a Málaga</i>	358
	Hornachuelos	387,1
	Guadajoz	426,1
	Cantillana	442,7
Majarabique	460,5	
<i>Sevilla Santa Justa</i>	470,8	

#### LAV Córdoba-Málaga (NAFA = nuevo acceso ferroviario a Andalucía)

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Bifurcación a LAV a Málaga</i>	Río Guadalquivir	5,8
	Santaella	34,6
	Estac. Puente Genil-Herrera	61,4
	Estac. Antequera-Santa Ana	96,6
	Los Prados	149,5
	<i>Málaga-María Zambrano</i>	154,5

### Distancias ferroviarias de Renfe Cercanías:

#### Estaciones de Barcelona

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
--------	---------	----------------

Bellvitge	Sant Andreu Comtal	12,4
Sant Andreu Comtal	Montcada bifurcació	4,7
L'Hospitalet	Montcada bifurcació	17
Passeig de Gràcia	Estació de França	4,8
Estació de França	La Sagrera	5,6

#### Línea de Sant Vicenç de Calders-Barcelona-Maçanet Massanes

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Sant Vicenç de Calders</i>	Barcelona	52
	Arenys de Mar	96
	<i>Maçanet Massanes</i>	133

#### Línea de Lleida-La Poble de Segur

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Lleida Pirineos</i>	Alcoletge	7,031
	Vilanova de la Barca	12,759
	Térmens	16,657
	Vallfogona de Balaguer	25,52
	Balaguer	26,101
	Gerb	30,494
	Sant Llorenç de Montgai	35,848
	Vilanova de la Sal	41,77
	Santa Linya	44,6
	Àger	54,93
	Cellers-Llimiana	63,144
	Guàrdia de Tremp	68,2
	Palau de Noguera	72,375
	Tremp	76,2
	Salàs de Pallars	84,265
<i>La Poble de Segur</i>	88,89	

#### Línea de Molins de Rei-Barcelona-Mataró-Blanes-Maçanet Massanes

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Molins de Rei</i>	Barcelona-La Sagrera	9
	Arenys de Mar	53
	<i>Maçanet Massanes</i>	90

#### Línea de L'Hospitalet de Llobregat-Vic-Puigcerdà-La Tor de Querol

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>L'Hospitalet</i>	<i>Barcelona-Passeig de Gràcia</i>	6,6
	Montcada bifurcació	17
	Montcada i Reixac-Sant Joan	18,5
	Ripollet	20,2
	Santa Perpètua de Mogoda	23,2
	Mollet	25,2
	Parets del Vallès	28,1
	Granollers	36,6
	Les Franqueses del Vallès	39,3
	Llerona	41,6
	La Garriga	45,5
	El Figaró	50,2
	Sant Martí de Centelles	55,4
	Centelles	60,6
	Balenyà - Els Hostalets	62,7
	Balenyà - Tona-Seva	66,1
	Taradell - Mont-rodon	71
	<i>Vic</i>	76,9
	Manlleu	85,3
	Borgonyà	95,6
	Torelló	93
	Sant Quirze de Besora	101,3
	La Farga de Bebiè	104,9
	<i>Ripoll</i>	113,5
	Campdevàdol	117,9
	Aigües de Ribes	124,4
	Ribes de Freser	127
	Planoles	133,7
	Toses	142,9
	La Molina	148,6
	Urtx-Alp	155,1
	Puigcerdà	158,2
	<i>La Tor de Querol</i>	165,8

### Distancias ferroviarias de Renfe Media Distancia:

#### Línea de Zaragoza-Lleida-Manresa-Barcelona

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Zaragoza</i>	Selgua	122,8
	Monzón-río Cinca	127,5
	Binéfar	138,3
	Tamarit-El Torricó	149

Almacelles	159,3
Raimat	165,2
Lleida Pirineos	183,6
Pla de Vilanoveta	185,9
Bell-lloc d'Urgell	196,4
Mollerussa	206,1
Golmés	208,9
Castellnou de Seana	212
Bellpuig	215,8
Anglesola	221,5
Tàrrega	266,8
Cervera	240,1
Sant Guim de Freixenet	254
Sant Martí de Sesgueioles	262,4
Calaf	266,8
Seguers-Sant Pere Sallavinera	276,7
Aguilar de Segarra	282,1
Rajadell	289,2
Manresa	301,6
<i>Montcada bifurcació</i>	356,7

#### Línea de Valencia-Tarragona

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Valencia</i>	Ulldecona-Alcanar-La Sénia	162,2
	L'Aldea-Amposta-Tortosa	185,2
	Camarles-Deltebre	190,7
	L'Ampolla-El Perelló-Deltebre	195,9
	L'Ametlla de Mar	207,3
	Vandellòs	236,3
	L'Hospitalet de l'Infant	243
	Mont-roig del Camp	251,1
	Cambrils	257,1
	Salou	263,5
	Port Aventura	265,6
	<i>Tarragona</i>	275,6

#### Línea de Tarragona-Barcelona-Granollers-Girona-Figueres-Portbou

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Tarragona</i>	Altafulla-Tamarit	10,8
	Torredembarra	13,6
	Sant Vicenç de Calders	59,1

Martorell	73,2
L'Hospitalet de Llobregat	95,2
<i>Barcelona-Passeig de Gràcia</i>	101,8
<i>Barcelona-Sant Andreu Comtal</i>	113,2
Granollers centre	134,6
Sant Celoni	157,1
Maçanet Massanes	175,6
Sils	183,4
Caldes de Malavella	189,4
Riudellots de la Selva	195,7
Fornells de la Selva	200,4
Girona	205,6
Celrà	214,7
Bordils-Juià	218,2
Flaçà	221,9
Sant Jordi Desvalls	224,4
Camallera	230,6
Sant Miquel de Fluvià	236,6
Tonyà	238,5
Vilamalla	241,6
<i>Figueres</i>	247
Peralada	253,2
Vilajuïga	258,9
Llançà	266,2
Platja de Garbet	269,1
Colera	270,8
<i>Portbou</i>	273,1

**Línea de Madrid-Zaragoza-Riba-roja-Móra-Reus-Picamoixons-Valls-Roda de Barà-Vilanova-Barcelona**  
**Por Roda de Barà**

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid</i>	Zaragoza	326
	Caspe	453
	Fabara	470,6
	Nonaspe	479,9
	Faió-La Pobla de Massaluca	490,2
	Riba-roja d'Ebre	504,2
	Flix	511,6
	Ascó	518,5
	Móra la Nova	531,3
	Els Guiamets	540,6
	Capçanes	544

Marçà-Falset	551,3
Pradell	556,1
Duesaigües-L'Argentera	561,6
Riudecanyes-Botarell	566,8
Les Borges del Camp	571,9
<i>Reus</i>	579,5
La Plana-Picamoixons	596,3
Valls	602,4
Roda de Barà	625
Vilanova i la Geltrú	636
<i>Bellvitge</i>	688,1

#### Línea de Tarragona-Lleida

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Lleida Pirineos</i>	Puigverd de Lleida	11,6
	Juneda	19,5
	Les Borges Blanques	24,5
	La Floresta	29,1
	PAET canal d'Urgell	32,9
	Vinaixa	40,4
	PAET riu Milans	47,1
	Vimbodí	48,2
	L'Espluga de Francolí	53
	Montblanc	59,5
	Vilaverd	64,1
	La Riba	66,5
	La Plana-Picamoixons	68,6
	Alcover	74
	La Selva del Camp	80,3
	Reus	85,4
Vila-seca	94,3	
<i>Tarragona</i>	103,5	
ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Barcelona</i>	A Coruña	1.891
	Ávila	1.165
	Badajoz (por Cáceres)	1.172
	Badajoz (por Ciudad Real)	868
	Bilbao	688
	Burgos	605
	Cáceres	1.053
	Cádiz (por Cáceres)	1.522

Ferrol	1.908
Gijón	1.635
Huelva Cargas	1.418
Huelva Término	1.422
Huesca	336
Irún	692
Jerez de los Caballeros	1.237
Jerez de la Frontera (por Cáceres)	1.469
León	1.464
Lleida Pirineos	183
Logroño	516
Lugo	1.773
Madrid	697
Mérida (por Cáceres)	1.125
Ourense	1.748
Oviedo	1.603
Palencia	771
Pamplona	536
Plasencia	972
Pontevedra	1.946
Salamanca	1.276
San Sebastián	675
Santander	842
Santander	1.559
Santiago (por A Coruña)	1.959
Santiago (por Ourense)	1.878
Segovia	798
Sevilla (por Cáceres)	1.364
Valladolid	727
Valladolid	1.293
Vigo (por A Coruña)	2.044
Vigo (por Ourense)	1.854
Vitoria	631
Zafra	1.190
Zamora	859
Zamora	1.341
Zaragoza	371

#### Estaciones de Madrid

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
--------	---------	----------------

Chamartín	Puerta de Atocha	8
-----------	------------------	---

#### Zona del noroeste

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid</i>	Ávila	121
	Segovia	101
	Salamanca	232
	Zamora	297
	Valladolid	249
	Palencia	298
	León	420
	Santander	515
	Oviedo	559
	Gijón	591
	Lugo	729
	A Coruña	847
	Ferrol	864
	Ourense	704
	Santiago (por A Coruña)	915
	Santiago (por Ourense)	834
	Pontevedra	983
	Vigo (por A Coruña)	1.000
Vigo (por Ourense)	816	

#### Zona del este

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid</i>	Castellón	554
	Castellón (por Zaragoza)	692
	Cartagena	531
	Cuenca	209
	Huesca	405
	Gandia	553
	Lleida Pirineos	514
	Manresa	632
	Móra	508
	Reus	556
	Tarragona (por Zaragoza)	575
	Teruel	514
	Valencia (Euromed)	491
	Valencia (por Cuenca)	408



Valencia (por Zaragoza)	685
Xàtiva	435
Zaragoza (por Guadalajara)	326

#### Zona del norte

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid</i>	Burgos (directo a Madrid)	281
	Burgos (por Valladolid)	371
	Bilbao	473
	Bilbao (por Valladolid)	563
	Guadalajara	57
	Irún	550
	Irún (por Valladolid)	640
	Logroño	350
	Logroño (por Valladolid)	440
	Pamplona	498
	Pamplona (por Valladolid-Vitoria)	588
	Pamplona (por Valladolid-Logroño)	594
	San Sebastián	533
	San Sebastián (por Valladolid)	623
	Soria	250
	Vitoria	403
	Vitoria (por Valladolid)	493
	Zaragoza	495
Zaragoza (por Valladolid-Logroño)	585	

Zona del oeste y el sur

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Madrid</i>	Alicante	464
	Albacete	288
	Algeciras (por Granada)	804
	Almería	564
	Aranjuez	57
	Badajoz (por Cáceres)	458
	Badajoz (por Ciudad Real)	497
	Cáceres	339
	Badajoz (por Ciudad Real)	510
	Cádiz (por Badajoz)	855
	Cádiz (por Córdoba-Sevilla)	737
	Cádiz (por Granada-Sevilla)	882
	Ciudad Real	269
	Córdoba	450
	Fuengirola (por Córdoba)	654
	Fuengirola (por Granada)	727
	Granada	497
	Huelva Cargas	704
	Huelva Término	708
	Jaén	382
	Jerez de la Frontera (por Córdoba)	684
	Jerez de la Frontera (por Granada)	829
	Jerez de los Caballeros	570
	Jerez de la Frontera (por Badajoz)	802
	Málaga (por Córdoba)	624
	Málaga (por Granada)	697
	Manzanares	205
	Mérida (por Ciudad Real)	438
	Mérida (por Cáceres)	411
	Murcia	466
	Plasencia	275
	Sevilla (por Córdoba)	579
	Sevilla (por Granada)	724
	Sevilla (por Badajoz)	697
	Valencia Alcántara	426
	Zafra	523

**Distancias ferroviarias de Ferrocarrils de la Generalitat:**

### Línea de Barcelona-Manresa

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Barcelona – Plaça d'Espanya</i>	Magòria - La Campana	1,52
	Ildefons Cerdà	2,09
	Europa/Fira	2,8
	La Gornal	3,46
	Sant Josep	4,54
	L'Hospitalet - Av. del Carrilet	5,22
	Almeda	6,79
	Cornellà de Llobregat – La Riera	7,98
	Sant Boi de Llobregat	10,39
	Molí Nou - Ciutat Cooperativa	11,79
	Colònia Güell	12,58
	Santa Coloma de Cervelló	13,53
	Sant Vicenç dels Horts	15,67
	Can Ros	17,05
	Quatre Camins	17,94
	Pallejà	19,61
	Sant Andreu de la Barca	23,37
	El Palau	24,76
	Martorell - Vila	27,86
	Martorell - Central	29,57
	Martorell - Enllaç	30,17
	Abdera	34,68
	Olesa de Montserrat	37,46
	Montserrat - Aeri	44,61
	Monistrol de Montserrat	46,55
	Castellbell i el Vilar	50,76
	Sant Vicenç - Castellgalí	54,03
Manresa - Viladordis	61,18	
Manresa - Alta	62,67	
<i>Manresa baixador</i>	62,92	

### Línea de Barcelona-Igualada

ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA (km)
<i>Barcelona – Plaça d'Espanya</i>	Magòria - La Campana	1,52
	Ildefons Cerdà	2,09
	Europa/Fira	2,8
	La Gornal	3,46
	Sant Josep	4,54

L'Hospitalet - Av. del Carrilet	5,22
Almeda	6,79
Cornellà de Llobregat – La Riera	7,98
Sant Boi de Llobregat	10,39
Molí Nou - Ciutat Cooperativa	11,79
Colònia Güell	12,58
Santa Coloma de Cervelló	13,53
Sant Vicenç dels Horts	15,67
Can Ros	17,05
Quatre Camins	17,94
Pallejà	19,61
Sant Andreu de la Barca	23,37
El Palau	24,76
Martorell - Vila	27,86
Martorell - Central	29,57
Martorell - Enllaç	30,17
Sant Esteve Sesrovires	33,13
La Beguda	37,75
Can Parellada	38,25
Masquefa	40,18
Piera	46,42
Vallbona d'Anoia	51,57
Capellades	53,65
La Pobla de Claramunt	58,26
Vilanova del Camí	62,66
<i>Igualada</i>	63,71