

CONTRIBUCIÓN LOCAL AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

Aplicación al municipio de Vigo

Dirección: Luís Espada Recarey



VALEDOR DO CIDADÁN
Actuacións de Oficio

CONCELLO
DE VIGO



**CONTRIBUCIÓN LOCAL AL CAMBIO
CLIMÁTICO GLOBAL**
Aplicación al municipio de Vigo



Actuacións de Oficio
Valedor do Cidadán

Dirección

Luis Espada Recarey

Coordinación general

Víctor Manuel Martínez Cacharron

Juan Luis Sobrino Balboa

Revisión lingüística

Javier Iradiel Sánchez

Diseño y maquetación

Diego Durán

Imprime

Roel Artes Gráficas

ISBN

978-84-617-4922-5

Dep. Legal

VG 548-2016

Oficina do Valedor do Cidadan

R. Policarpo Sanz, 15 4º

Casa das Artes - 36202 VIGO

Tel: 986 430 047

Fax: 986 227 774

e-mail: valedordocidadan@vigo.org

web: <http://hoxe.vigo.org/oconcello/valedor>

ÍNDICE

RAZONES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE ESTUDIO	7
OBJETIVOS	9
INTRODUCCIÓN	11
1. Consecuencias del cambio climático a nivel global.	11
2. Consecuencias del cambio climático a nivel estatal.	12
3. Fuentes principales de emisiones de GEI.	13
INDICADORES COMUNES EUROPEOS DE SOSTENIBILIDAD	15
INDICADOR COMÚN EUROPEO A2: CONTRIBUCIÓN LOCAL AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL	19
INVENTARIO DE LAS EMISIONES DE GEI EN EL MUNICIPIO DE VIGO	21
1. Consideraciones previas	21
2. Distribución sectorial adaptada al caso de Vigo	21
3. Cálculo de emisiones de GEI	22
3.1 Sector energético	22
3.1.1 Industrias de la energía	23
3.1.2 Industrias manufactureras y de la construcción	27
3.1.3 Transporte	29
3.1.4 Otros sectores	40
3.2 Procesos industriales y uso de productos	46
3.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	46
3.4 Desechos	72
3.4.1 Incineración de RSU	73
3.4.2 Tratamiento y eliminación de las aguas residuales	74
3.4.3 Total emisiones desechos	75
3.5 Total emisiones	76
COMPARACIÓN DE EMISIONES CON RESPECTO AL AÑO 2003	79
1. Comparativa sector energético	79
1.1 Industrias de la energía	79
1.2 Industria manufacturera y de la construcción	80
1.3 Transporte	80
1.4 Otros sectores	81
2. Comparativa agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	82
2.1 Ganado	82
2.2 Tierra	82

2.3 Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ de la tierra	83
3. Comparativa sector desechos	83
4. Comparativa global emisiones GEI	85
Comparación con otras regiones y ciudades	86
CONCLUSIONES	91
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXO	100

RAZONES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE ESTUDIO

La Oficina do Valedor do Cidadán publicó un estudio, editado en gallego e inglés, sobre “Análisis de la Contribución del Municipio de Vigo al cambio climático”, que se basaba en el análisis e inventario de los factores del cambio climático correspondiente al año 2003. La metodología para llevarlo a cabo siguió la normativa dictada por el IPCC (Panel intergubernamental del cambio climático), adaptada a nivel internacional para la elaboración de sus inventarios de gases de efecto invernadero, y dada a conocer en el 2000.

Conviene recordar que en febrero del año 2000 se celebró en Hannover (Alemania) la tercera conferencia de las ciudades y villas hacia la sostenibilidad. En ese marco, fruto de la iniciativa “Hacia un perfil de sostenibilidad local. Indicadores comunes europeos”, se describe el indicador A-2 “Contribución local al cambio climático global”, que intenta cuantificar las emisiones de gases de efecto invernadero en cada ciudad.

El cálculo de las emisiones en el municipio de Vigo siguió la estructura propuesta por el IPCC. La distribución de los sectores analizados contempló siete apartados: 1) Energía (industrias del sector energético, industrias manufactureras y de la construcción, transporte y otros sectores). 2) Procesos industriales. 3) Uso de disolventes y otros productos. 4) Agricultura (Ganado doméstico, quema en campo de residuos agrícolas, suelos agrícolas). 5) Cambio del uso del suelo y silvicultura. 6) Tratamiento y eliminación de residuos (tratamiento de aguas residuales e incineración de residuos). 7) Otros. El análisis por actividades permitió determinar los principales causantes de las emisiones, destacando el consumo de energía con un 35,8% del total, seguido del transporte (29,6%) y de la actividad pesquera (15,3%). El estudio probaba que Vigo, con una emisión de 5,51 Tn de CO₂ equivalente/habitante año, se situaba en un puesto intermedio entre las ciudades europeas, donde Oslo (Noruega) y Pori (Finlandia) representaban los dos extremos con un 2,5 y 12,0, respectivamente.

En 2006, el IPCC proponía también una nueva metodología cuya distribución sectorial sólo se diferencia de la anterior en el apartado de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (Fermentación entérica, gestión del estiércol, tierras forestales que permanecen como tales, emisiones directas e indirectas de NO₂ de los suelos gestionados, emisiones de GEI de los incendios forestales) y en el apartado Desechos (incineración, tratamiento y eliminación de aguas residuales). Así pues, en esta nueva metodología, apartados como el de disolventes desaparecían y cambios en el uso de suelo y agricultura se fusionaban.

A partir de la actualización del inventario de emisiones de GEI, publicados y aplicados para la ciudad de Vigo hasta el año 2012, se ha podido obtener su incidencia local, cuantificar las Tn de CO₂ equivalentes y compararlas con las de otras ciudades españolas y europeas que han seguido la metodología propuesta por el IPCC (2006). Mediante estos datos, se puede comprobar que Vigo se encuentra en una situación intermedia (6,8 Tn CO₂ equivalentes/habitante año) superando ampliamente en emisiones de GEI a ciudades como Oslo (2,2) y Estocolmo (3,6), pero por debajo de

Lisboa (7,5), Praga (8,0) o Dublín (9,7), y siendo similar a Berlín (6,6), Helsinki (6,0) y Varsovia (6,3). Dentro del estado español, los valores de Vigo son semejantes a los de Alicante (6,1), inferiores a Toledo (12,8) o Gijón (27,5) y superiores a Zaragoza (2,2), Sevilla (4,2) y Valladolid (5,8).

Así pues, con el objetivo de actualizar el inventario de las emisiones GEI en Vigo y adaptarse a las nuevas directrices del IPCC, se ha llevado a cabo este estudio, donde se pormenoriza la distribución sectorial de las actividades que emiten GEI.

Luis Espada Recarey

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es determinar las emisiones de origen antropogénico de GEI en el municipio de Vigo. De este modo, se creará un marco de referencia que permitirá averiguar aquellos sectores causantes del efecto invernadero y determinar las líneas de actuación. Para ello, se seguirá la metodología elaborada por el IPCC, adoptada por la mayoría de países industrializados del mundo.

Las ciudades, como puntos de concentración de población y de actividades industriales, son los principales focos de emisión de gases de efecto invernadero. Es muy importante que cada localidad determine cuantitativamente el volumen de sus emisiones y que actúe en consecuencia para intentar reducirlas. El problema global debe ser abordado desde una perspectiva local con el fin de asegurar el desarrollo sostenible de la comunidad.

INTRODUCCIÓN

1. Consecuencias del cambio climático a nivel global.

Los últimos informes emitidos por el IPCC señalan con rotundidad que, si no se toman medidas drásticas para reducir la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, muchos aspectos referentes al clima y al medio ambiente cambiarán drásticamente en unos pocos años. Los principales cambios que se apuntan son los siguientes:

- **Temperatura:** es probable que la temperatura del planeta aumente entre 1°C y los 5°C de media durante este siglo.
- **Derretimiento de los glaciares y polos:** debido al incremento de la temperatura global, el Ártico podría deshelerse a mediados de siglo. Fue en el año 2007 cuando, por primera vez en los últimos 10.000 años, gran parte del polo norte se derritió en los meses de verano, lo que alarmó a la comunidad internacional. Algunos estudios dictaminan que si Groenlandia se derritiese por completo, el nivel del mar subiría por término medio más de 6 metros, lo que provocaría graves catástrofes a nivel global. Además, glaciares como los del Himalaya, Andes o incluso los Pirineos ven reducidos sus niveles de hielo año a año (desde el año 1894 hasta el año 2000 se ha perdido un 84% de superficie glaciar en estas zonas).
- **Subida del nivel del mar:** el deshielo de los polos originará un aumento del nivel del mar que, aunque no sea homogéneo en todas las regiones del mundo, provocará que multitud de islas en el Índico y Pacífico se vean abocadas a su desaparición. En el último informe del IPCC se hablaba sobre una subida media del nivel del mar entre 26 y 82 cm para el año 2100.
- **Acidificación de los océanos:** a lo largo de la historia, los océanos y los bosques fueron los encargados de captar todo el CO₂ desprendido por las acciones naturales ocurridas en el planeta. Pero, en las últimas décadas, la emisión de los GEI está ocasionando una progresiva acidificación de los océanos, lo que provocará alteraciones en la fauna marina como, por ejemplo, la destrucción de corales y la alteración del fitoplancton. Un estudio del Banco Mundial dictamina que si la temperatura media del planeta subiese más de 2°C, la población de corales se vería reducida en un 30%.
- **Alteraciones en el clima:** el cambio climático ocasionará que cada vez los inviernos tengan temperaturas más suaves pero los veranos serán más calurosos. Las olas de calor serán más frecuentes y el riesgo de sufrir cualquier catástrofe natural (inundaciones, sequías, huracanes) crecerá drásticamente en los próximos años. A su vez, las precipitaciones se verán reducidas en ciertas regiones del mundo y aumentarán en otras.

- Propagación de enfermedades: dado que la temperatura del planeta se incrementará, muchas zonas experimentarán cambios sensibles en su ecosistema, su fauna y su flora. Aparecerán nuevas especies en lugares desconocidos hasta ahora y otras desaparecerán: un estudio elaborado por la revista Nature dictamina que la población de pingüinos se verá reducida notablemente en las próximas décadas y la de osos polares podrá desaparecer completamente a lo largo de este siglo. Estas nuevas especies podrán traer enfermedades a países que no estaban afectados como, por ejemplo, la aparición de casos de malaria en Europa,... Por otro lado, la OMS advierte que la contaminación que sufren actualmente las grandes ciudades del mundo ocasionan la muerte prematura de cerca de 2 millones de personas al año.
- Plagas y alteraciones en la agricultura: la época de recolección de determinados alimentos como la patata, la cebada o el maíz sufrirá alteraciones debido al cambio climático. Por ejemplo, diversos estudios¹ mencionan que, en los últimos años, la recogida de la uva se está adelantando entre 2-3 semanas en las últimas décadas. A su vez, el calentamiento global está provocando un incremento en el número de plagas que afecta a la agricultura, lo que ocasiona problemas en la obtención de alimentos en algunas zonas del planeta.
- Posibles problemas sociales: debido tanto a la escasez de recursos hídricos en diversas zonas del planeta como a posibles desapariciones de varios países por la subida del nivel del mar y al aumento de plagas en la agricultura, los últimos informes emitidos por el IPCC afirman que, a finales de siglo, el mayor problema que tendrá que afrontar la humanidad será el de las migraciones de la población de los países más afectados a los que lo serán menos, lo que puede provocar guerras y conflictos.

2. Consecuencias del cambio climático a nivel estatal.

España está en una región que se verá muy alterada por el cambio climático, lo mismo que toda el área mediterránea. Esto provocará que los síntomas descritos en el apartado anterior se noten de una manera peculiar en el caso de la Península cuyas consecuencias más visibles serán las siguientes:

- El nivel del mar ascenderá, lo que podría provocar la desaparición de algunas zonas (por ej., La Manga del Mar Menor o el Delta del Ebro).
- El incremento de las temperaturas se notará de un modo más acusado en la vertiente mediterránea, mientras que la zona atlántica se verá menos afectada en este sentido.
- En la vertiente atlántica podría darse el caso de que apareciesen varias especies pertenecientes al clima mediterráneo y, en cambio, la zona sur de la Península sería cada vez más árida y menos recomendable para albergar cualquier cosecha o cultivo.

¹) Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario.

- La aparición de plagas y el fenómeno de la deforestación podría causar en que una buena parte de la superficie forestal se viera reducida, lo que ocasionaría una disminución considerable en su función de principal "sumidero" de CO₂. Además, debido a la reducción de las precipitaciones y a la subida de temperaturas, se incrementaría la frecuencia de aparición de incendios forestales, provocando una mayor emisión de CO₂ a la atmósfera.
- Se producirá una continua tendencia a la reducción de la periodicidad natural de las precipitaciones, siendo más pronunciada en la zona mediterránea, lo que ocasionará un descenso acusado de los recursos hídricos de las principales cuencas de la región. En la parte atlántica este fenómeno será menos apreciable, pero habrá un incremento de las lluvias en el otoño y un descenso de las mismas en la primavera, con cada vez más episodios de fuertes precipitaciones. Según un estudio del Ministerio de Medio Ambiente, en el año 2060 podría haber una reducción de un 17% de los recursos hídricos en la Península.
- Por último, la flora y la fauna pueden verse afectadas, ya que los procesos de migraciones se verán alterados por el incremento de la temperatura. Esto puede provocar la aparición de especies propias de otras latitudes y la desaparición de otras autóctonas.

3. Fuentes principales de emisiones de GEI.

El Inventario de Gases de Efecto Invernadero publicado por el Ministerio de Medio Ambiente señala que el 75% de los GEI emitidos en España durante el período 1990 a 2013 provienen del sector energético. Dentro de este sector, el transporte es el responsable del 25% de las emisiones y la generación de electricidad del 23%. En segundo lugar, el sector de la agricultura y ganadería genera un 12% de las emisiones, seguido por el de los procesos industriales y el de los residuos, con un 8% y un 5%, respectivamente.

Dada la gran dependencia que tiene España de los combustibles fósiles y la falta de incentivos económicos que han paralizado el uso de ciertas energías renovables, como la solar y la eólica, es evidente que el sector energético tradicional repercute de una manera considerable en el cómputo global de las emisiones.

El sector de los transportes, por su parte, genera también un elevado nivel de emisiones a la atmósfera. Durante los años en los que el precio de los combustibles fósiles era elevado, alternativas como los biocombustibles y el biogás ayudaron a crear en la idea de que era posible reducir la dependencia de los combustibles fósiles en este sector. En la actualidad, sin embargo, la caída del precio del crudo y el encarecimiento progresivo de la materia prima (maíz, cebada,...) utilizada para obtener biocombustibles, hace temer una más que posible vuelta a los combustibles fósiles y una reducción drástica de los biocombustibles en los transportes.

En el sector de la agricultura y ganadería, tanto los arrozales como los rumiantes son grandes focos de metano, un gas que contribuye en gran medida al efecto invernadero. Otro factor

importante es el aprovechamiento de muchas zonas forestales para los cultivos agrícolas, lo que origina una reducción de la masa forestal y, a su vez, una reducción de la superficie que sirve como sumidero de CO₂. También conviene destacar que los incendios forestales provocan, por una parte, una emisión de CO₂ a la atmósfera debido a la combustión y, por otra, la reducción de la masa forestal.

El sector de los procesos industriales ha experimentado una gran reducción de las emisiones debido a las medidas, tanto de ámbito estatal como europeo, que se han llevado a cabo para que el sector industrial siga creciendo, pero a su vez que garantice la no contaminación al medio ambiente.

El último "gran emisor" de GEI está relacionado con los residuos. En los últimos años, gran parte de la ciudadanía ha tomado conciencia de que, para vivir en un mundo mejor, hay que respetar el medio ambiente, siendo preciso, para ello, reciclar los residuos contaminantes. De este modo, en el ámbito gallego, empresas como Sogama, con su sistema de recogida de residuos, han facilitado que el problema de los desechos sea menos acuciante que hace unos años. Este tipo de empresas rechazan cada vez más los procesos de incineración de los residuos y apuestan, en mayor medida, por el reciclaje, lo que produce una reducción de gases de efecto invernadero.

Por último, destacar que, entre los GEI, el CO₂ es el responsable del 78% de las emisiones en España (año 2013). Le siguen el metano (12%) y el óxido nítrico (7%). Por el contrario, los gases fluorados apenas llegan al 3% del total de emisiones efectuadas en ese año.

INDICADORES COMUNES EUROPEOS DE SOSTENIBILIDAD

El desarrollo de un conjunto común de indicadores europeos de la sostenibilidad local tiene su origen en una iniciativa conjunta de la Dirección General de Medio Ambiente de la UE, de la Agencia Europea del Medio Ambiente y del Grupo de Expertos en Medio Ambiente Urbano de la Comisión Europea.

Esta iniciativa de seguimiento de la sostenibilidad a escala europea ha sido desarrollada aplicando una estrategia ascendente por un grupo de trabajo del Grupo de Expertos en Medio Ambiente Urbano, en estrecha consulta con autoridades locales de toda Europa.

El proyecto está destinado a apoyar a las autoridades locales en sus esfuerzos para lograr la sostenibilidad y para suministrar información objetiva y comparable sobre los progresos en materia de sostenibilidad en toda Europa. La iniciativa se basa en un conjunto común de indicadores integrados que reflejan las interacciones de los aspectos medioambientales, económicos y sociales. Esta iniciativa ha sido concebida para medir los avances o retrocesos en materia de sostenibilidad, y se centra en la magnitud de los cambios a lo largo del tiempo y, en lugar de proponer medidas concretas, trata de establecer tendencias y direcciones de su evolución.

El concepto de indicador (del latín *indicare*) significa revelar, señalar. Aplicado a la sostenibilidad, se concreta en un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica, según objetivos predeterminados, de algún aspecto considerado prioritario en las relaciones sociedad-entorno natural.

La propiedad fundamental de los indicadores es su capacidad para resumir diversos datos en una cantidad limitada de información clave significativa.

Un sistema de indicadores para la sostenibilidad es un conjunto de instrumentos de control y evaluación de la mejora medioambiental y de la calidad de vida, indispensables para hacer operativo el concepto de desarrollo sostenible. La función de estos indicadores es proporcionar, a lo largo del tiempo, información sobre los avances en el campo del medio ambiente y del desarrollo sostenible y, a su vez, dar a conocer a los ciudadanos estos avances. Los indicadores tienen como objetivo prioritario la evaluación, cuantificación y adecuación de las actuaciones previstas para la consecución de los objetivos incluidos en el programa de la Agenda 21 Local. Asimismo, los indicadores cuantifican la evolución en el tiempo de la situación medioambiental, social y económica del municipio, determinando tendencias y permitiendo, si fuera necesario, la corrección inmediata de algún factor determinado.

El resultado de este trabajo conjunto ha permitido la elaboración de un listado de la denominada "Primera generación de Indicadores Comunes Europeos".

Primera generación de indicadores comunes europeos

INDICADORES PRINCIPALES (Obligatorios)

- 1) Satisfacción de la ciudadanía con la comunidad local.
Satisfacción general de la ciudadanía con varios aspectos del municipio.
- 2) Contribución local al cambio climático global.
Emisiones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero.
- 3) Movilidad local y transporte de pasajeros.
Transporte diario de pasajeros, distancias y modos de transporte.
- 4) Existencia de zonas verdes públicas y de servicios locales.
Acceso de la ciudadanía a zonas verdes y servicios básicos próximos.
- 5) Calidad del aire en la localidad.
Número de días en que se registra una buena calidad del aire.

INDICADORES ADICIONALES (Voluntarios)

- 6) Desplazamientos de los niños entre la casa y la escuela.
Modo de transporte utilizado por los niños en los desplazamientos entre la casa y la escuela.
- 7) Gestión sostenible de la autoridad local y de las empresas locales.
Porcentaje de organizaciones públicas y privadas que adoptan y utilizan procedimientos de gestión ambiental y social.
- 8) Contaminación acústica.
Porcentaje de población expuesta a niveles de ruido ambiental perjudiciales.
- 9) Utilización sostenible del suelo.
Desarrollo sostenible, recuperación y protección del suelo y de los parajes del municipio.
- 10) Productos que fomentan la sostenibilidad.
Porcentaje del consumo total de productos que llevan la etiqueta ecológica y de productos biológicos u objeto de prácticas comerciales leales.

La división entre indicadores obligatorios y voluntarios es el resultado de facilitar a las ciudades que asuman el compromiso de implantar esta metodología de seguimiento, la posibilidad de sustituir algunos de estos indicadores por otros similares o retrasar su implantación.

Junto con su definición, el grupo de trabajo también propuso el desarrollo de unas fichas metodológicas para ayudar en la definición e implantación de los mismos, ya que la propia diversidad de las ciudades, unida a la dificultad de definir la sostenibilidad, dificulta la generalización de los indicadores, perdiendo su carácter de herramientas de análisis global.

Con estos indicadores comunes europeos, se obtiene un instrumento de evaluación de iniciativas y actuaciones a nivel local. Además, la catalogación mediante una base de datos sobre buenas prácticas de gestión urbana y sostenibilidad permite determinar de forma más progresiva las buenas prácticas europeas.

En el año 2000 se realizó la presentación oficial del Sistema de Indicadores en la Tercera Conferencia sobre Ciudades sostenibles realizada en Hannover en el mes de febrero y se adoptaron iniciativas de carácter voluntario por otras autoridades locales.

Durante este año, se acometió el periodo de prueba y proceso de perfeccionamiento de la metodología propuesta para el desarrollo de este nuevo instrumento de seguimiento por parte de las autoridades locales.

A lo largo del año 2001 y 2002 se llevó a cabo el diseño de la metodología final con el fin de obtener los datos de los indicadores por parte del Grupo de Expertos.

Se inició también el período de prueba del sistema por parte de las Autoridades Locales, incluyendo el desarrollo de los trabajos necesarios para realizar los cálculos y publicación de los resultados obtenidos.

INDICADOR COMÚN EUROPEO A2: CONTRIBUCIÓN LOCAL AL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

Este indicador sirve para medir equivalentes de CO₂; se refiere a las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, óxido nitroso y metano (principalmente). Se utiliza para medir dichas emisiones en una zona controlada por la administración local.

Las actividades locales cuyas emisiones han de medirse incluirán las que implican el uso de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural) con fines energéticos (incluido el transporte) y la gestión local de residuos.

La variación es la tendencia de la emisión de equivalentes de CO₂ y se calcula sobre la base de las cifras obtenidas en 1990.

Las emisiones de CO₂ atribuibles al sector energético (incluida la producción y el consumo de energía por parte de la industria, los hogares, el transporte, etc.) constituyen con diferencia la principal causa del efecto invernadero (la contribución de los países industrializados al total de emisiones ronda el 80%). Por este motivo, el sector energético, junto con la gestión de residuos, representa el principal ámbito de acción para la administración local.

Análisis de las variaciones en el tiempo (respecto a 1990)

A raíz del Protocolo de Kioto, el debate político en torno a los gases de efecto invernadero se centra en la necesidad de adoptar y cumplir ciertos objetivos relacionados con su variación.

Por supuesto, los valores absolutos (toneladas de emisiones, en general o per cápita) son importantes para evaluar la dinámica europea y local, pero conviene estudiar seriamente la posibilidad de comparar ciudades en términos de emisiones cuantitativas (por ejemplo, anualmente). De hecho, existen muchos condicionantes importantes para determinar el valor absoluto de las emisiones; en mayor o menor medida, éstas pueden o no depender de las políticas locales (por ejemplo, la existencia de fuentes locales de energía renovable como la energía hidráulica, o las condiciones climáticas). Todos estos parámetros externos deberían tenerse en cuenta y analizarse para efectuar una comparación fiable.

Por tanto, el indicador óptimo para comparar ciudades tendría que referirse a la comparación entre medidas efectivamente adoptadas con objeto de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Así, en lugar de aventurar una comparación entre diferentes ciudades sobre la base de los valores absolutos de sus emisiones, es preferible comparar distintas ciudades sobre la base de la variación temporal del indicador señalado. El cálculo general de equivalentes de CO₂ en el ámbito local (según se ha descrito antes) ha de realizarse con respecto a un año de referencia. De acuerdo con el protocolo de Kioto el año de referencia es 1990, pero conviene tener en cuenta que, quizá, no estén disponibles los datos de este año en todos los ámbitos locales.

Unidad de medición

Toneladas por año de CO₂ equivalente y porcentaje de variación (con respecto a un año de referencia, preferiblemente 1990)

Frecuencia de medición

Anual.

Para concluir, la finalidad principal del indicador A-2 es mostrar el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero de una determinada ciudad así como su tendencia. El objetivo último será la reducción de emisiones hasta un nivel adecuado que permita establecer un equilibrio con el medio que nos rodea. Por ello, para poder reducir las emisiones, primero es preciso saber en qué cantidad se producen y en qué medida varían.

Inventario de las emisiones de GEI en el municipio de Vigo

1. Consideraciones previas

En principio, debemos tener en cuenta que cada uno de los GEI afecta de distinta manera a la atmósfera y se mantiene allí durante un periodo de tiempo diferente. Por estas razones, se estableció una variable que determina la medida en la que un gas contribuye al calentamiento global, el denominado "Poder de Calentamiento Global" (PCG). Para poder comparar datos de distintos gases a la vez, el IPCC propuso como gas de referencia el dióxido de carbono y se estimó que el PCG del CO₂ sea siempre igual a 1.

Asimismo, algunos gases provocan mucho más calentamiento que el CO₂, pero desaparecen de la atmósfera en un tiempo menor. Por esta razón, ciertos gases pueden constituir un problema evidente y considerable durante un periodo corto de tiempo pero transcurrido éste, el problema resultará menor. Por el contrario, otros gases pueden tener una persistencia mayor en la atmósfera, lo que originará problemas durante un periodo de tiempo más largo. Por ejemplo, el PCG del metano durante 100 años equivale a 25, lo que significa que las emisiones de una tonelada métrica de metano equivalen a 25 de dióxido de carbono. Esta medida utilizada para indicar el PCG de los GEI es denominada CO₂ equivalente (CO₂-eq) y su uso es recomendado por el IPCC.

Para la elaboración de este inventario, los PCG que serán usados son:

GAS	Nomenclatura	PCG
Dióxido de carbono	CO ₂	1
Metano	CH ₄	25
Óxido nitroso	N ₂ O	298

2. Distribución sectorial adaptada al caso de Vigo

Para el cálculo de emisiones de GEI en el municipio de Vigo, se seguirá la metodología propuesta por el IPCC en su versión más renovada (2006), aunque adaptándola en la medida de lo posible a las condiciones específicas del área de Vigo. Por lo tanto, la distribución sectorial que se aplicará en este inventario será:

1. Energía

A. Actividades de combustión

1. Industrias de la energía
2. Industrias manufactureras y de la construcción
3. Transporte
4. Otros sectores
5. Total emisiones de "Sector energético"

2. Procesos industriales y uso de productos
3. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
 - A. Ganado
 1. Fermentación entérica
 2. Gestión del estiércol
 - B. Tierra
 1. Tierras forestales que permanecen como tales
 - C. Fuentes de emisión no CO₂ de la tierra
 1. Emisiones directas de NO₂ de los suelos gestionados
 2. Emisiones indirectas de NO₂ de los suelos gestionados
 3. Emisiones de GEI de los incendios forestales
 4. Total emisiones de "Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra"
4. Desechos
 1. Incineración de desechos
 2. Tratamiento y eliminación de aguas residuales
 3. Total emisiones "Desechos"
5. Total emisiones

3. Cálculo de emisiones de GEI

A continuación se realiza el cálculo de emisiones siguiendo la distribución sectorial definida en el apartado anterior.

3.1 Sector energético

Dentro de este apartado se engloban las actividades que emiten GEI procedentes de la quema de combustibles y las emisiones originadas por fugas en centros de almacenaje de combustibles sólidos, petróleo y gas natural. Como casi la totalidad de las emisiones proceden de las actividades de combustión, para la elaboración de este inventario de GEI no se tendrá en cuenta la parte referente a las emisiones fugitivas.

1. Energía
 - A. Actividades de combustión
 1. Industrias de la energía: comprende las emisiones correspondientes a la quema de combustibles en las industrias del sector energético y la extracción de combustibles.
 2. Industrias manufactureras y de la construcción: incluye las emisiones por la quema de combustibles en la industria, así como las emisiones ocasionadas por la obtención de calor y por la electricidad de uso propio en dichas instalaciones.

3. Transporte: comprende las emisiones por la quema y evaporación de combustibles en todas las actividades de transporte (excluido el transporte militar).
4. Otros sectores: incluye las emisiones por la quema de combustibles en el sector residencial, comercial e institucional, así como en la maquinaria usada para la agricultura y en el sector de la pesca.
5. Otros: para simplificar el inventario, este apartado no se tendrá en cuenta en la elaboración del mismo.

3.1.1 Industrias de la energía

En el municipio de Vigo no se localizan industrias que emitan GEI procedentes de la quema de combustibles fósiles en actividades de extracción de carburantes o de producción de energía. No obstante, debido al principio de responsabilidad, es necesario tener en cuenta las emisiones derivadas del uso de la energía final y las debidas a actividades situadas en la zona seleccionada. Por tanto, las emisiones originadas por la generación de electricidad pueden ser consideradas como responsabilidad del municipio de Vigo.

En la base de datos del Instituto Galego de Estadística (IGE), se puede acceder a la distribución de energía eléctrica por sectores y su uso. El problema surge a la hora de recabar datos de consumo del municipio de Vigo, ya que el nivel inferior de información suministrada por el IGE es a escala provincial. Para realizar una buena aproximación de los cálculos y extrapolarlos a Vigo, se tendrá en cuenta, en algunos casos, el porcentaje de población que representa el municipio a respecto de la provincia. Los últimos datos accesibles sobre el consumo de electricidad corresponden al año 2012 y, por ello, el cálculo tendrá como referencia este año.

La población² correspondiente a la provincia de Pontevedra y al municipio de Vigo (año 2012) es la siguiente:

Lugar	Nº habitantes
Provincia	958.428
Vigo	297.355

El 31,03 % de la población censada en la provincia de Pontevedra reside en Vigo. Teniendo en cuenta esta proporción, y con los datos disponibles en el IGE sobre la distribución de energía eléctrica a la provincia de Pontevedra por sectores (año 2012), se obtiene el cuadro mostrado a continuación:

²) Datos proporcionados por el Instituto Galego de Estadística

Distribución energía eléctrica en Vigo (2012)	
Actividad	MWh
Agricultura y pesca	12.763
Industria	285.175
Minas y canteras	5.349
<i>Energía y agua</i>	2.921
Carbón	8
Petróleo	1.677
<i>Metálicas básicas</i>	13.074
Siderurgia	5.113
<i>Metalurgia no férrea</i>	7.960
Alúmina y aluminio	0
<i>Transformadores metálicos</i>	98.330
Automóviles	86.912
Construcción naval	2.842
<i>Química, plásticos y caucho</i>	23.852
Electroquímica	0
Cerámica, vidrio, cemento y materiales de construcción	17.725
Textil, confección, calzado y cuero	3.648
Madera y corteza	8.932
<i>Papel y artes gráficas</i>	64.720
Artes gráficas y edición	1.722
Alimentos, bebidas y tabaco	46.625
Construcción	35.398
Servicios	442.046
Uso doméstico	424.248
No especificados	21.228
Total³	1.220.859

Una vez conocidos los datos de consumo de electricidad, es necesario saber las cantidades de energía proporcionada por cada tipo de central de producción. Para este apartado se estimará que el consumo eléctrico en Vigo sigue la misma proporción que a nivel autonómico. Según los datos facilitados por el "Balance Enerxético de Galicia (2012)", las fuentes de producción de electricidad para Galicia son:

Producción neta de energía eléctrica en Galicia (2012)		
Tipo de central	Producción neta (MWh)	Porcentaje
Hidroeléctrica	4.460.598	15,32%
Eólica	8.314.659	28,56%
Solar	17.076	0,06%
Termoeléctrica	16.320.201	56,06%
TOTAL	29.112.534	100,00%

Puesto que la producción de electricidad originada por las centrales solares representa un valor muy bajo con respecto a las otras centrales, para simplificar los cálculos no se tendrá en cuenta esta variable.

Por otra parte, como las centrales hidroeléctricas y eólicas forman parte del grupo de energías renovables, para determinar las emisiones de GEI, se considerará que tienen una repercusión nula en el medio ambiente atmosférico.

Según los datos facilitados por INEGA, los diferentes tipos de combustibles empleados en las centrales termoeléctricas de Galicia son los siguientes:

3) Para el cálculo del consumo eléctrico ya se han tenido en cuenta las pérdidas derivadas del transporte y distribución de la energía eléctrica, que según datos del Instituto Enerxético de Galicia (INEGA) corresponden a un 4,2% del total.

Energía eléctrica según tipo de central	Ktep	Porcentaje
Productos petrolíferos	95	3,42%
Carbón	1.053	37,93%
Gas natural	223	8,03%
Grande hidráulica	360	12,97%
Mini hidráulica	53	1,91%
Eólica	693	24,96%
Biomasa	36	1,30%
Biogás	2	0,07%
RSU	14	0,50%
Otros residuos	12	0,43%
Solar	1	0,04%
Electricidad importada	234	8,43%
Total	2776	100,00%

Con estos porcentajes, conociendo el consumo eléctrico del municipio de Vigo y aplicando la simplificación descrita anteriormente, se puede calcular la energía que proviene de cada central.

Tipo de central	Energía (MWh)	Energía (TJ)
Termoeléctrica carbón	482.549,80	1.737,18
Termoeléctrica productos petrolíferos	43.534,88	156,73
Cogeneración con gas natural	102.192,41	367,89

Asimismo, es necesario tener en cuenta que no toda la materia prima usada en las centrales termoeléctricas es convertida directamente en electricidad. En realidad, existen pérdidas producidas por la falta de eficiencia del ciclo térmico en cada una de las centrales señaladas. Los rendimientos de las tres centrales anteriores son:

Tipo de central	Rendimiento	Energía (TJ)
Termoeléctrica carbón	35%	4.963,37
Termoeléctrica productos petrolíferos	40%	391,81
Cogeneración con gas natural	60%	613,15

Para la siguiente fase de los cálculos, es necesario conocer los factores de emisión⁴ de los combustibles planteados en este apartado. Para simplificar estos cálculos, se escogerá el lignito como combustible de las centrales termoeléctricas de carbón, el fuelóleo residual para las de productos petrolíferos y el gas natural para las de cogeneración con dicho gas.

Al disponer de todos los datos anteriores, ya es posible realizar los cálculos de este apartado.

Tipo de central	Emisiones derivadas CO ₂	Emisiones derivadas CH ₄	Emisiones derivadas N ₂ O	Emisiones derivadas CO ₂ equiv
Termoeléctrica carbón	501.300,30	4,96	7,45	503.643,01
Termoeléctrica productos petrolíferos	30.326,40	1,18	0,24	30.425,84
Cogeneración con gas natural	34.397,96	0,61	0,06	34.431,57
			Total	568.500,42

De este modo, las emisiones correspondientes al consumo eléctrico en el municipio de Vigo tienen un valor de 568.500,42 Tn CO₂ equivalente, o lo que es lo mismo, 1,90 Tn CO₂ equiv/habitante.

3.1.2 Industrias manufactureras y de la construcción

Para elaborar los cálculos de este apartado se considerarán sólo aquellas emisiones que provengan de la quema de combustibles fósiles para la generación de calor, ya que el correspondiente al consumo de la energía ya fue considerado anteriormente. La principal dificultad para realizar estos cálculos es que no se dispone de datos específicos para Vigo sobre los consumos de combustibles utilizados para generar calor. Por tanto, es necesario utilizar los datos globales referidos a Galicia para poder luego extrapolarlos al nivel municipal requerido.

En primer lugar, es necesario conocer el número de industrias, tanto manufactureras como del sector de la construcción, que existen en Galicia y Vigo (año 2012)⁵. De esta forma, se podrá realizar una aproximación de los consumos a nivel municipal de Vigo. Según estadísticas del IGE, el número de industrias localizadas en Galicia y Vigo son:

Número de industrias manufactureras y constructoras en Galicia y Vigo			
Galicia		Vigo	
Industrias manufactureras	13.884	Industrias manufactureras	1.195
Industrias construcción	31.504	Industrias construcción	2.519
Total	45.388	Total	3.714

4) La tabla correspondiente a los factores de emisión se encontrará en la metodología propuesta por el IPCC

5) Datos proporcionados por el Instituto Galego de Estadística.

Con estos datos, el porcentaje de industria que representa Vigo con respecto a Galicia equivale al 8,18%.

En segundo lugar, a partir de los datos del “Balance Enerxético Galego del 2013”, se pueden calcular los consumos energéticos para originar calor por cada tipo de combustible utilizado:⁶

Consumos de calor en Galicia	
Tipo de combustible	Ktep
Gasóleo	282
Fuelóleo	347
GLP ⁶	163
Coque	30
Gas natural	412

Aplicando el criterio del número de industrias localizadas en Vigo, se obtienen los siguientes resultados:

Consumos de calor en Vigo	
Tipo de combustible	Ktep
Gasóleo ⁷	23,07
Fuelóleo	28,38
GLP	13,33
Coque	2,45
Gas natural	33,70

El siguiente paso es conocer la cantidad total de combustible utilizado para generar únicamente calor en el sector de la industria. Para ello se han utilizado datos del informe “Consumo de crudo y productos petrolíferos por sectores económicos” de Cores (Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos). Calculando los porcentajes y suponiendo que un 50% del coque y un 40% del gas natural son utilizados en la industria, se obtienen los siguientes valores:

⁶) GLP: Gas Licuado del Petróleo.

⁷) Para los datos de gasóleo, se tendrán en cuenta aquellos referidos a la categoría gasóleo C, ya que son los mayormente usados para uso industrial.

Consumo productos petrolíferos	
Tipo de combustible	Porcentaje uso calor en industria
Gasóleo C	22%
Fuelóleo	84%
GLP	8%
Coque de petróleo	50%
Gas natural	40%

Una vez conocidos todos estos valores, y comprobando los datos del factor de emisión de cada combustible analizado, ya es posible calcular el número de emisiones de GEI:

Emisiones (Tn)				
Tipo de combustible	Emisiones CO₂	Emisiones CH₄	Emisiones N₂O	CO₂ equiv
Gasóleo C	15.750,10	0,64	0,13	15.804,05
Fuelóleo	76.879,21	2,98	0,60	77.131,30
GLP	2.817,30	0,04	0,00	2.819,75
Coque de petróleo	3.241,56	0,15	0,03	3.254,60
Gas natural	2.305,57	0,04	0,00	2.307,82
			Total	101.317,52

De este modo, las emisiones correspondientes a la industria manufacturera y a la de construcción en el municipio de Vigo (2012) alcanzan la suma de 101.317,52 Tn CO₂ equivalente.

Teniendo en cuenta la población de Vigo en el año de referencia del inventario, resulta un total de 0,34 Tn/habitante.

3.1.3 Transporte

Dentro de este apartado se considerarán cuatro tipos de transporte que tienen especial relevancia en el municipio de Vigo: aéreo, ferroviario, marítimo y por carretera.

a) Transporte aéreo

Las emisiones procedentes del transporte aéreo comprenden las originadas por la aviación civil nacional e internacional (incluyendo todas las maniobras de vuelo), sin considerar la aviación de carácter militar.

En terrenos del municipio de Vigo se ubica parcialmente el Aeropuerto Internacional Vigo-Peinador. Debido a la importancia que tiene para la ciudad de Vigo y al hecho de que gran parte del tráfico aéreo de este aeropuerto es consecuencia directa de la propia ciudad, se considerarán las emisiones originadas de GEI en el aeropuerto como emisiones de Vigo (principio de responsabilidad).

La contribución del sector aéreo a las emisiones de GEI engloba a los gases procedentes de la aviación civil. En este grupo no se tendrán en cuenta las que procedan del sector militar.

Para la elaboración del inventario de emisiones del aeropuerto de Vigo, se ha seguido la metodología EMEP/CORINAIR (versión 2013), la cual divide al transporte aéreo en cuatro subactividades:

- Tráfico nacional en el aeropuerto (ciclo LTO < 1000 m altitud)
- Tráfico internacional en el aeropuerto (ciclo LTO < 1000m altitud)
- Tráfico nacional en crucero (ciclo LTO > 1000 m altitud)
- Tráfico internacional en crucero (ciclo LTO > 1000 m altitud)

Un concepto muy importante a la hora de calcular las emisiones de GEI en el sector aéreo es el ciclo LTO (Landing Take Off), que se refiere al número de actividades próximas al aeropuerto a una altura inferior a los 1000 m. Estas actividades son:

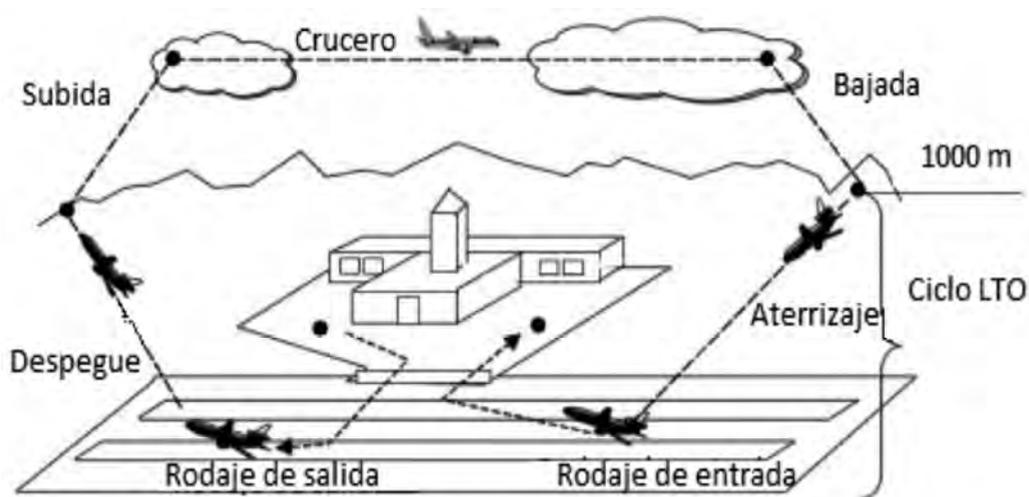
- Aterrizaje (*landing*): son las operaciones realizadas por el avión desde los 1000 m. de altura hasta que se alcanza la superficie de la pista del aeropuerto.
- Rodaje de entrada (*taxi in*): son las maniobras llevadas a cabo por el avión hasta alcanzar el punto de desembarque.
- Rodaje de salida (*taxi out*): son las maniobras que ejecuta el avión desde el punto de embarque hasta la cabecera de la pista.
- Despegue (*take off*): son las operaciones que realiza el avión en la pista para despegar.
- Subida inicial (*climb out*): son las operaciones ejecutadas por el avión hasta alcanzar los 1000 m. de altura.

La denominada fase de crucero comprende tres actividades:

- Subida (*climb*): son las operaciones llevadas a cabo por el avión desde que sobrepasa los 1000 m de altitud hasta que alcanza la altitud máxima.
- Crucero (*cruise*): fase en la que apenas hay variaciones de altitud.

- Bajada (*descent*): son las operaciones realizadas por el avión desde la altitud máxima hasta los 1000 m de altitud.

La siguiente imagen muestra las distintas fases del vuelo:



Debido a que las emisiones en la fase "crucero" no afectan directamente al aeropuerto, sólo se tendrán en cuenta aquellas originadas en el ciclo LTO.

El siguiente paso es conocer el tráfico aéreo del aeropuerto de Peinador, cuyos datos son proporcionados por AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea). Para el siguiente cálculo se han tenido en cuenta varias simplificaciones. Por un lado, se incluyen las emisiones de los aviones comerciales que acuden regularmente al aeropuerto de Vigo y, por otro, se considera que los distintos modelos de una misma compañía presentan factores de emisión de gases con criterios similares. Finalmente, para calcular las emisiones se seguirá el método 2 descrito en la metodología EMEP/CORINAIR en su versión más renovada. A partir de todo esto se obtienen los siguientes resultados:

Tipo genérico de aeronave	Nº operaciones	Factor emisión CO₂ (kg/ciclo LTO)	Factor emisión CH₄ (kg/ciclo LTO)	Factor emisión N₂O (kg/ciclo LTO)
Airbus A320	3.320	2.440	0,06	0,1
Embraer ERJ-195 Legacy 1000	2.068	990	0,06	0,03
Canadair regional JET 200	859	1.060	0,06	0,03
Embraer RJ 145	598	990	0,06	0,03
Embraer 170	587	990	0,06	0,03
Canadair regional JET 900	479	1.060	0,06	0,03
Boeing 737-800	438	2.780	0,07	0,1
Bombardier regional JET- 1000	375	1.800	0,14	0,1
Airbus A319	234	2.310	0,06	0,1
Embraer 190	196	990	0,06	0,03
Boeing 717	136	2.140	0,01	0,1
Embraer RJ190	91	990	0,06	0,03
Airbus A321	24	3.020	0,14	0,1
McDonell Douglas MD83	10	3.180	0,19	0,1
McDonell Douglas MD80	4	3.180	0,19	0,1
McDonell Douglas MD 97	4	2.760	0,01	0,1
Otros	5	1.794	0,01	0,01

Aplicando estos valores, es posible calcular la cantidad de emisiones generadas.

Tipo genérico de aeronave	Emisiones (Tn)			
	Emisiones CO ₂	Emisiones CH ₄	Emisiones N ₂ O	Emisiones CO ₂ equiv
Airbus A320	8.100,80	0,20	0,33	8.204,72
Embraer ERJ-195 Legacy 1000	2.047,32	0,12	0,06	2.068,91
Canadair regional JET 200	910,54	0,05	0,03	919,51
Embraer RJ 145	592,02	0,04	0,02	598,26
Embraer 170	581,13	0,04	0,02	587,26
Canadair regional JET 900	507,74	0,03	0,01	512,74
Boeing 737-800	1.217,64	0,03	0,04	1.231,46
Bombardier regional JET-1000	675,00	0,05	0,04	687,49
Airbus A319	540,54	0,01	0,02	547,86
Embraer 190	194,04	0,01	0,01	196,09
Boeing 717	291,04	0,00	0,01	295,13
Embraer RJ190	90,09	0,01	0,00	91,04
Airbus A321	72,48	0,00	0,00	73,28
McDonell Douglas MD83	31,80	0,00	0,00	32,15
McDonell Douglas MD80	12,72	0,00	0,00	12,86
McDonell Douglas MD 97	11,04	0,00	0,00	11,16
Otros	8,97	0,00	0,00	8,99
			Total	16.078,89

Las emisiones correspondientes al sector aéreo en el municipio de Vigo alcanzan la suma de 16.078,89 Tn CO₂ equivalente.

Teniendo en cuenta la población en Vigo en el año de referencia del inventario, resulta un total de 0,05 Tn/habitante.

b) Transporte ferroviario

Las emisiones debidas al transporte ferroviario son las producidas por el uso de combustibles en las locomotoras.

Para realizar los cálculos de emisiones del transporte ferroviario en Vigo, hay que conocer, en primer lugar, el número de viajes realizados en el año de estudio en la estación de tren del municipio. Los datos proporcionados por RENFE proporcionan el tráfico anual de trenes de pasajeros en la estación de Vigo. Tarea más complicada resulta determinar el número exacto de trenes de mercancías, ya que no se encuentran datos disponibles para el año de referencia. Dado que sí disponemos de estos últimos datos para el año 2003, se puede suponer que la variación de la cantidad de trenes de mercancías entre los dos años de referencia (2003 y 2012) sigue la misma proporción que la conocida para el caso de los trenes de pasajeros. La siguiente tabla muestra el número total de trenes de pasajeros y de mercancías en la estación de Vigo (2012):

Número de trenes en la estación Vigo			
Año 2003		Año 2012	
Trenes pasajeros	7.574	Trenes pasajeros	10.071
Trenes mercancías	765	Trenes mercancías	1.017

Para la elaboración del cálculo de emisiones tenemos que suponer también que los trenes recorren por término medio 5 km para poder entrar y salir de los límites del municipio.

Por otra parte, es necesario considerar la distinción entre aquellos trenes que utilizan combustible para desplazarse y los que usan energía eléctrica, ya que el volumen de emisiones es diferente. ADIF, en uno de sus últimos informes sobre la sostenibilidad, daba a conocer que un 75% de sus trenes funcionaban con energía eléctrica y un 25% lo hacía con combustibles. Por tanto, debemos suponer que los trenes de pasajeros MD (Vigo – A Coruña) utilizan energía eléctrica para su funcionamiento, ya que son los que con más frecuencia salen de la estación de Vigo, y que los trenes de mercancías deben incluirse en el grupo de los que utilizan combustible para desplazarse.

Para elaborar el cálculo de los trenes que utilizan combustible se utilizarán los valores de los factores de emisiones que aparecen en la metodología EMEP/CORINAIR (2013), que son los siguientes:

Factor de emisiones	CO₂	CH₄	N₂O
kg/Tn gasóleo	3140	0,024	0,179

Para los datos de consumo por km, se considerará 1,4 l/km para los trenes de pasajeros⁸ y de 4,43 l/km para los trenes de mercancías.

Una vez obtenidos todos los valores y teniendo en cuenta las unidades de los factores de emisión, se pueden obtener los datos siguientes:

8) Datos obtenidos de < http://www.renfe.com/viajeros/huestros_trenes/ >

Emisiones (Tn) ferrocarril	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂ equiv
Consumo gasóleo tren pasajeros (Tn)	91,91	0,0007	0,0052	93,49
Consumo gasóleo tren mercancías (Tn)	60,04	0,0005	0,0034	61,07
Total consumo trenes (Tn)	151,95	0,0012	0,0086	154,56

Para calcular las emisiones de los trenes que utilizan electricidad para desplazarse, es necesario conocer el consumo en kwh/km de los mismos. En este caso sólo se tendrá en cuenta el tren Media Distancia, por lo que se considerará que el valor del consumo sea de 7,10 kwh/km⁹. Para otorgarle más precisión a los valores obtenidos, se tendrá en cuenta que un 56,06% de la energía eléctrica suministrada proviene de centrales termoeléctricas que utilizan combustibles fósiles y, para simplificar el proceso de cálculo, se supondrá que únicamente es utilizado fuel. Por tanto, aceptando las premisas de que cada tren recorre 5 km y que durante el transcurso de ese año un total de 5.110 trenes de este modelo salieron o entraron de la estación de Vigo, se obtienen los siguientes resultados:

Emisiones (Tn) ferrocarril	Emisiones CO₂	Emisiones CH₄	Emisiones N₂O	Emisiones CO₂ equiv
Total consumo trenes (Tn)	28,33	0,001098	0,0000366	28,37

Sumando los dos tipos de emisiones calculadas, se obtiene la suma de 188,92 Tn CO₂ equivalentes para el municipio de Vigo.

Teniendo en cuenta la población en Vigo en el año de referencia del inventario, resulta un total de 0,00062 Tn/habitante que, como se puede comprobar, es un dato muy reducido en comparación con el resto de sectores analizados.

c) Transporte marítimo

En este apartado son contabilizadas todas aquellas emisiones producidas por embarcaciones para transporte de viajeros y para traslado de mercancías. En este grupo no se tendrán en cuenta las relacionadas con el sector pesquero, ya que se pretende hacer una diferenciación entre las embarcaciones que se encuentran de tránsito por Vigo y aquellas que ejercen su actividad únicamente en los límites del municipio.

Para elaborar el inventario de emisiones de GEI referente al transporte marítimo, es necesario conocer el tráfico portuario en Vigo. Esta información fue obtenida de la "Memoria Anual del Puerto de Vigo 2012". Asimismo, a partir de la metodología del IPCC (2006), es posible conocer los consumos de los diferentes tipos de buques que pasaron por el puerto en el año de referencia

9) Datos obtenidos de "Metodología de cálculo del consumo de energía de los trenes de viajeros y actuaciones en el diseño del material rodante para su reducción", perteneciente a la Fundación de Ferrocarriles Españoles

del estudio. Para simplificar los cálculos, se usarán los parámetros de consumo medios. A partir de esta información, se obtiene la siguiente tabla:

Tipo de buques	Nº buques	Consumo promedio combustible (Tn/día)	Consumo promedio combustible (Tn/h)
Graneleros líquidos (tanques)	20	41,8	1,74
Graneleros sólidos	55	33,8	1,41
Carga general	210	21,3	0,89
Ro-ro ⁹	441	32,3	1,35
Cruceros	103	70,2	2,93
Portacontenedores	511	65,9	2,75
Otros buques mercantes	264	26,4	1,10
Total	1604	41,67	1,74

Además, hay que considerar la velocidad media de los buques que ronda en torno a unos 15 nudos/h para recorrer las 12 millas que conforman las aguas territoriales del municipio. Con estos dos valores es posible calcular el tiempo empleado por los buques (por término medio), que será de 0,80 horas. Aplicando estos datos se obtiene:

Tipo de buques	Combustible total (Tn)
Graneleros líquidos (tanques)	27,86
Graneleros sólidos	61,96
Carga general	149,07
Ro-ro	474,72
Cruceros	240,98
Portacontenedores	1.122,29
Otros buques mercantes	232,28
Total	2.227,63

Utilizando los factores de emisión¹¹ proporcionados por la metodología IPCC (2006), es posible realizar el cálculo total de emisiones del transporte marítimo:

10) RO-RO es un acrónimo del término inglés Roll On-Roll Off, con el cual se denomina a todo tipo de buque, o barco, que transporta cargamento rodado, tanto automóviles como camiones

11) Para simplificar los cálculos, en la obtención de los factores de emisión se ha decidido utilizar el término medio de los valores correspondientes al diésel y al petróleo.

Factor de emisiones	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
kg/tn gasóleo	3156,5	0,29	0,09

Emisiones (Tn) marítimo	Emisiones CO ₂	Emisiones CH ₄	Emisiones N ₂ O	Emisiones CO ₂ equiv
2227,63	7.031,51	0,6460	0,2005	7.107,41

Por consiguiente, las emisiones correspondientes al sector marítimo en el municipio de Vigo alcanzan la suma de 7.107,41 Tn CO₂ equivalente.

Teniendo en cuenta la población en Vigo en el año de referencia del inventario, resulta un total de 0,024 Tn/habitante.

d) Transporte por carretera

El transporte por carretera produce anualmente grandes cantidades de emisiones de GEI en la mayoría de zonas urbanas del planeta y Vigo no iba a ser una excepción. La dificultad para valorar este sector reside en la complejidad de calcular el volumen de emisiones debido a la multitud de variables que presenta este tipo de transporte (características de cada vehículo, variabilidad de factores como la aceleración, velocidad, número de paradas, las formas de conducción de cada usuario, etc...). Además, a la hora de contabilizar las emisiones, se puede producir una distorsión en los datos, ya que en muchos lugares de tránsito se imputarán grandes cantidades de emisiones que no pertenecen explícitamente a vehículos del municipio estudiado. Por tanto, para realizar el cálculo de emisiones GEI debidas al transporte rodado en Vigo, sólo se tendrán en cuenta los vehículos matriculados en el municipio.

Para obtener los resultados de este apartado se usará la metodología utilizada por el último Inventario de Emisiones de GEI en Galicia (2004), que se basa en el Programa AUTOIL II.

La fórmula que se aplicará será:

$$E_i = \sum (F_{ik} * K_{PVk} * N_k)$$

Siendo:

- E_i = emisiones anuales del contaminante "i" (Tn/año)
- K_{PV_k} = distancia media anual recorrida por categoría de vehículo "k" (km/vehículo*año)
- N_k = número de vehículos "k"

El Programa AUTOIL II proporciona los factores de emisión y los km recorridos, clasificando los vehículos en varias categorías:

- Turismos de gasolina
- Turismos diésel

- Vehículos para servicio ligero (carga útil < 3Tn)
- Vehículos para servicio pesado (carga útil > 3 Tn)
- Autobuses
- Motocicletas

Para obtener los valores de los factores de emisión y el KPV por vehículo, se considera que los valores del 2012 siguen la misma proporcionalidad que los de los años 1990 y 2001 (obtenidos del Inventario de Emisiones de Galicia).

Categoría	CO₂ (g/km)	CH₄ (g/km)	N₂O (g/km)	KPV (km/vehículo)
Turismos gasolina	158,756	0,021	0,045	19.743,90
Turismos diésel	154,586	0,003	0,021	19.743,90
Vehículos servicio ligero (< 3 Tn)	262,824	0,020	0,020	19.067,65
Vehículos servicio pesado (> 3 Tn)	598,913	0,077	0,042	70.823,54
Autobuses	730,657	0,243	0,035	151.505,18
Motocicletas	45,684	0,060	0,001	17.315,50

Por otra parte, según datos del IGE, el número de vehículos registrados en Vigo (2012) es el siguiente:

Categoría	Nº vehículos (2012)
Automóvil	148.179
Camiones y furgonetas	18.942
Autobuses	278
Motocicletas	22.329
Tractores industriales	770
Otros	3.474
TOTAL	193.972

Para adaptarnos a las categorías propuestas por el Programa AUTOIL II, se deben realizar varias aproximaciones complementarias. Según datos de la DGT, la proporción de turismos que utilizan gasolina o diésel en la provincia de Pontevedra es del 36,60% y 63,40%, respectivamente. Por tanto, podemos admitir que esa misma proporción sirve para la ciudad de Vigo.

La DGT también proporciona datos relevantes con referencia al número de furgonetas y camiones (ligeros o pesados) existentes en la provincia de Pontevedra. La cantidad de estos vehículos, con una carga nominal inferior a las 3 Tn, supone el 85,3% del parque móvil total de furgonetas y camiones. Asimismo, las que tienen una carga nominal superior a las 3 Tn representan un 14,57% del total. Como hemos razonado en el caso de los turismos, se considera que el municipio de Vigo sigue esta proporción.

De este modo, la cantidad de vehículos existentes en Vigo, adaptada a la metodología del Programa AUTOIL II, sería la siguiente:

Categoría	Nº vehículos (2012)
Turismos gasolina	54.236
Turismos diésel	93.917
Vehículos servicio ligero (< 3 Tn)	16.181
Vehículos servicio pesado (> 3 Tn)	2.761
Autobuses	278
Motocicletas	22.329

Una vez obtenidos todos los datos necesarios, ya es posible calcular la cantidad de emisiones GEI, que serán:

Categoría	Emisiones (Tn)			
	CO₂	CH₄	N₂O	CO₂ equiv.
Turismos gasolina	170001,40	22,99	47,73	184.799,27
Turismos diesel	286647,37	5,49	38,74	298.329,61
Vehículos servicio ligero (< 3 Tn)	81092,00	6,17	6,02	83.039,11
Vehículos servicio pesado (> 3 Tn)	117097,86	15,05	8,17	119.908,80
Autobuses	30774,13	10,23	1,47	31.466,87
Motocicletas	17663,10	23,18	0,54	18.403,20
			Total	735.946,85

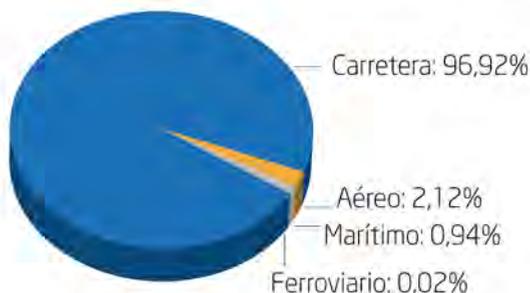
Como se puede observar, las emisiones correspondientes a Vigo (2012) procedentes del sector transporte por carretera suman un total de 735.946,85 Tn CO₂ equivalentes, por lo que a cada habitante de la ciudad le corresponderían 2,48 Tn CO₂.

e) Total transporte

Una vez calculadas todas las emisiones procedentes del sector transporte, se puede apreciar que la modalidad por carretera es, con diferencia, la que emite una mayor cantidad de GEI a la atmósfera. En segundo lugar se encuentra el transporte aéreo, seguido del marítimo. En último lugar, de una manera casi testimonial, se encuentra el transporte ferroviario. En la siguiente tabla se determina el peso que cada modalidad representa en las emisiones totales referentes al transporte:

Transporte	Tn CO ₂ equivalentes	Porcentajes
Aéreo	16.078,89	2,12%
Ferrovionario	188,92	0,02%
Marítimo	7.107,41	0,94%
Carretera	735.946,85	96,92%
Total	759.322,07	100,00%

Porcentaje de emisiones de CO₂ equivalente debidas a cada sector del transporte



3.1.4 Otros sectores

Además de las actividades relacionadas con la combustión industrial y el transporte, existen otras actividades que emiten GEI y que es necesario tener en cuenta. Dentro de este grupo se integran los siguientes sectores:

- Sector comercial e institucional: se consideran todas las emisiones procedentes de la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales.
- Sector residencial: se refiere a todas las emisiones procedentes de la quema de combustibles en los hogares.

- Sector agrícola y pesquero: se incluyen las emisiones procedentes de los combustibles utilizados por los vehículos de tracción y bombas, y utilizados en cultivos o en actividades forestales y pesqueras.

a) Sector residencial, institucional y comercial

Las fuentes que emiten GEI en estos sectores se corresponden con los sistemas de calefacción y de leña y que consumen principalmente gasóleo C, GLPs, gas natural y biomasa.

Debido a que el uso de la biomasa aún sigue siendo mayoritario en zonas rurales, y ante la complejidad de calcular el consumo debido a la dificultad de encontrar datos al respecto, este factor se considera poco importante en el ámbito municipal de Vigo.

Como se ha descrito en el apartado relacionado con la industria manufacturera, los consumos de tipos de combustibles para la generación de calor en Galicia proporcionados por el INEGA son los siguientes:

Consumos de tipos de combustibles para generación de calor en Galicia	
Tipo de combustible	Ktep
Gasóleo	282
Fuelóleo	347
GLP	163
Coque	30
Gas natural	412

En este caso, para poder extrapolar los valores al ámbito municipal de Vigo se tendrán en cuenta la proporción la población de la ciudad con respecto a la provincia de Pontevedra (para el caso del sector residencial) y la del número de locales destinados al sector servicios del municipio con respecto al total de la provincia (para el sector comercial).

Con los datos de población estimados en el apartado dedicado al consumo eléctrico, la población viguesa representa el 31,03 % de la censada en la provincia de Pontevedra.

Para conocer el número de locales destinados al sector servicios existentes en Vigo y en la provincia, es necesario consultar los datos del IGE. En el año 2012, el número de este tipo de locales en Vigo era de 18.856 y en la provincia de Pontevedra ascendía a un total de 52.600. Por consiguiente, en Vigo radican un 35,85% de los locales destinados a este sector en la provincia de Pontevedra.

Para integrar los cálculos de los dos sectores estudiados (residencial y comercial), hemos adoptado los criterios de proporción que se suelen admitir en el consumo de energía total. Según datos de

Eurostat (2012), el sector servicios representaba el 11% de la energía total consumida, mientras el residencial alcanzaba el 19%.

Por último, hay que tener en cuenta también los porcentajes de combustibles que se utilizan para el sector residencial y el comercial. En el sector correspondiente a la industria manufacturera ya se ha hecho mención a los porcentajes de combustibles utilizados, por lo que para estos sectores serán los siguientes:

Consumo productos petrolíferos	
Tipo de combustible	Porcentaje uso calor en comercial/residencial
Gasóleo C	78%
Fuelóleo	16%
GLP	92%
Coque de petróleo	50%
Gas natural	60%

Aplicando los factores de emisión correspondientes¹², la cantidad de emisiones será:

Tipo de combustible	Consumo (TJ)	Emisiones (Tn)			
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equiv.
Gasóleo C	906,07	67.139,51	9,06	0,54	67.528,03
Fuelóleo	228,70	17.701,47	2,29	0,14	17.799,53
GLP	617,74	38.979,48	3,09	0,06	39.075,11
Coque	61,78	5.844,82	1,55	0,09	5.911,19
Gas natural	1018,28	57.125,74	5,09	0,10	57.283,37
				Total	187.597,24

Estos resultados indican que para el año 2012 se generaron en Vigo un total de 187.597,24 Tn de CO₂ equivalente provenientes del sector residencial/comercial, lo que se traduce en unas 0,63 Tn/habitante.

b) Sector agrícola y pesquero

Para calcular las emisiones de GEI en estos dos sectores se ha tenido en cuenta el consumo de combustibles utilizado en las maquinarias y en los barcos pesqueros. Debido a que casi la

¹²⁾ La tabla correspondiente a los factores de emisión se encontrará en la metodología propuesta por el IPCC. Tanto para el sector residencial como para el comercial, los factores de emisión son idénticos salvo en el caso del coque, por lo que para estimar el valor del factor, se ha decidido por el valor medio.

totalidad utilizan para su funcionamiento gasóleo B, se considerarán únicamente los factores de emisión de este combustible a la hora de realizar los cálculos.

Sector agrícola

Para estimar las emisiones de GEI se realizarán varias suposiciones, ya que no se pueden obtener datos concretos para el municipio de Vigo.

En primer lugar, se considerará que las emisiones son originadas por la maquinaria agrícola y que ésta es proporcional a la superficie cultivable. Los últimos datos ligados a la superficie agrícola utilizada (SAU) en las diversas zonas geográficas son los facilitados por el “Censo Agrario del 2009”, por lo que éstos se equiparán a los del año 2012. Debido a la metodología usada para el cálculo de emisiones de este apartado, es necesario conocer los valores correspondientes a la SAU de las provincias de Pontevedra y Ourense, así como del municipio de Vigo.

Zonas	Superficie (ha) (2009)		
	Cultivada	Total	Cultivada/total
Pontevedra	74.479	449.500	16,57%
Ourense	95.679	727.300	13,16%
Vigo	110	10.906	1,01%

El “Balance Enerxético de Galicia 2012” proporciona los datos de consumo del sector agrícola y pesquero (512 ktep) para toda la Comunidad Autónoma, agrupando dentro de este valor los del sector agrícola y pesquero. Para obtener el consumo correspondiente a cada sector, se considerarán los datos de consumo por provincia y se utilizará como referencia el de Ourense, ya que es la única que no tiene sector pesquero en Galicia, pues en el Balance Enerxético (2012) no aparecen los consumos desagregados por provincias. En consecuencia, es necesario considerar que existe una relación entre el consumo total gallego del año 2003 y 2012, y utilizar una proporción razonable para obtener los diferentes consumos por provincias.

Año 2003 (Ktep)			Año 2012 (Ktep)		
Galicia	Pontevedra	Ourense	Galicia	Pontevedra	Ourense
565	247	55	512	224	50

Para calcular la cantidad de consumo de combustible en el ámbito local de Vigo, podemos tomar como referencia que el 77,84% de la energía total empleada en Ourense, para el sector agrícola, es consumida en Pontevedra¹³. Utilizando los valores del porcentaje de consumo en Pontevedra,

¹³ Este valor representa la superficie total cultivada de la provincia de Pontevedra con respecto a la de Ourense.

la relación de superficies cultivables entre Vigo y toda la provincia, y los factores de emisión del gasóleo facilitados por el IPCC 2006, se pueden obtener las emisiones referentes al sector agrícola, que son de 177,825 Tn CO₂ equivalentes.

Sector	Combustible	Consumo (TJ)	Emisiones (Tn)			
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equiv
Agricultura	Gasóleo B	2,386	176,803	0,024	0,001	177,825

Sector pesquero

El sector pesquero tiene gran importancia en Vigo. Para calcular las emisiones de GEI atribuibles a este, se han considerado (lo mismo que en el sector agrícola) aquellas originadas por los combustibles empleados por las embarcaciones destinadas a la recogida de pescado de la zona marítima del municipio, en este caso gasóleo B. Como hemos mostrado anteriormente, el consumo del sector agrícola en Vigo fue de 2,386 TJ. Aplicando la suposición de la relación de superficies cultivables entre Vigo y la provincia, se obtiene que un total de 1615,52 TJ fueron consumidos en Pontevedra. De este modo, partiendo previamente del consumo total para la provincia calculado anteriormente (224 ktep), se deduce que el consumo del sector pesquero en Pontevedra fue de 185,406 ktep.

En este caso, para poder extrapolar este valor a Vigo, se usará la relación entre el porcentaje de pescado descargado en el puerto de Vigo y el total de la provincia de Pontevedra. Según datos facilitados por Puertos del Estado¹⁴, durante ese año fueron descargadas un total de 82.695 Tn de pesca fresca y congelada en el puerto de Vigo, y 361.176 Tn en Galicia. Con estos datos, conociendo que hay 45 puertos dentro de la provincia de Pontevedra¹⁵, es posible determinar que el puerto de Vigo representa un 65,63% de la pesca fresca y congelada descargada en toda la provincia de Pontevedra.

Por tanto, conociendo los datos de consumo para Pontevedra y la cantidad de toneladas de pescado descargado en Vigo, se pueden calcular los niveles de emisiones de GEI del sector pesquero según la escala de factores de emisión propuesta por el IPCC 2006:

Sector	Combustible	Consumo (TJ)	Emisiones (Tn)			
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equiv
Pesquero	Gasóleo B	5.094,99	377.538,76	50,95	3,06	379.723,49

Se puede comprobar la trascendencia del sector pesquero en Vigo, ya que las emisiones generadas superan ampliamente a las correspondientes al sector agrícola.

¹⁴) Anuario Estadístico (2012).

¹⁵) Datos facilitados por "Puertos de Galicia", <http://www.portosdegalicia.gal/gl/web/portos-de-galicia/sist-port>

Sumando los dos sectores analizados se obtienen los siguientes resultados:

Total	Combustible	Consumo (TJ)	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equiv
	Gasóleo B	5.097,376	377.715,56	50,97	3,06	379.901,32

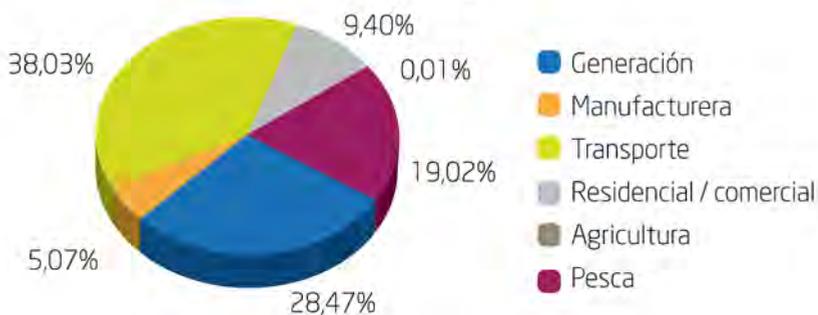
De este modo, 379.901,32 Tn equivalentes de CO₂ fueron emitidas en el 2012 correspondientes a los sectores agrícola y pesquero, lo que se traduce en 1,269 Tn CO₂ equiv/habitante.

3.1.5 Total emisiones de "Sector energético"

El sector energético emitió en 2012 un total de 1.996.640,565 Tn CO₂ equivalentes, siendo el transporte y la generación de energía eléctrica las actividades que más contribuyeron a las emisiones de CO₂.

Sectores	Tn emisiones CO ₂	Porcentaje
Generación	568.500,42	28,47%
Manufacturera	101.317,52	5,07%
Transporte	759.322,07	38,03%
Residencial/comercial	187.597,24	9,40%
Agricultura	178,825	0,01%
Pesca	379.724,49	19,02%
TOTAL	1.996.640,565	100,00%

Emisiones Tn CO₂ sector energético



Teniendo en cuenta la población residente en el municipio en el año del estudio, el promedio de emisiones de CO₂ equivalente por habitante en 2012 alcanzó la suma de 6,67 Tn CO₂ equiv, lo que supone que la gran mayoría de emisiones de CO₂ a la atmósfera son debidas al sector energético.

3.2 Procesos industriales y uso de productos

Una vez analizadas las emisiones derivadas del sector energético, el siguiente punto que destaca el IPCC (2006) es el referido a los procesos industriales. Debido a que en el municipio de Vigo no existen industrias generadoras de grandes emisiones en sus procesos, como por ejemplo las industrias químicas o cementeras, en la elaboración de este inventario se considerarán estas emisiones insignificantes.

3.3 Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Es, en este punto, donde la nueva actualización del IPCC (2006) tiene mayores diferencias que en la pasada edición (1996), ya que integra en un mismo apartado "Agricultura" y "Cambio de uso del suelo y silvicultura". Asimismo, se han añadido categorías y subcategorías, lo que aumentará el nivel de detalle a la hora de utilizar esta metodología para realizar el inventario de emisiones de GEI.

En esta nueva versión aparecen tres apartados destacados:

- 1) Ganado: Comprende las emisiones de metano y óxido nitroso procedentes de la fermentación entérica del ganado y de la gestión de estiércol. No se tienen en cuenta las emisiones de CO₂, ya que se presupone que equivalen a cero.
- 2) Tierra: Para estimar la emisión y absorción de los GEI asociados con las actividades de la "Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra", se necesita información sobre la clasificación del uso de la tierra y datos de su superficie. De este modo, el IPCC divide este punto en 6 subcategorías:
 - Tierras forestales: incluye toda la tierra con vegetación boscosa según los baremos utilizados para definir las tierras forestales en el inventario de GEI.
 - Tierras de cultivo: abarcan todas las tierras cultivadas, incluidos los arrozales y aquellas fincas que tengan un nivel de vegetación por debajo del baremo establecido para las tierras forestales.
 - Pastizales: se incluyen las tierras dedicadas al pastoreo, así como aquellas que albergan hierbas y maleza y que no se pueden incluir en tierras forestales.
 - Humedales: son las zonas de tierra que permanecen inundadas o saturadas de agua durante una parte importante del año.

- Asentamientos: esta categoría incluye toda la tierra humanizada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño.
 - Otras tierras: esta categoría incluye el suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén adscritas en ninguna de las otras cinco categorías.
- 3) Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂: en este apartado se tienen en cuenta las emisiones de GEI producidas por los quemados de biomasa en los incendios forestales. Además, se hace una distinción con otras fuentes de GEI que no son CO₂: las emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos gestionados, cultivos de arroz, aplicación de urea, encalado y otros.

A. Ganado

Las actividades ganaderas contribuyen directamente a la emisión de GEI a través de una serie de procesos como la fermentación entérica y las excreciones de los animales.

1. Fermentación entérica

Forma parte de los procesos digestivos de los animales, momento en el que diversos microorganismos presentes en el aparato digestivo fermentan el alimento consumido por el animal y producen gas metano. Los animales que más contribuyen a la emisión de este gas son los rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos y camélidos).

En condiciones normales, los animales rumiantes son alimentados con forrajes. Durante el proceso de fermentación en el rumen, gran cantidad de microorganismos transforman el producto ingerido en moléculas que se absorben en la sangre del animal. El número de microorganismos depende, en gran medida, de la dieta consumida por el animal. Las bacterias metanogénicas son las responsables de la producción de metano y cumplen la función de eliminar el hidrógeno originado en la digestión.

En el caso de los animales no rumiantes, la fermentación microbiana ocurre en el intestino grueso, que tiene una capacidad de producción de metano menor que el rumen de los rumiantes. La cantidad emitida de metano depende del tipo de animal, de la naturaleza, cantidad y digestibilidad del alimento consumido y del nivel de producción.

Para poder estimar el cálculo de las emisiones de GEI, es necesario disponer de datos sobre el número de cabezas de ganado existentes en el municipio de Vigo. Según las directrices del IPCC (2006), las emisiones procedentes de la fermentación entérica se calculan multiplicando el número de animales que emiten metano por un factor de emisión anual, expresado en kg de CH₄ por cabeza de animal y por año.

Además, la propia metodología facilitada por el IPCC, clasifica a los animales en las siguientes categorías:

- Vacuno lechero
- Otros vacunos
- Búfalos
- Ovinos
- Caprinos
- Camellos
- Caballos
- Mulas y asnos
- Porcinos
- Otros (aves de corral)

Dada la inexistencia en el municipio de Vigo de búfalos y de camellos, para los cálculos no se tendrán en cuenta estas dos categorías de animales.

El siguiente paso es disponer del número de cabezas de ganado registradas en Vigo. Estos valores son facilitados por el IGE para el año 2009¹⁶.

Los factores de emisión vienen dictaminados por las directrices y metodología IPCC, y miden la cantidad de metano emitido por animal y año.

Con todos estos datos ya es posible calcular las emisiones de GEI para este apartado:

Tipo de ganado	Nº cabezas de ganado	Factores de emisión (Kg CH ₄ /cabeza*año)	Emisiones (Tn CH ₄ /año)
Vacuno lechero	6	109	0,654
Vacuno no lechero	52	57	2,964
Ovino	4	8	0,032
Caprino	1	5	0,005
Caballos	7	18	0,126
Mulas y asnos		10	0
Porcino	6	1,5	0,009
Aves de corral	7	0 ¹⁶	0
		Total CH ₄	3,79
		Total CO ₂ equivalente	94,75

De este modo, 3,79 Tn de CH₄ fueron emitidas en el 2012 por la fermentación entérica del ganado doméstico, lo que supone unas 94,75 Tn de CO₂ equivalentes.¹⁷

¹⁶) Este fue el año en el que se realizó el último censo agrario a escala municipal.

¹⁷) Datos insuficientes para el cálculo

2. Gestión de estiércol

Durante el proceso de almacenamiento y tratamiento del estiércol se producen GEI como el metano y el óxido nitroso. El primero de los gases es originado por la descomposición del estiércol en condiciones anaeróbicas y el segundo se produce cuando se almacena o se trata el abono momentos antes de que se aplique a la tierra, o se utilice como combustible o para la construcción. Para el cálculo de las emisiones de este apartado, no se tendrán en cuenta las originadas en la quema de estiércoles como combustible.

Las condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) se producen más fácilmente cuando se cría un número elevado de animales en un área confinada (granjas de aves de corral, porcinas, etc..).

Los principales factores que originan la emisión de CH_4 son la cantidad de estiércol que se produce y la proporción que se descompone anaeróbicamente.

Para calcular la cantidad de emisiones de metano es preciso conocer el número de cabezas de ganado y la temperatura media de la zona estudiada. Asimismo, es necesario disponer de los factores de emisión, los cuales son extraídos de la metodología del IPCC.

Dependiendo de la tipología de animal que se ha descrito en el punto anterior, el IPCC ofrece los factores de emisión y divide las posibles zonas geográficas estudiadas en tres categorías: frías, templadas y cálidas.

El IPCC (2006) hace una distinción entre el ganado vacuno/porcino y el resto de tipos de ganado. En el primer caso, la metodología detalla más concretamente los factores de emisión en el manejo del estiércol, dependiendo de la temperatura, y los diferencia según el tipo de área geográfica en la cual se realice el estudio.

Para estandarizar los cálculos, para cada categoría (fría, templada y cálida), el factor de emisión usado corresponderá al valor medio de los datos facilitados por la metodología. Asimismo, el factor correspondiente a las aves de corral será el término medio de las 4 categorías facilitadas por el IPCC.

De este modo, los factores de emisión correspondientes al tipo de ganado existente en Vigo son los siguientes:

Factor de emisión de CH₄ en la gestión del estiércol (kg CH₄/cabeza*año)			
Tipo de ganado	Clima frío (menos de 15°C)	Clima templado (entre 15 y 25°C)	Clima cálido (más de 25°C)
Vacuno lechero	25	52	88
Vacuno no lechero	7	17	25
Ovino	0,19	0,28	0,37
Caprino	0,13	0,2	0,26
Caballos	1,56	2,34	3,13
Mulas y asnos	0,76	1,1	1,52
Porcino	7	13	20
Aves de corral	0,272	0,314	0,314

Para poder conocer los valores de temperatura mensual en Vigo, se ha tomado como referencia los datos facilitados por AEMET para el periodo comprendido entre 1981-2011 referentes a las temperaturas medias mensuales en el municipio.

Mes	Temperatura media	Mes	Temperatura media
Enero	8,6	Julio	19,6
Febrero	9,6	Agosto	19,8
Marzo	11,5	Septiembre	18,3
Abril	12,4	Octubre	15
Mayo	14,6	Noviembre	11,5
Junio	17,9	Diciembre	9,3

De esta última tabla se puede comprobar que en Vigo hay 7 meses pertenecientes a la zona fría (< 15°C) y el resto se sitúan en la zona templada (entre 15° y 25°C).

Para poder obtener el factor de emisión total se utilizará la siguiente fórmula:

$$FE \text{ total} = [FE \text{ región fría} \cdot (7/12)] + [FE \text{ región templada} \cdot (5/12)]$$

Tipo de ganado	Factor de emisión total
Vacuno lechero	36,36
Vacuno no lechero	11,25
Ovino	0,23
Caprino	0,16
Caballos	1,89
Mulas y asnos	0,90
Porcino	9,19
Aves de corral	0,29

A partir de estos valores, las emisiones totales de metano correspondientes a la gestión de estiércol son:

Tipo de ganado	Nº cabezas de ganado	Factores de emisión (Kg CH ₄ /cabeza*año)	Emisiones (Tn CH ₄ /año)
Vacuno lechero	6	36,36	0,218
Vacuno no lechero	52	11,25	0,585
Ovino	4	0,23	0,001
Caprino	1	0,16	0,000
Caballos	7	1,89	0,013
Mulas y asnos		0,90	0,000
Porcino	6	9,19	0,055
Aves de corral	7	0,29	0,002
		Total	0,874
		Total CO ₂ equivalente	21,86

De este modo, en el año 2012 fueron emitidas 0,874 Tn de CH₄ por la gestión del estiércol del ganado doméstico, lo que supone unas 21,86 Tn de CO₂ equivalentes.

Además de metano, en la gestión de estiércol se producen emisiones de N₂O. Las emisiones de óxido nítrico dependen de la duración del almacenamiento del estiércol y de su contenido en nitrógeno y carbono. Las emisiones de N₂O se producen siempre que haya un suministro suficiente de oxígeno.

Para poder realizar los cálculos, se adoptará la fórmula facilitada por la metodología IPCC:

$$N_2O (Tn) = ([\sum [\sum (Nt*next*MS)] *EF_3] *44/28) / 1000$$

Siendo:

- N_2O = emisiones de N_2O de la gestión de estiércol (Tn/año)
- Nt = cantidad de cabezas de ganado
- Next = promedio anual de excreción de N_2 por cabeza de especie (kg N_2 /animal*año)
- MS = fracción de la excreción total anual de N_2 de cada especie ganado
- EF_3 = factor de emisión para emisiones de N_2O (kg N_2O-N_2 /kg N_2)
- 44/28 = conversión de emisiones de N_2O-N_2 a emisiones de N_2O

Para poder aplicar esta fórmula y, por tanto, hallar las emisiones de N_2O , lo primero que se debe averiguar es el valor Next, que también, según la metodología empleada, resulta de la siguiente ecuación:

$$Next = Nt * TAM * 365 / 1000$$

Siendo:

- Nt = cantidad de cabezas de ganado
- TAM = masa animal típica por categoría de ganado (kg/animal)

De este modo, considerando el número de cabezas de ganado utilizado en el apartado anterior y los datos relativos al TAM facilitados por el IPCC, obtenemos los siguientes resultados:

Tipo de ganado	Tasa de excreción	Masa animal típica (TAM)	Nitrógeno excretado (kg/cabeza*año)
Vacuno lechero	0,35	600	76,65
Vacuno no lechero	0,33	420	50,59
Ovino	0,85	48,5	15,05
Caprino	1,28	38,5	17,99
Caballos	0,26	377	35,78
Mulas y asnos	0,26	130	12,34
Porcino ¹⁷	0,68	64,8	16,08
Aves de corral ¹⁸	0,83	2,8	0,85

Para obtener el valor MS se adoptará la metodología del IPCC (1996), pues si se aplicase la del 2006, los cálculos serían más complejos y, para ciertas categorías de ganado (aves de corral), no

se dispondrían de datos suficientes. En esta metodología se definen los sistemas de gestión de estiércol (SGE) utilizados en la agricultura. Para simplificar los cálculos, los SGE empleados en esta parte del inventario son:

- Tipo líquido: el estiércol se almacena tal como se excreta o con un mínimo agregado de agua en tanques o en estanques de tierra fuera del lugar en el que están los animales, habitualmente por períodos de menos de un año.
- Abonado diario: como rutina, el estiércol se saca de instalaciones de confinamiento y se aplica a tierras de cultivo o pasturas dentro de las 24 horas de su excreción.
- Almacenamiento sólido: se almacena el estiércol, habitualmente por períodos de varios meses, en pilas o parvas no confinadas. El estiércol puede apilarse debido a la presencia de una suficiente cantidad de material de cama o a la pérdida de humedad por evaporación.

Praderas y pastos: se deja que el estiércol de los animales en pasturas o prados permanezca como tal, sin gestionarse.

Otros: hace mención a otros tipos de SGE existentes.

La metodología empleada (IPCC-1996) considera los siguientes porcentajes de producción de estiércol por SGE:

Tipo de ganado	Sistemas de gestión de estiércol empleados				
	Tipo líquido	Abonado diario	Almacenamiento sólido	Praderas y pastos	Otros
Vacuno lechero	46%	24%	21%	8%	1%
Vacuno no lechero	55%	0%	2%	33%	9%
Ovino	0%	0%	2%	87%	11%
Porcino	77%	0%	23%	0%	0%
Aves de corral	13%	0%	1%	2%	84%
Otros animales	0%	0%	0%	96%	4%

Por último, es necesario disponer de los factores de emisión que son facilitados también por la metodología IPCC (1996).

17) Para los cálculos se ha tenido en cuenta las directrices del IPCC que estiman una población porcina de 90% cerdo de mercado y de un 10% cerdo de cría.

19) Para la obtención de la masa animal típica se ha estimado el valor medio de las masas típicas de especies avícolas dictaminadas por el IPCC

SGE	Factores de emisión (kg N ₂ O-N ₂ /kg N ₂)
Tipo líquido	0,001
Abonado diario	0,001
Almacenamiento sólido	0,02
Praderas y pastos	0,02
Otros	0,005

Utilizando los valores mencionados anteriormente y aplicando la fórmula descrita, las emisiones de N₂O son:

Tipo de ganado	Nitrógeno excretado por tipo de SGE (kg/año)				
	Tipo líquido	Abonado diario	Alm. Sólido	Praderas	Otros
Vacuno lechero	211,55	110,38	96,58	36,79	4,60
Vacuno no lechero	1.446,85	0,00	52,61	868,11	236,76
Ovino	0,00	0,00	1,20	52,36	6,62
Porcino	74,31	0,00	22,20	0,00	0,00
Aves de corral	0,77	0,00	0,06	0,12	4,99
Otros animales	0,00	0,00	0,00	411,42	17,14
Total	1.733,48	110,38	172,65	1.368,80	270,11

SGE	Factores de emisión (kg N ₂ O-N ₂ /kg N ₂)	Nitrógeno excretado por tipo SGE (kg/año)	Total
Tipo líquido	0,001	1733,48	1,73
Abonado diario ¹⁹	0,001	110,38	
Almacenamiento sólido	0,02	172,65	3,45
Praderas y pastos	0,02	1368,8	
Otros	0,005	270,11	1,35
		Total	6,54

Por último, equiparando el peso del N₂ emitido al de N₂O (según el factor estequiométrico 44/28), se calcula que las emisiones emitidas de N₂O debido a la gestión del estiércol en el municipio de Vigo suman un total de 0,010 Tn de N₂O, o lo que es lo mismo, 0,26 Tn CO₂ equivalentes.

20) Para la obtención de este resultado no se han tenido en cuenta las emisiones del abonado diario y de las praderías, ya que no pertenecen a este apartado pero ayudarán en cálculos posteriores de este inventario.

Recopilando los datos anteriores, el total de emisiones de CO₂ registradas en Vigo en el apartado Ganadería es de 116,87 Tn CO₂ equivalentes.

Ganado	Categoría	Tn CO₂ equiv
	Fermentación entérica	94,75
	Gestión estiércol	22,12
	Total	116,87

Lo que resulta un total de 0,00039 Tn CO₂ equiv/habitante.

B. Tierra

Se llama sumidero natural de carbono a toda actividad natural por la cual el CO₂ es retirado de la atmósfera. Gracias al proceso de la fotosíntesis, la vegetación terrestre es capaz de retener el CO₂ existente y convertirlo en O₂.

Actualmente, el principal sumidero de dióxido de carbono se encuentra en los bosques y en los océanos. A través de la fotosíntesis, se pueden acumular enormes cantidades de carbono en la madera y en el ecosistema. Los bosques absorben CO₂ de la atmósfera, almacenan una parte del carbono tomado y devuelven oxígeno a la atmósfera. Las especies pioneras de crecimiento rápido (el álamo, el sauce o el abedul), por lo general, absorben poco carbono. Las maderas duras son más densas y almacenan más carbono durante más tiempo, pero suelen crecer más lentamente. En la madurez, la absorción es menor, pero el carbono representa alrededor del 20% de su peso. Cuando el árbol muere, la madera es descompuesta por bacterias, hongos e invertebrados, reciclando su carbono como biomasa, materia orgánica muerta (cadáveres y excrementos de estos organismos) y en forma de gases (CO₂ y metano, liberados a la atmósfera o en el agua). Los bosques y otros ecosistemas siguen almacenando o reciclando ese carbono a través de la regeneración natural. Sólo los bosques templados acumulan carbono, mientras que los bosques tropicales están a menudo en equilibrio (fuente = sumidero).

Sin embargo, en los últimos años, las acciones humanas están modificando el proceso natural de intercambio de carbono entre la atmósfera y la biosfera. El cambio de usos del suelo (aumento de las zonas de cultivo en detrimento de las zonas forestales) están provocando una reducción progresiva de la masa forestal a escala mundial y, por consiguiente, un aumento en la acumulación de CO₂ en la atmósfera.

Para el cálculo de las emisiones de este apartado, y siguiendo la metodología IPCC (2006), se realizará un estudio sobre la modificación de zonas de masa forestal en el municipio de Vigo debido tanto a la reforestación como a la deforestación, considerando despreciables los cambios de suelo referidos a pastizales o a zonas de cultivo. Para comparar los datos, se tomará como año base el de la realización del último inventario de GEI de Vigo (2003).

Para hablar de la superficie forestal de Vigo, es necesario consultar los datos facilitados por el IGE. Esta superficie equivale a la suma de las zonas dedicadas a arboleda y las de matorrales y arbustos. Para poder obtener los datos referentes a estas dos zonas, es necesario acudir a los valores facilitados por el "Cuarto Inventario Forestal Nacional (IFN)" referente a 2009. En él, se desglosa la superficie forestal arbolada a nivel autonómico y provincial.

Como el cálculo del inventario de GEI corresponde a 2012 y el último IFN es de 2009, cabe suponer también que la proporción de superficie arbolada y no arbolada en la provincia puede ser la misma en los dos años.

La proporción de superficie arbolada respecto a la total forestal en la provincia de Pontevedra (2009) es la siguiente:

2009	Superficie (ha)		
	Arbolada	Total	Porcentaje
Provincia	210.203	286.988	73,24%

Utilizando esta proporción podemos estimar la superficie arbolada y no arbolada del municipio de Vigo (2012):

2012	Superficie (ha)		
	Arbolada	No arbolada	Total
Vigo	2.753,99	1.006,01	3.760

Si se comparan estos resultados con los del último inventario de GEI realizado en Vigo (2003), se comprueba que existe una variación de la superficie arbolada en el municipio. En el año 2003, un total de 2.892,18 ha pertenecían a esta categoría, lo que supone, para 2012, una pérdida total de la superficie arbórea de 138,19 ha. Esta variación puede atribuirse a actividades humanas como la deforestación.

El siguiente paso es conocer la superficie ocupada por cada tipo de especie en Vigo. Debido a la falta de información referente a este asunto, se supondrá que el porcentaje de superficie ocupada por cada tipo de especie arbórea sigue la misma proporción en la provincia de Pontevedra y en Vigo.

Según datos facilitados por el IV Inventario Nacional Forestal, las especies arbóreas y la superficie ocupada por cada una de ellas en la provincia de Pontevedra son estos:

Formación- Uso del suelo	Superficie (ha)	Distribución
Pinares de pino pinaster	57.280,83	27,81%
Pinares de pino radiata	6.034,42	2,93%
Replantaciones jóvenes de coníferas	10.093,99	4,90%
Eucaliptales	41.825,56	20,31%
Replantaciones jóvenes de eucaliptos	7.563,15	3,67%
Pinus pinaster & Quercus robur	15.452,85	7,50%
Pinus pinaster & Eucalyptus spp	29.115,41	14,14%
Eucalyptus spp & Quercus robur	8.622,13	4,19%
Robledales de Quercus robur	25.942,24	12,60%
Bosques ribereños	4.033,92	1,96%
Total	205.964,5	100,00%

El cálculo de las absorciones de las formaciones vegetales es complejo. Los datos necesarios para la estimación del CO₂ retirado de la atmósfera por un árbol son:

- Volumen maderable con corteza (VCC): es el volumen con corteza del fuste, es decir, del tronco del árbol sin considerar ramas ni raíces.
- Densidad (D): tonelada de materia seca (Tms) por metro cúbico de árbol recién cortado.
- Factor de expansión de biomasa (BEF, por sus siglas en inglés): parámetro o función que permite estimar el volumen aéreo del árbol a partir de su volumen maderable, es decir, multiplicando el VCC por el BEF obtendremos el volumen de todo el árbol.
- Factor R: relación entre biomasa aérea y raíces.
- Factor FC: factor de conversión de tonelada de materia seca (Tms) en tonelada de Carbono (TnC), fijado en 0,47 TnC/1 tms.
- 44/12: proporción molecular para pasar de carbono (C) a dióxido de carbono (CO₂).

La fórmula empleada para el cálculo será la siguiente:

$$\bullet \text{Cantidad de CO}_2 \text{ acumulada (TnCO}_2 \text{/árbol)} = (\text{Vcc} \bullet \text{D} \bullet \text{BEF}) \bullet (1 + \text{R}) \bullet \text{FC} \bullet 44/12$$

Para calcular el crecimiento de cada especie y, de este modo, hallar el volumen con corteza (VCC) por tipo de árbol, se usarán datos facilitados por el IPCC (2006).

Para simplificar los cálculos, se supondrá que en las zonas donde existen plantaciones mixtas de especies, la proporción será de un 50% para cada especie.

De este modo, aplicando las distribuciones de la provincia de Pontevedra a la diferencia de superficie arbolada entre los años 2003 y 2012, y utilizando los datos de crecimiento, se calcula:

Formación- Uso del suelo	Superficie (ha)	Crecimiento (m³/ha)	VCC (m³)
Pinares de pino pinaster	38,43	12,00	461,17
Pinares de pino radiata	4,05	20,00	80,97
Replantacións xóvenes de coníferas	6,77	16,00	108,36
Eucaliptales	28,06	30,00	841,85
Replantacións xóvenes de eucaliptos	5,07	30,00	152,23
Pinus pinaster & Quercus robur	10,37	7,50	77,76
Pinus pinaster & Eucalyptus spp	19,53	21,00	410,22
Eucalyptus spp & Quercus robur	5,78	16,50	95,45
Robledales de Quercus robur	17,41	3,00	52,22
Bosques ribereños	2,71	7,00	18,95
Total	138,19		2299,16

Debido a la complejidad de obtener las densidades de las especies de árboles existentes en el municipio, se usarán los factores BCEF facilitados por el IPCC (2006).

De este modo:

Formación- Uso del suelo	BCEF (Tn/m³)	Biomasa seca (Tn)	R (biomasa subterránea/ biomasa aérea)	CO₂ total (Tn)
Pinares de pino pinaster	1,5	691,76	0,40	1.668,98
Pinares de pino radiata	1,5	121,46	0,40	293,04
Replantacións xóvenes de coníferas	1,5	162,53	0,40	392,14
Eucaliptales	1,3	1.094,40	0,44	2.715,87
Replantacións xóvenes de eucaliptos	1,3	197,90	0,44	491,10
Pinus pinaster & Quercus robur	1,5	116,64	0,43	287,43
Pinus pinaster & Eucalyptus spp	1,5	615,33	0,42	1.505,78
Eucalyptus spp & Quercus robur	1,5	143,17	0,45	357,77
Robledales de Quercus robur	1,5	78,32	0,46	197,07
Bosques ribereños	1,5	28,42	0,46	71,50
Total				7.980,68

No obstante, las 7.980,68 Tn CO₂ no son las definitivas. Según el Protocolo de Kyoto, se debe tener en cuenta también el almacenamiento neto de carbono en los bosques, por lo que es preciso descontar la madera comercial cosechada. Para este punto se supondrá que toda la madera cortada es destinada al mercado. Según los datos indicados por el "Anuario Estadístico Agrario" de la Xunta de Galicia, para el año 2010 se cortaron en la provincia de Pontevedra:

Formación- Uso del suelo	Corte madera en la provincia (m³)	Corte madera en Vigo (m³)²⁰
Pinares de pino pinaster	857.440	563,48
Pinares de pino radiata	73.650	48,42
Repoblaciones jóvenes de coníferas	0	0
Eucaliptales	878.600	577,58
Repoblaciones jóvenes de eucaliptos	0	0
Pinus pinaster & Quercus robur	0	0
Pinus pinaster & Eucalyptus spp	0	0
Eucalyptus spp & Quercus robur	0	0
Robledales de Quercus robur	7.480	4,92
Bosques ribereños	2.850	1,87
Total	1.819.720	1.196,27

Aplicando la misma fórmula que la utilizada anteriormente, se obtiene la cantidad de CO₂ que se reduce por el corte de leña.

BCEF (Tn/m³)	Biomasa seca	Factor R (biomasa subterránea/biomasa aérea)	CO₂ total
1,5	845,22	0,40	2.039,22
1,5	72,63	0,40	175,22
1,5	0,00	0,40	0,00
1,3	750,86	0,44	1.863,33
1,3	0,00	0,44	0,00
1,5	0,00	0,43	0,00
1,5	0,00	0,42	0,00
1,5	0,00	0,45	0,00
1,5	7,38	0,46	18,56
1,5	2,81	0,46	7,07
14,60			4.342,03

21) Para hallar el corte de madera se ha utilizado la condición de que un 1,31% de la superficie arbolada de la provincia de Pontevedra se sitúa en Vigo y además se ha utilizado el factor de proporcionalidad para adaptar el nivel de corte de madera a la cantidad de reducción de biomasa entre 2003 y 2012.

Por tanto, las absorciones de CO₂ que se han visto reducidas por la desaparición de zona forestal arbolada en Vigo (2003-12) serán las siguientes:

Formación- Uso del suelo	Absorciones que se han perdido (Tn CO₂)	Emisiones debidas a la corta de leña (Tn CO₂)	Absorciones netas que se han perdido (Tn CO₂)
Pinares de pino pinaster	1.668,98	1.268,98 ²¹	400,00
Pinares de pino radiata	293,04	175,22	117,82
Replantaciones jóvenes de coníferas	392,14	0,00	392,14
Eucaliptales	2.715,87	1.863,33	852,54
Replantaciones jóvenes de eucaliptos	491,10	0,00	491,10
Pinus pinaster & Quercus robur	287,43	0,00	187,43
Pinus pinaster & Eucalyptus spp	1.505,78	0,00	835,44
Eucalyptus spp & Quercus robur	357,77	0,00	357,77
Robledales de Quercus robur	197,07	18,56	178,51
Bosques ribereños	71,50	7,07	64,43
Total	7.980,68	4.342,03	3.638,64

Se puede apreciar que las Tn CO₂ que ha dejado de absorber la masa forestal en Vigo debido a su reducción son 3.638,64 Tn de CO₂.

Las absorciones derivadas tanto de las actividades forestales antropogénicas como la reducción de CO₂ almacenado en la biomasa forestal del municipio resultó, en el cálculo de emisiones realizado en 2003, una absorción neta de 23,0 103 Tn de CO₂. Como se ha determinado una reducción de la capacidad de absorción de la masa forestal de 3.638,64 Tn de CO₂, la absorción total correspondiente a 2012 es de 19.361,37 Tn de CO₂.

C. Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra²³

Debido a las condiciones que presenta el municipio de Vigo, para la elaboración de este apartado sólo se tendrán en cuenta las emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos agregados y las emitidas por los incendios forestales y se consideran insignificantes las emisiones generadas en los demás puntos facilitados por el IPCC (2006).

22) Se supondrá que las talas de pino pinaster se repartirán entre las zonas destinadas a esta única especie y las que hay plantaciones mixtas de este árbol con otro tipo de especies arbóreas.

23) Nomenclatura usada por la metodología del IPCC (2006) para referirse a las emisiones de GEI de CH₄ y de N₂O.

1. Emisiones directas de N₂O de suelos agregados

En la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno disponible aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementan la producción de N₂O. Los aumentos del nitrógeno disponible pueden producirse por agregados de nitrógeno inducidos por la actividad humana, por cambios en el uso de la tierra o en las prácticas de gestión que mineralicen el nitrógeno orgánico del suelo.

En la metodología IPCC, se incluyen las siguientes fuentes de nitrógeno para estimar las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados:

- Fertilizantes de nitrógeno sintético (Fsn)
- Nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante (estiércol animal, compost, lodos cloacales, desechos) (Fon)
- Nitrógeno de la orina y el estiércol depositado en las pasturas, praderas y prados por animales de pastoreo (Fprp)
- Nitrógeno en residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluidos los cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de las pasturas (Fcr)
- La mineralización de nitrógeno relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso de la tierra o en la gestión de suelos minerales (Fsom)
- El drenaje/la gestión de suelos orgánicos (Fos).

La gran diferencia con la metodología IPCC (1996) es que en la fijación biológica de nitrógeno se han eliminado las emisiones directas de N₂O dada la falta de pruebas de emisiones significativas causadas por el proceso de fijación en sí. Tras varios estudios, se llegó a la conclusión de que las emisiones de N₂O inducidas por el crecimiento de los cultivos leguminosos y forrajes solamente pueden estimarse en función de los ingresos de nitrógeno aéreo y subterráneo de residuos de cultivos y forraje. Por el contrario, la liberación de nitrógeno por mineralización de la materia orgánica del suelo se incluye ahora como fuente adicional.

Las fórmulas que se usarán para el cálculo de las emisiones de N₂O directas serán las dictaminadas por el IPCC (2006):

$$N_2O \text{ directas} = N_2O \text{ aportes} + N_2O \text{ suelos orgánicos gestionados} + N_2O \text{ estiércol tierras pastoreo.}$$

Siendo:

- N₂O - N directas = emisiones directas anuales de N₂O-N producidas a partir de suelos gestionados, (kg N₂O / año)
- N₂O - N aportes = emisiones directas anuales de N₂O-N producidas por aportes de nitrógeno a suelos gestionados, (kg N₂O / año)

- $N_2O - N_{os}$ = emisiones directas anuales de N_2O-N de suelos orgánicos gestionados, (kg N_2O / año)
- $N_2O - N_{nrp}$ = emisiones directas anuales de N_2O de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo, (kg N_2O / año)

Para calcular las emisiones de N_2O de los aportes, se utilizará la siguiente ecuación²⁴:

$$N_2O - N_{aportes} = (F_{sn} + F_{on} + F_{cr} + F_{som}) * EFi, \text{ siendo:}$$

- F_{sn} = cantidad anual de nitrógeno aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético, (kg N / año).
- F_{on} = cantidad anual de estiércol animal, compost, lodos cloacales y otros aportes de nitrógeno aplicada a los suelos, (kg N / año).
- F_{cr} = cantidad anual de nitrógeno en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de nitrógeno y la renovación de forraje y pastura, que regresan a los suelos, (kg N / año).
- F_{som} = cantidad anual de nitrógeno en suelos minerales que se mineraliza, relacionada con la pérdida de carbono del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra, (kg N / año).
- Efi = factor de emisión para emisiones de N_2O de aportes de nitrógeno, (kg N_2O).

$N_2O - N_{aportes}$

Fertilizante sintético aplicado²⁵ (F_{sn}): el término se refiere a la cantidad anual de fertilizante sintético de nitrógeno aplicado a los suelos.

Para poder disponer de esta información, se debe acudir a los datos facilitados por la "Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes". Para el año 2012, en Galicia se consumieron por término medio 17.613 Tn nitrógeno, o lo que es lo mismo, 88,18 kg N/ha cultivada. Según datos facilitados por el IGE, la superficie cultivada de Vigo (2012) sumaba 46 ha²⁶, por lo que el total de N usado en abonos sintéticos es 4.056,08 kg (4,056 Tn N).

Fertilizante de nitrógeno orgánico aplicado (F_{on}): se refiere a la cantidad de aportes de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos que no provengan de animales en pastoreo, incluyendo estiércol animal, compost aplicado al suelo, etc...

La cantidad de nitrógeno excretado resultante de este apartado ya fue calculada en el apartado anterior (ganadería). Para ajustar mejor los cálculos, se aplicará la fórmula siguiente:

²⁴ En la ecuación no se han tenido en cuenta los términos referentes al cultivo de arroz, ya que en Vigo se considera insignificante este tipo de cultivo.

²⁵ Las cantidades de fertilizantes de nitrógeno mineral (F_{sn}) y de fertilizantes de nitrógeno orgánico (F_{on}) aplicadas ya no se ajustan según las magnitudes de volatilización de NH_3 y NO_x después de la aplicación al suelo. Esto implica un cambio en la metodología descrita en el IPCC (1996).

²⁶ La superficie de tierras labradas difiere notablemente a la del último inventario, ya que los requisitos para contabilizarlas cambiaron.

$$\text{Fon}^{27} = \text{Next} * (1 - \text{Frac alim} - \text{Frac comb} - \text{Frac const})$$

Siendo:

- Next = cantidad de nitrógeno del estiércol gestionado disponible para aplicación al suelo y para uso como alimento, combustible o en la construcción, (kg N / año).
- Frac alim = fracción del estiércol gestionado utilizada para alimento.
- Frac comb = fracción del estiércol gestionado utilizada para combustible.
- Frac const = fracción del estiércol gestionado utilizada para la construcción.

Ya que no se dispone de datos de las fracciones de estiércol, se supondrá que Next = Fon (como dictamina el IPCC 2006).

De este modo, las emisiones de nitrógeno de estiércol serán de 3.655,41 kg.

Nitrógeno de residuos agrícolas, incluyendo cultivos fijadores de nitrógeno y renovación de forraje y pasturas, devuelto a los suelos (Fcr): este punto se refiere a la cantidad de nitrógeno que se encuentra en los residuos agrícolas, tanto aéreos como subterráneos. En este punto, la metodología IPCC (2006) contempla variaciones con respecto a la anterior versión, ya que ahora se tiene en cuenta la aportación del nitrógeno subterráneo a la suma total de nitrógeno de los residuos agrícolas.

Para poder estimar el valor de este término se utilizará la ecuación facilitada por la propia metodología del IPCC:

$$\text{Fcr} = \sum [\text{cultivo} * (\text{sup} - \text{supquemada} * \text{cif}) * \text{fracRenov} * (\text{Rag} * \text{Nag} * (1 - \text{fracRemoc}) + \text{Rbg} * \text{Nbg}]$$

Siendo:

- Cultivo (T) = rendimiento anual de materia seca cosechada para el cultivo T, (kg/ha).
- Superf (T) = total de superficie anual de cosecha del cultivo T, (ha/año).
- Superf quemada (T) = superficie anual del cultivo T quemada, (ha/año).
- Cf = factor de combustión (sin dimensión).
- FracRenov (T) = fracción de la superficie total dedicada al cultivo T que se renueva anualmente.
- Rag (T) = relación entre la materia seca de los residuos aéreos (AGDM(T)) y el rendimiento de cosecha del cultivo T (Cultivo(T)).
- Rag = AGDM(T) • 1000 / Cultivo(T).
- Nag (T) = contenido de N de los residuos aéreos del cultivo T, (kg N / kg m.).
- FracRemoc (T) = fracción de los residuos aéreos del cultivo T que se extraen anualmente, como los destinados a alimentos, camas y construcción, (kg N / kg cultivo-N).

27) Para la obtención de este valor se contabiliza solamente la cantidad de estiércol animal en los suelos.

- Rbg (T) = relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha del cultivo T.
- Nbg (T) = contenido de nitrógeno de los residuos subterráneos del cultivo T, (kg N / kg d.m.).
- T = tipo de cultivo o forraje

Para la elaboración de los cálculos se supondrán varias simplificaciones:

- Los cultivos que se tendrán en cuenta serán los más representativos en la provincia de Pontevedra según el "Anuario de Estadística Agraria". Por ello se han escogido: trigo, centeno, patata, maíz, gramíneas forrajeras, remolacha, coles, calabaza, repollo/coliflor y judías secas.
- Se supondrá nula la superficie quemada de cultivo en 2012.
- El valor de fracrenov se considerará con valor 1 siguiendo lo propuesto por la metodología IPCC.
- Como no se disponen de datos suficientes, no se tendrá en cuenta el valor de fracremoc.

Ya que los datos facilitados por el "Anuario de Estadística Agraria" sólo se refieren a provincias y no a municipios, se aproximarán los diferentes valores según el factor de distribución de las diferentes cosechas.

Cultivo	Pontevedra			Vigo	
	Superficie	Tn	%	Superficie	Tn
Trigo	342	696	2,17%	6,00	12,20
Centeno	59	103	0,37%	1,03	1,81
Patata	3082	61343	19,55%	54,03	1075,47
Maíz	5414	166182	34,34%	94,92	2913,51
Gramíneas forrajeras	5414	166183	34,34%	94,92	2913,53
Remolacha	68	2294	0,43%	1,19	40,22
Coles	888	32642	5,63%	15,57	572,28
Calabaza	149	3062	0,95%	2,61	53,68
Repollo y coliflor	46	701	0,29%	0,81	12,29
Judías secas	304	59	1,93%	5,33	1,03
Total	15766	433265	100%	276,41	7596,02

Sin embargo, la fórmula para el cálculo del FCR no considera las toneladas de cultivo sino el rendimiento (kg/ha). Por tanto, se debe consultar de nuevo el "Anuario de Estadística Agraria" que recoge los correspondientes rendimientos para los cultivos comprendidos en este cálculo, y relacionarlos de la misma manera que hemos hecho anteriormente. De este modo:

Cultivo	Rendimiento anual (kg/ha) provincia	Rendimiento anual (kg/ha) Vigo
Trigo	2.034	44,12
Centeno	1.750	6,55
Patata	20.139	3.936,85
Maíz	6953	2.387,64
Gramíneas forrajeras	42.786,5	14.692,76
Remolacha	32.585	140,54
Coles	43.050	2.424,74
Calabaza	25.301	239,11
Repollo y coliflor	36.390	106,17
Judías secas	1.396	26,92

Para ajustar más los resultados, se tendrá en cuenta la fracción de materia seca del producto cosechado, ya que es el único factor que interesa para los cálculos.

Cultivo	Fracción seca	Rendimiento real anual (kg/ha) Vigo
Trigo	0,89	39,27
Centeno	0,88	5,76
Patata	0,22	866,11
Maíz	0,87	2.077,25
Gramíneas forrajeras	0,90	13.223,49
Remolacha	0,90	126,49
Coles	0,94	2.279,25
Calabaza	0,90	215,20
Repollo y coliflor	0,94	99,80
Judías secas	0,91	24,50

Por tanto, utilizando los valores facilitados por el IPCC (2006) y utilizando la ecuación planteada resulta:

Cultivo	Fcr (kg/año)
Trigo	372,61
Centeno	49,49
Patata	1.667,17
Maíz	12.848,27
Gramíneas forrajeras	59.509,30
Remolacha	572,81
Coles	39.060,45
Calabaza	972,02
Repollo y coliflor	1.748,49
Judías secas	237,56
Total	1.17.038,17

Nitrógeno mineralizado resultante de la pérdida en existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales por cambios en el uso de la tierra o prácticas de gestión (F_{som}): este nuevo punto es una novedad en la última versión de la metodología del IPCC (2006) e intenta contabilizar el nitrógeno mineralizado cuando se pierde carbono debido a cambios en el uso de la tierra. Ante la insuficiencia de datos referidos a este apartado, no se tendrá en cuenta para los cálculos de las emisiones de nitrógeno.

De este modo, utilizando el factor de emisión correspondiente, es posible dictaminar que las emisiones de N₂O originadas por los aportes de nitrógeno a los suelos suman un total de 1.247,50 kg/año.

N₂O - Nos

Conociendo que, en el municipio de Vigo, 46 ha de terreno eran labradas y usadas como zonas de cultivo (2012), y utilizando el factor de emisión facilitado por el IPCC (2006), las emisiones de N₂O de los suelos orgánicos gestionados suponen un total de 368 kg/año.

N₂O - Nprp

Este valor ya se ha calculado en el apartado referente a las emisiones de N₂O procedentes de la gestión del estiércol, por lo que supone un total de 27,37 kg/año.

Por tanto, las emisiones directas de N₂O-N procedentes de los suelos agrícolas (2012) fueron de 1642,87 kg. Para poder pasar el N₂O-N a N₂O, es necesario aplicar el factor estequiométrico

44/28, por lo que las emisiones directas resultantes de N_2O son 2,58 Tn N_2O , lo que representa un total de 64,54 Tn CO_2 equivalentes.

2. Emisiones indirectas de N_2O de suelos agregados

Además de las emisiones directas de N_2O de los suelos gestionados que se producen por vía directa también tienen lugar emisiones de N_2O por vías indirectas que son las siguientes:

Volatilización a la atmósfera y posterior deposición sobre los suelos y las aguas superficiales de NO_x y NH_3

Para obtener los resultados de las emisiones de N_2O en este apartado, el IPCC (2006) facilita la siguiente fórmula:

$$N_2O-N = (F_{sn} * Frac_{gasf}) + (F_{on} + F_{prp}) * Frac_{gasm} * Ef_4, \text{ donde:}$$

Siendo:

- N_2O-N = cantidad anual de N_2O-N producida por deposición atmosférica de nitrógeno volatilizado de suelos gestionados, (kg N_2O-N / año).
- F_{sn} = cantidad anual de nitrógeno de fertilizante sintético aplicado a los suelos, (kg N/ año).
- $Frac_{gasf}$ = fracción de nitrógeno de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH_3 y NO_x , (kg N volatilizado kg de N aplicado).
- F_{on} = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos, (kg N/ año).
- F_{prp} = cantidad anual de nitrógeno de la orina y del estiércol depositada por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas, (kg N/año).
- $Frac_{gasm}$ = fracción de materiales fertilizantes de nitrógeno orgánico (F_{on}) y de nitrógeno de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo (F_{prp}) que se volatiliza como NH_3 y NO_x , (kg N volatilizado/ kg de N aplicado o depositado)
- Ef_4 = factor de emisión correspondiente a las emisiones de N_2O de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua (kg $N-N_2O$ / kg NH_3-N + NO_x-N volatilizado).

Aplicando la fórmula y considerando el factor estequiométrico 44/28 para convertir el N_2O-N en N_2O resulta:

Términos	Valores
Fsn (kg/año)	4.056,08
Fracgasf	0,1
Fon (kg/año)	3.655,41
Fprp (kg/año)	1.368,8
Fracgasm	0,2
Ef ₄	0,01
Total N ₂ O-N emitido (kg/año)	14,10
Total N ₂ O emitido (kg/año)	22,16
Total CO ₂ equiv (kg/año)	554,11

Lo que significa que 0,554 Tn CO₂ equivalente fueron emitidas por volatilización a la atmósfera de NH₃ y NO_x en Vigo (2012).

Lixiviación/escurrimiento

Se empleará la siguiente fórmula:

$$N_2O-N = (Fsn+Fon+Fprp+Fcr+Fsom)*Fraclixiviación*Ef_5$$

Siendo:

- N₂O(L)-N = cantidad anual de N₂O-N producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de nitrógeno a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos, (kg N₂O-N/ año).
- Fsn = cantidad anual de nitrógeno de fertilizantes sintéticos aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/ año).
- Fon = cantidad anual de estiércol animal gestionado, compost, lodos cloacales y otros agregados de nitrógeno orgánico aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/año).
- Fprp = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales de pastoreo en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/ año).
- Fcr = cantidad de nitrógeno en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de nitrógeno y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/ año).
- Fsom = cantidad anual de nitrógeno mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de carbono del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/año).

- Fraclixiviación = fracción de todo el nitrógeno agregado mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escurrimiento, (kg N/ kg de agregados de N).
- Ef_5 = factor de emisión para emisiones de N_2O por lixiviación y escurrimiento de nitrógeno, (kg N_2O-N / kg N por lixiviación y escurrido).

Aplicando la fórmula y el factor estequiométrico 44/28 para convertir el N_2O-N en N_2O resulta:

Términos	Valores
Fsn (kg/año)	4.056,08
Fon (kg/año)	3.655,41
Fprp (kg/año)	1.368,8
Fcr (kg/año)	134.243,04
Fsom (kg/año)	0
Fraclixiviación	0,30
Ef_5	0,01
Total N_2O-N emitido (kg/año)	322,5
Total N_2O emitido (kg/año)	506,8
Total CO_2 equiv emitido (kg/año)	12.668,8

Lo que significa que 12,67 Tn CO_2 equivalente fueron emitidas por lixiviación en Vigo (2012).

Total emisiones N_2O	Tn CO_2 equiv
Directas	64,54
Indirectas	13,22
Total	77,76

3. Emisiones por el quemado de biomasa en tierras forestales

El IGE facilitaba el número de ha quemadas por municipios hasta el año 2006. Sin embargo, la utilización de una escala más amplia en los años posteriores impide tener datos a nivel municipal para el año 2012. Por este motivo, volveremos a usar el factor de proporción de superficie arbolada de Vigo con respecto a la provincia de Pontevedra. Según el IGE, en la provincia ardieron 748,59 ha de monte arbolado, lo que supone que podría corresponder, en plano hipotético, que a Vigo le correspondiesen 9,81 ha de monte quemado.

El IPCC (2006) considera la siguiente fórmula para el cálculo de las emisiones de GEI debidas a los incendios forestales:

$$L = A * Mb * cf * Gef * 10^{-3}$$

Donde:

- Lfuego = cantidad de emisiones de GEI provocada por el fuego, (Tn) de cada gas de efecto invernadero (GEI).
- A = superficie quemada, (ha).
- Mb²⁸ = masa de combustible disponible para la combustión, (Tn/ ha). Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta.
- Cf = factor de combustión, sin dimensión.
- Gef = Factor de emisión, (g /kg) de materia seca quemada.

Términos	Valores
Mb*Cf	19,8
Gef CO ₂	1.569
Gef N ₂ O	4,7
Gef CH ₄	0,26

Por tanto, utilizando los factores de emisión correspondientes a cada gas, la cantidad de emisiones de GEI (CO₂, N₂O y CH₄) es la siguiente:

Lfuego CO ₂ (Tn)	304,65
Lfuego N ₂ O (Tn)	0,91
Lfuego CH ₄ (Tn)	0,05

Lo que resulta que, en Vigo, se emitieron 342,51 Tn de CO₂ equivalentes debidas los incendios forestales.

Total emisiones de "Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra"

En resumen, la cantidad total de GEI emitidos por el sector "Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra", según los parámetros de la metodología del IPCC (2006), es la siguiente:

28) Cuando no se dispone de datos para Mb y Cf, se puede utilizar un valor por defecto para la cantidad de combustible realmente quemado (el producto de Mb por Cf)

29) Las Tn de CO₂ equivalentes contabilizadas anteriormente corresponden a las que se han dejado de absorber como consecuencia de la reducción de la masa forestal en Vigo, pero no significa que se emitan GEI a la atmósfera, por eso, a efectos del cálculo de emisiones, no se tendrán en cuenta.

	Categoría	Tn CO ₂ equivalentes
Ganadería	Fermentación entérica	94,72
	Gestión estiércol	22,12
Tierra²⁸	Tierras forestales que permanecen como tales	
Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂	Emisiones directas N ₂ O	64,54
	Emisiones indirectas N ₂ O	12,67
	Incendios forestales	342,51
	TOTAL	536,56

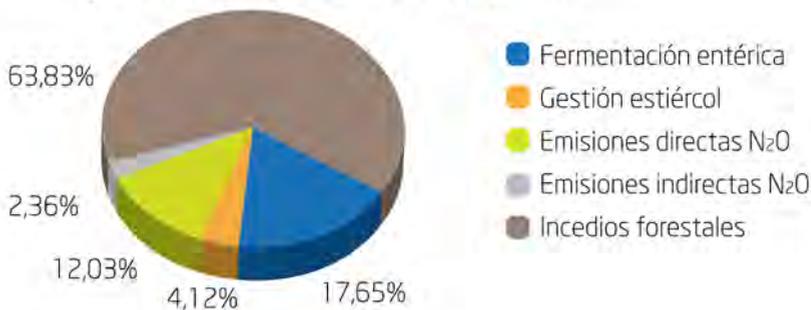
Un total de 536,56 Tn CO₂ equivalentes fueron emitidas a la atmósfera en 2012 en Vigo, siendo la gran mayoría de las emisiones las que corresponden al apartado de "fuentes agregadas y de no emisión de CO₂".

Emisiones de CO₂ equivalentes de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra en Vigo (2012)



Desglosando los dos grandes apartados en las categorías analizadas en este inventario, es posible comprobar el peso de cada una de ellas.

Emisiones de CO₂ equivalentes de la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra en Vigo (2012)



Las emisiones de GEI por habitante en Vigo representan un total de 0,0018 Tn CO₂ equivalentes, lo que es un valor muy reducido. Esto es debido a la escasa actividad agrícola y ganadera que existe en el municipio que, además, se ha visto muy reducida en los últimos años.

3.4 Desechos

En este apartado, la metodología propuesta por el IPCC (2006) contiene algunas variaciones importantes respecto a la del IPCC (1996), ya que se añaden varias subcategorías con el objetivo de cubrir todas las prácticas relacionadas con la gestión de desechos. De este modo, las cuatro nuevas categorías incluidas en este capítulo son las siguientes:

- Eliminación de desechos sólidos: el metano es producido por la descomposición anaeróbica microbiana de materia orgánica en zonas de eliminación de desechos sólidos. También se produce CO₂, pero éste queda indicado en el sector relacionado con la tierra y el ganado, por lo que no se tendrá en cuenta en este apartado.
- Tratamiento biológico de los desechos sólidos: incluye una orientación para la estimación de las emisiones de CH₄ y N₂O procedentes del tratamiento biológico (preparación del abono orgánico, digestión anaeróbica en instalaciones de biogases). Es la principal novedad de la versión del IPCC (2006).
- Incineración e incineración abierta de desechos: incluye las emisiones originadas por la incineración de residuos sólidos urbanos (RSU) en lugares habilitados para ello, tanto en zonas cerradas como en vertederos a la intemperie.
- Tratamiento y eliminación de aguas residuales: se incluyen las emisiones de CH₄ y de N₂O procedentes de las bacterias existentes en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Durante los últimos años, la Xunta de Galicia ha puesto en marcha numerosos mecanismos para hacer frente a la aparición de vertederos incontrolados en toda la Comunidad, y la recogida selectiva de RSU ha adquirido cada vez mayor importancia en las políticas del gobierno gallego. En el año 2011 se ha aprobado la última versión del "Plan de Gestión de Residuos Urbanos en Galicia", ley en la que se definen las estrategias en materia de RSU para la vigente década y, de este modo, se pretende dar respuesta a las exigencias comunitarias sobre prevención de la generación de residuos y el fomento de la reutilización, el reciclaje y la recuperación.

En la actualidad, todos los RSU originados en el municipio de Vigo son trasladados por el servicio de basuras de la ciudad a la planta de transferencia ubicada en el municipio, a la espera de que la empresa encargada del traslado de los residuos (SOGAMA) los transporte a su planta de Cerceda. En estas instalaciones no se efectúa ninguna operación de tratamiento de los desechos pero, aun así, están dotadas de las medidas de protección ambiental más exigentes:

- Nave cerrada que impide la emisión de ruidos al exterior de la instalación.
- Equipos de aspiración y filtrado de aire en las tolvas de descarga que evitan la emisión de polvo y olores.

- Sistema de depuración de aguas.
- Contenedores cerrados para el transporte de residuos, que garantizan que éste se realiza en las mejores condiciones higiénicas y de seguridad.

De este modo, en la ciudad no se producen procesos de incineración ni de tratamiento de residuos. Pero debido al Principio de Responsabilidad, las emisiones procedentes de la incineración de los RSU de Vigo en Cerceda serán consideradas en la elaboración de este inventario de GEI. Por todo ello, para calcular las cantidades de emisiones de GEI, se tendrán en cuenta las originadas por la incineración de los RSU de Vigo y las del tratamiento y eliminación de las aguas residuales.

3.4.1 Incineración de RSU

Debido a la dificultad de obtener los datos necesarios a nivel municipal para poder aplicar la metodología del IPCC (2006), se ha optado, en este apartado, por seguir la metodología del último Inventario de Emisiones de GEI en Galicia.

Los factores de emisión (kg/Tn residuos) facilitados por el Inventario de Emisiones para los gases analizados son los siguientes:

Gas	Factor de emisión (kg/Tn residuos)
CO ₂	985
CH ₄	0,00309
N ₂ O	0,1

En el año 2012, una media de 330 Tn de RSU al día eran recogidas por el servicio de basuras del ayuntamiento de Vigo, lo que supone 120.450 Tn residuos/año. Para la elaboración de los cálculos, se debe tener en cuenta que, en 2012, un 45% de la basura era de origen orgánico.

Por tanto, las emisiones de GEI referidas a la incineración de RSU serán las siguientes:

Gas	Emisiones (Tn)	Emisiones CO ₂ equiv (Tn)
CO ₂	65.253,79	65.253,79
CH ₄	0,37	9,30
N ₂ O	12,05	3.589,41
	Total	68.852,50

Lo que significa que 81.002,43 Tn CO₂ equivalentes fueron emitidas a la atmósfera debido a la incineración de los RSU procedentes del municipio de Vigo, lo que representa un 0,232 Tn/habitante.

3.4.2 Tratamiento y eliminación de las aguas residuales

Las aguas residuales pueden ser una fuente de CH₄ y de N₂O. Las emisiones de CO₂ no se consideran en las Directrices del IPCC (2006) porque son de origen biogénico y no deben incluirse en los inventarios de GEI.

Las aguas residuales pueden originarse en los hogares, en la actividad industrial o en la comercial. Pueden tratarse "in situ", transferirse por alcantarillado a una instalación central preparada para el tratamiento de aguas o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües.

Para simplificar los cálculos, se supondrá que la cantidad de aguas residuales procedentes del sector industrial en el municipio de Vigo es similar a la del sector doméstico, por lo que se englobará dentro de un mismo apartado.

La metodología del IPCC (2006) es demasiado compleja a la hora de obtener las emisiones procedentes del tratamiento de las aguas residuales a nivel municipal. Por estas razones, en este caso se ha optado también por la metodología propuesta por el último Inventario de GEI de Galicia, que, a su vez, se basa en los factores de emisión facilitados por la guía EMEP/CORINAIR.

Para determinar el valor de los factores de emisión correspondientes a cada GEI, es necesario disponer del dato numérico de plantas de tratamiento de aguas residuales situadas en el municipio en cuestión. En el caso de Vigo, todas las aguas residuales originadas (2012) eran tratadas en la depuradora del Lagares.

De este modo, los factores de emisión correspondientes a cada GEI son:

Gas	Factor de emisión (kg/habitantes)
CO ₂	27,4
CH ₄	0,3
N ₂ O	0,02

A partir del dato de la población de Vigo (297.355 habitantes), es posible obtener las emisiones de GEI, según la siguiente distribución:

Gas	Emisiones (Tn)	Emisiones CO ₂ equiv (Tn)
CO ₂	8.147,53	8.147,53
CH ₄	89,21	2.230,16
N ₂ O	5,95	1.772,24
	Total	12.149,93

Esto supone 12.149,93 Tn CO₂ equivalentes producidas por el tratamiento de aguas residuales en la depuradora del Lagares, o lo que es lo mismo, 0,041 Tn CO₂ equiv/habitante.

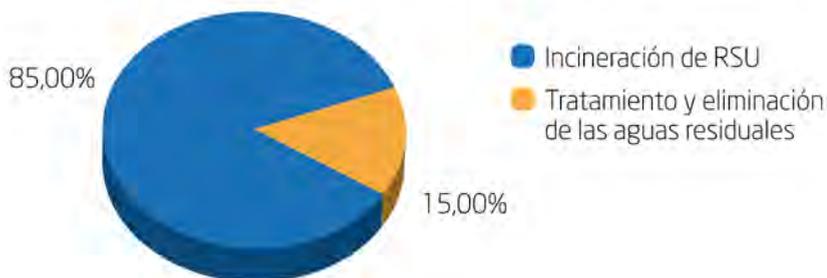
3.4.3 Total emisiones "Desechos"

Una vez realizados todos los cálculos del sector desechos, se puede apreciar que el total de emisiones de CO₂ equivalentes es el siguiente:

Categoría	Tn CO ₂ equivalentes
Incineración de RSU	68.852,50
Tratamiento y eliminación de las aguas residuales	12.149,93
Total	81.002,43

Se puede comprobar que la mayoría de las emisiones de este sector proceden de la incineración de los RSU, que, aunque se lleve a cabo en el municipio de Cerceda, es consecuencia directa de Vigo.

Emisiones de CO₂ equivalentes de los desechos en Vigo (2012)



3.5 Total emisiones

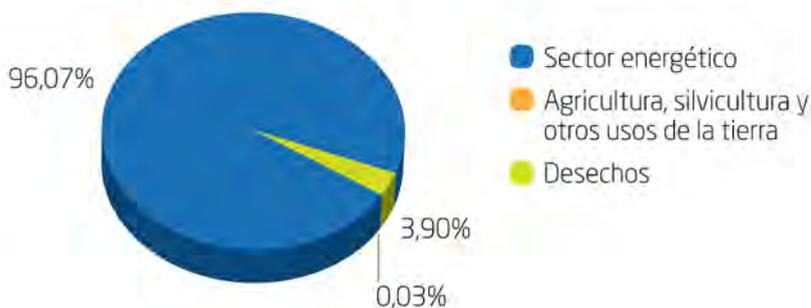
En total, durante el año 2012 fueron emitidas en Vigo 2.058.782,41 Tn CO₂ equivalentes, o lo que es lo mismo, 6,92 Tn CO₂ equivalente por habitante.

Sector	Emisiones de GEI (Tn)			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ equiv
Industrias de la energía	566.024,67	6,75	7,74	568.500,42
Industrias manufactureras y de la construcción	100.993,75	3,86	0,76	101.317,52
Transporte aéreo	15.884,91	0,60	0,60	16.078,89
Transporte ferroviario	151,94	0,00	0,01	154,55
Transporte marítimo	7.031,51	0,65	0,20	7.107,41
Transporte por carretera	703.275,85	83,11	102,66	735.946,85
Total transporte	726.344,21	84,36	103,47	759.287,70
Sector residencial, institucional y comercial	186.791,03	21,08	0,94	187.597,24
Sector agrícola y pesquero	377.715,56	50,97	3,06	379.901,32
Total otros sectores	564.506,59	72,05	4,00	567.498,56
TOTAL SECTOR ENERGÉTICO	1.957.869,22	167,02	115,97	1.996.604,20
Fermentación entérica		3,79		94,75
Gestión del estiércol		0,87	0,01	22,12
TOTAL GANADERÍA	0,00	4,66	0,01	116,87
Emisiones directas N ₂ O suelos agregados			2,58	64,54
Emisiones indirectas N ₂ O suelos agregados			0,53	13,22
Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales	304,65	0,91	0,05	342,51
TOTAL AGRICULTURA, SILVICULTURA Y OTROS USOS DE LA TIERRA	304,65	5,57	3,17	420,27
Incineración	65.253,79	0,37	12,05	68.852,50
Tratamiento de aguas residuales	8.147,53	89,21	5,95	12.149,93
TOTAL DESECHOS	73.401,32	89,58	18,00	81.002,43
Total emisiones GEI	2.031.575,19	262,17	137,14	2.078.143,77
Total absorciones				19.361,36
BALANCE GLOBAL				2.058.782,41

Es relevante destacar que el CO₂ representa un 97,74% de las emisiones totales de GEI a la atmósfera. A gran distancia le siguen el N₂O con un 1,98% y el CH₄ con un 0,32%. Se puede observar también que dichos valores siguen una proporción prácticamente similar a los obtenidos en el anterior inventario de emisiones. Esto es debido a que la actividad agrícola/ganadera sigue representando una proporción escasa en la evolución general del municipio.

Desde el punto de vista de la importancia relativa de cada sector analizado con respecto al total, se puede destacar al sector energético, que con un 96,85% del total de las emisiones de GEI, es el que contribuye de una forma más importante al conjunto del CO₂ equivalente emitido en Vigo. Después se sitúa el sector desechos y de una manera casi inapreciable el sector agrícola, el cual se ha visto reducido considerablemente en los últimos tiempos.

Representación de emisiones de GEI de cada sector con respecto al total



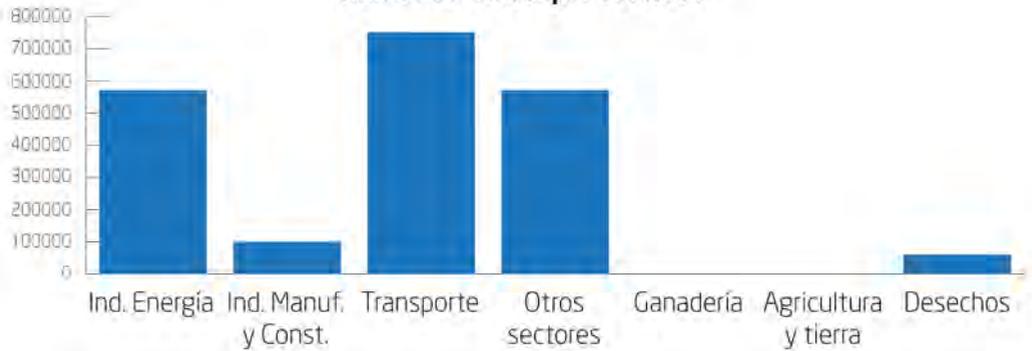
Si realizamos un análisis desagregado por actividades, se puede comprobar que el sector transporte, con un 36,83% de las emisiones, es la principal fuente de emisión de GEI a la atmósfera. La generación de energía eléctrica y el sector "otros" (liderado por un sector tan importante para Vigo como el sector pesquero) ocupan respectivamente el segundo y tercer lugar en importancia de emisiones. Como se puede comprobar en el siguiente gráfico, los demás sectores ya se encuentran situados a una distancia considerable de los tres primeros.

Representación de emisiones de GEI de cada sector con respecto al total



A través de un gráfico de barras, se puede comprobar la participación de cada actividad de una manera más visual.

Emisiones de GEI por sectores



Comparación de emisiones con respecto al año 2003

Una vez calculados los valores de las emisiones de GEI emitidos en el municipio de Vigo en el año 2012, en este apartado se comparan los valores obtenidos con los del anterior inventario realizado en la ciudad (2003). Para realizar dicha comparación, se analizarán los valores siguiendo la misma división por sectores que la utilizada anteriormente. En la medida de lo posible, se ha intentado seguir con el procedimiento empleado en el precedente inventario de GEI de Vigo, ya que, de este modo, es posible comparar los resultados obtenidos de una manera más coherente y aproximada.

1. Comparativa sector energético

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Total sector energético	1.853.700,59	1.996.604,2

Las emisiones de CO₂ equivalentes derivadas del sector energético se han incrementado en un 7,71%. El cambio de metodología a la hora de calcular las emisiones originadas por el consumo eléctrico en la ciudad y el aumento de vehículos en los últimos años han provocado este ligero aumento del número de toneladas de emisiones de GEI.

Para poder analizar los resultados de una manera más concreta, se compararán los valores del nivel inmediatamente inferior en cada división.

1.1 Industrias de la energía

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Industrias de la energía	694.512	568.500,42

La dificultad a la hora de tener acceso a los datos reales del consumo eléctrico en el municipio de Vigo ha variado la metodología empleada para la realización de los cálculos con respecto al 2003. En esta ocasión se ha decidido extrapolar los valores indicados en el "Balance Enerxético de Galicia" para el nivel provincial al nivel municipal, utilizando para ello la variable relativa a la población de Vigo con respecto al total de la provincia de Pontevedra. A pesar de ello, se puede comprobar que el resultado se aproxima a lo calculado en el anterior inventario, lo que significa que esta técnica de aproximación tiene un margen de error reducido.

1.2 Industria manufacturera y de la construcción

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Industrias manufactureras y de la construcción	132.709,3	101.317,52

El cálculo de las emisiones referidas a este apartado tropieza con la dificultad añadida de tener que extrapolar los datos de los consumos de calor de Galicia al municipio de Vigo, a diferencia del inventario del 2003 que proporcionaba ya los valores correspondientes a nivel provincial y ocasionaba un menor margen de error. Sin embargo, en este apartado se ha considerado la utilización de coque y gas natural, lo que representa una mayor exactitud en la obtención de los valores buscados.

Por tanto, tras los respectivos cálculos, se ha obtenido un menor número de emisiones de CO₂ equivalentes que en el último inventario realizado en el municipio. Esto es debido a la utilización de gas natural y a la reducción progresiva de emisiones en este sector durante los últimos años.

1.3 Transporte

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Transporte aéreo	17.860,7	16.078,89
Transporte ferroviario	366,35	154,55
Transporte marítimo	5.831,54	7.107,41
Transporte por carretera	550.696,8	735.946,85
Total transporte	574.755,39	759.287,7

El sector del transporte es quizás el que más ha empeorado sus resultados desde el 2003 debido, en gran parte, al aumento del transporte por carretera.

A pesar de la reducción de las emisiones de los vehículos, el aumento del número de unidades en los últimos años ha provocado que la cifra de toneladas de CO₂ equivalente se haya incrementado considerablemente.

Con respecto a las emisiones en el sector marítimo, en esta ocasión se ha cambiado el procedimiento en el cálculo, ya que se ha especificado el consumo de combustible por categorías de barcos y no por TRB (Toneladas de Registro Bruto) como se había realizado en el anterior

inventario. No obstante, se puede apreciar que el aumento de atraques de cruceros y barcos de grandes dimensiones ha crecido en el puerto de Vigo en los últimos años, lo que podría explicar el ligero aumento de la cantidad de emisiones.

En el transporte ferroviario es dónde se han originado los mayores descensos de las emisiones, debido a la sustitución progresiva de trenes que se desplazan gracias a la corriente eléctrica en detrimento de aquellos movidos únicamente por materiales fósiles (gasoil, carbón).

Por último, en el transporte aéreo se puede apreciar que el nivel de emisiones permanece casi constante, aunque ligeramente menor al originado en 2003, lo que se debe al esfuerzo de las compañías aéreas por reducir paulatinamente el nivel de emisiones de gases nocivos para el medio ambiente.

1.4 Otros sectores

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Sector residencial, institucional y comercial	154.135,2	187.597,24
Sector agrícola y pesquero	297.588,7	379.901,32
Total otros sectores	451.723,9	567.498,56

El apartado "otros" (sector residencial, comercial, agrícola y pesquero) también ha experimentado un crecimiento en el número de emisiones de CO₂, siendo más acusado en los sectores agrícola y pesquero.

Por otro lado, las emisiones de CO₂ del sector agrícola y pesquero se vieron aumentadas un 27,66%, incremento debido principalmente a las emisiones del sector pesquero derivadas del crecimiento de la cantidad de pescado descargado en el puerto de Vigo (aproximación utilizada para hallar las emisiones de CO₂ de los buques pesqueros en el puerto).

Con referencia al sector residencial y comercial, se ha producido un leve repunte de las emisiones debido a la utilización de cierta cantidad de fuelóleo para producir calor en los locales representativos de este apartado (hecho que el anterior inventario no consideraba). Además, la utilización de parámetros relacionados con el gas natural y el coque aumenta la aproximación a los datos reales de una manera considerable.

2. Comparativa agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Total agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	-19.717,9	537,14

El apartado relacionado con la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra es el que ha experimentado más modificaciones debido a la nueva metodología propuesta por el IPCC en su versión más actualizada, lo que ha provocado que los resultados obtenidos en ambos inventarios difieran considerablemente. La reducción del número de ganado en los últimos años, la contabilización de las emisiones derivadas de los incendios forestales y la reducción de masa forestal también han contribuido al incremento de emisiones de CO₂.

2.1 Ganado

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Fermentación entérica	693,1	94,75
Gestión del estiércol	400,6	22,12
Total ganadería	1.093,7	116,87

Durante los últimos años el sector agrícola y ganadero está experimentando un retroceso, el cual es más apreciable en zonas urbanas como es el caso de Vigo. La reducción de cabezas de ganado (un 80% en el caso del ganado bovino y un 93% en el del sector caprino) han provocado que las emisiones de metano debidas a la fermentación entérica hayan acusado una notable caída. Este hecho también ha influido en la contabilización de las emisiones derivadas de la gestión de estiércol, lo que provoca que las emisiones derivadas de la ganadería se hayan reducido un 89,3%.

2.2 Tierra

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Tierra	-22.971	-19.361,36

Para la contabilización de las emisiones de CO₂ derivadas del sector "tierra" se ha tenido en cuenta la diferencia de la cantidad de CO₂ absorbido por la masa forestal entre el año del inventario

(2012) y el escogido como referencia (2003), período en el que la superficie arbolada se ha visto reducida, por lo que la absorción de CO₂ equivalente del municipio es inferior a la del anterior inventario, en el que la masa arbolada era mayor.

2.3 Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂ de la tierra

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Emisiones directas N ₂ O suelos agregados	1.689,2	64,54
Emisiones indirectas N ₂ O suelos agregados	470,2	13,22
Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales		342,51
Total fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO₂	2.159,4	420,27

De igual modo que, en los últimos años, la reducción de la superficie agrícola y ganadera en Vigo ha repercutido en la reducción de las emisiones provocadas por la maquinaria agrícola y en las procedentes de sector ganadero, las emisiones directas e indirectas de N₂O también se han reducido de una manera considerable desde el año de realización del anterior inventario.

A diferencia del año 2003, en el inventario de 2012 se han tenido en cuenta por primera vez las emisiones originadas por la quema de biomasa en tierras forestales, ya que, debido al incremento de incendios en los últimos años, las emisiones producidas por los incendios forestales se consideran muy relevantes para el cómputo general.

A pesar de estas realidades y de la nueva contabilización de emisiones, se puede comprobar que las correspondientes a este apartado se han reducido en un 80,5% entre los años 2003 y 2012.

3. Comparativa sector desechos

Sector	Toneladas CO ₂ equivalente	
	2003	2012
Incineración	73.472,52	68.852,50
Tratamiento de aguas residuales	11.970	12.149,93
Total desechos	85.442,52	81.002,43

A pesar de la modificación en la metodología del IPCC en su versión más renovada, para los cálculos de Vigo sólo se han tenido en cuenta los referentes a la incineración y al tratamiento de aguas residuales, considerando inapreciables los demás apartados. Además, debido a la complejidad a

la hora de cuantificar las emisiones a través del método especificado por el IPCC 2006, se ha decidido seguir el procedimiento descrito en la metodología empleada en el inventario precedente.

La reducción de emisiones de CO₂ equivalente en la incineración de residuos se debe a la variación del porcentaje de la basura incinerada de origen animal. Si en 2003 un 41% de la basura procedía de restos orgánicos, este porcentaje se ha incrementado un 45% en 2012.

Las emisiones de CO₂ equivalente en el tratamiento de aguas residuales no se han visto casi alteradas debido a que la población de la ciudad ha permanecido prácticamente constante en este periodo de tiempo. Si en 2003 se había estimado que la ciudad tenía una población aproximada de 300.000 personas, en 2012 la población era de 297.355, lo que explica que los datos apenas se hayan alterado en los dos inventarios.

En el cómputo neto de emisiones (incluidas las absorciones) se puede apreciar que las emisiones de CO₂ equivalentes han aumentado un 5,87% en el período 2003-12. En consecuencia, las emisiones de Tn de CO₂ equivalente/habitante en el año 2012 ascienden a 6,9 frente al 6,5 del año 2003.

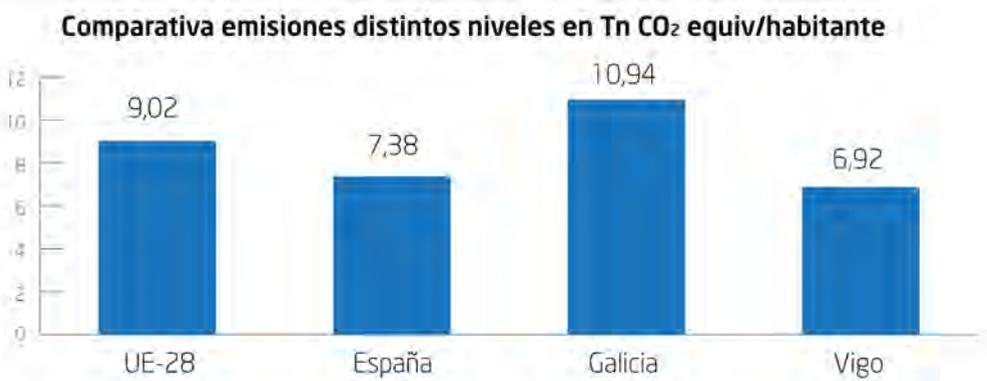
4. Comparativa global emisiones GEI

Sector	2003	2012	¿Mejora?
	CO ₂ equivalente	CO ₂ equivalente	
Industrias de la energía	694.512	568.500,42	●
Industrias manufactureras y de la construcción	132.709,3	101.317,52	●
Transporte aéreo	17.860,7	16.078,89	●
Transporte ferroviario	366,35	154,55	●
Transporte marítimo	5.831,54	7.107,41	●
Transporte por carretera	550.696,8	735.946,85	●
Total transporte	574.755,39	759.287,7	●
Sector residencial, institucional y comercial	154.135,2	187.597,24	●
Sector agrícola y pesquero	297.588,7	379.901,32	●
Total otros sectores	451.723,9	567.498,56	●
Total sector energético	1.853.700,59	1.996.604,2	●
Fermentación entérica	693,1	94,75	●
Gestión del estiércol	400,6	22,12	●
Total ganadería	1.093,7	116,87	●
Tierra	-22.971	-19.361,36	●
Emisiones directas N ₂ O suelos agregados	1.689,2	64,54	●
Emisiones indirectas N ₂ O suelos agregados	470,2	13,22	●
Emisiones del quemado de biomasa en tierras forestales		342,51	
Total agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	-19.717,9	420,27	●
Incineración	73.472,52	68.852,5	●
Tratamiento de aguas residuales	11.970	12.149,93	●
Total desechos	85.442,52	81.002,43	●
Total emisiones GEI	1.919.425,21	2.058.782,41	●

Comparación con otras regiones y ciudades

Actualmente, algunos municipios y entidades geográficas particulares están llevando a cabo diversos inventarios de GEI similares al propuesto en este trabajo. Para ello, se basan en las directrices propuestas por el IPCC y por la Guía EMEP/CORINAIR, una metodología ampliamente utilizada en los diversos inventarios realizados hasta la fecha en Europa y parte del mundo. De este modo, aunque se debe considerar que la variable de las diferencias geográficas es realmente importante, es posible comparar las emisiones de GEI de Vigo con otros ámbitos regionales y locales.

En primer lugar, se pueden comparar las emisiones de Vigo con respecto a varias escalas territoriales, como puede ser a nivel autonómico, estatal o europeo, que son las siguientes:³⁰

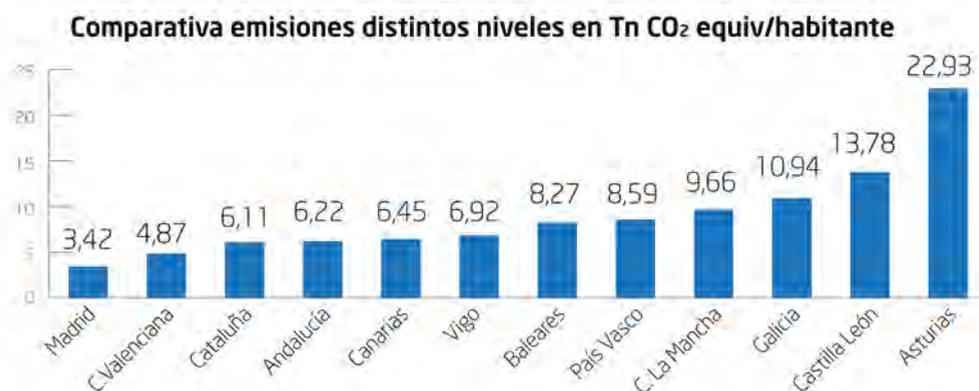


Debido a que en España la realización de inventarios de GEI está más arraigada en el ámbito autonómico que en el municipal, todas las Comunidades Autónomas han realizado un inventario analizando la cantidad de emisiones de GEI por habitante en sus territorios correspondientes. De este modo, en la siguiente tabla se muestran las emisiones de CO₂ equivalentes por habitante de cada una de ellas:

³⁰ Los datos de emisiones de CO₂ equivalente por cápita en la UE fueron facilitados por "Departamento de Medio Ambiente y Territorial de Euskadi"

Comunidad Autónoma	Tn CO ₂ equiv/habitante	Comunidad Autónoma	Tn CO ₂ equiv/habitante
Andalucía	6,22	C. Valenciana	4,87
Aragón	12,94	Extremadura	7,54
Asturias	22,93	Galicia	10,94
Baleares	8,27	La Rioja	7,60
Canarias	6,45	Madrid	3,42
Cantabria	10,39	Melilla	3,89
Castilla León	13,78	Navarra	9,15
Castilla la Mancha	9,66	País Vasco	8,59
Cataluña	6,11	Murcia	6,19
Ceuta	5,39	Total	7,38

En el siguiente gráfico puede observarse que Vigo se encuentra en un nivel intermedio de emisiones, superando a lugares como Madrid y Cataluña, pero con un nivel de emisiones muy inferior al de Castilla y León o Asturias.



Para aproximarnos más al ámbito municipal, y de esta manera poder comparar los datos de una forma más fiable, se realizará una comparativa entre la ciudad de Vigo y las capitales de países europeos recogidas en el estudio Siemens sobre las capitales verdes europeas³¹. En dicho estudio, esa firma ha elaborado un avance medioambiental y de protección climática de treinta ciudades europeas donde se han tenido en cuenta aspectos como los objetivos marcados y los logros conseguidos por las principales capitales europeas respecto a la calidad de vida y el medio

31) European Green City Index

ambiente. El informe evalúa ocho categorías medioambientales de 30 ciudades: emisiones de CO₂, energía, edificios, transporte, agua, calidad del aire, uso del suelo y gobierno medioambiental.

El primer puesto de la lista lo ocupa Copenhague que es calificada como la ciudad más verde de Europa y con una previsión de ciudad libre de CO₂ en 2025. La capital danesa es seguida en la lista por otras capitales escandinavas, Estocolmo y Óslo, por este orden. Esta última es la ciudad más limpia en cuanto a emisiones de CO₂, al emitir 2,5 toneladas per cápita.

Las ciudades escandinavas, generalmente con un PIB per cápita por encima de la media europea, han presentado unos resultados ejemplares, ya que históricamente poseen una mayor concienciación medioambiental apoyada por grandes inversiones estatales.

El cuarto y quinto puesto corresponden a Viena y Ámsterdam, ciudades pertenecientes a países también con una alta conciencia ecológica. España también está presente en el informe: Madrid es la duodécima ciudad más verde de Europa y lidera factores como el control de emisiones y la gestión de agua.

Europa del Este ocupa las últimas posiciones. A pesar de poseer los PIB per cápita más bajos de la Unión Europea, herencias históricas negativas (edificios e industrias que tienen un alto consumo energético) y baja conciencia ecológica, estas deficiencias son superadas en cuanto al uso de transporte público frente a otras ciudades europeas (Kiev es la ciudad con mayor proporción de uso del transporte público).

El informe, que evalúa solamente las ocho categorías medioambientales anteriormente citadas, muestra resultados bastante positivos pero también señala los puntos más débiles de las ciudades y, en general, del conjunto europeo.

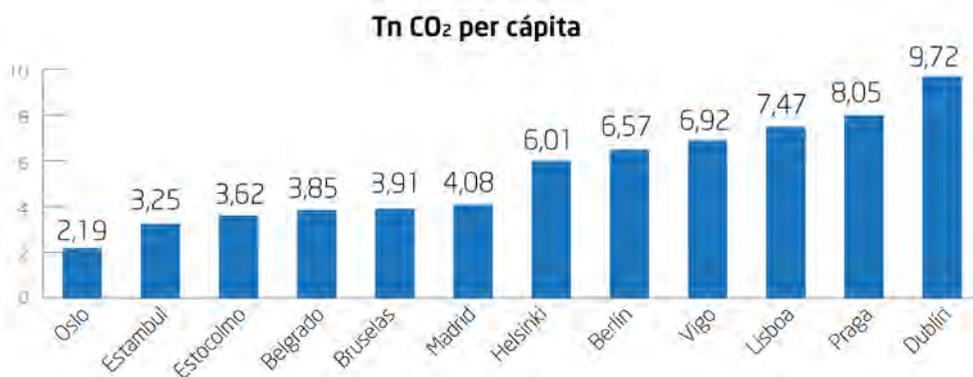
El uso de energías renovables todavía está por debajo de lo deseado. Estas energías representan tan sólo un 7% del suministro total energético, porcentaje muy por debajo de lo establecido por la UE, que marca como objetivo un 20% para 2020.

Otra de las debilidades de las políticas medioambientales de las ciudades europeas es la cuota de agua que se recicla. Actualmente, tan sólo se recicla un 20% del agua y se pierde uno de cada cuatro litros debido a derrames y fugas en las conducciones.

El dato relevante para poder comparar Vigo con el resto de ciudades será el de emisiones de CO₂. Según los datos facilitados por cada ciudad participante en el estudio, las emisiones respectivas son las siguientes:

Ciudad	Tn CO ₂ /habitante	País	Ciudad	Tn CO ₂ /habitante	País
Ámsterdam	6,66	Holanda	Londres	5,84	Reino Unido
Atenas	5,92	Grecia	Madrid	4,08	España
Belgrado	3,85	Serbia	Oslo	2,19	Noruega
Berlín	6,57	Alemania	París	5,04	Francia
Bratislava	5,08	Eslovaquia	Praga	8,05	República Checa
Bruselas	3,91	Bélgica	Riga	3,98	Letonia
Bucarest	5,23	Rumanía	Roma	3,50	Italia
Budapest	5,80	Hungría	Sofía	4,32	Bulgaria
Copenhague	5,38	Dinamarca	Estocolmo	3,62	Suecia
Dublín	9,72	Irlanda	Tallín	6,80	Estonia
Helsinki	6,01	Finlandia	Viena	5,19	Austria
Estambul	3,25	Turquía	Vilna	4,55	Lituania
Kiev	4,10	Ucrania	Varsovia	6,29	Polonia
Lisboa	7,47	Portugal	Zagreb	6,68	Croacia
Liubliana	3,41	Eslovenia	Zurich	3,70	Suíza

Por tanto, Vigo, comparada con las ciudades europeas utilizadas en el estudio de Siemens, ocuparía una posición intermedia-alta, superando ampliamente en emisiones de GEI a ciudades como Oslo, Estocolmo o Madrid, pero por debajo de Lisboa, Praga o Dublín.

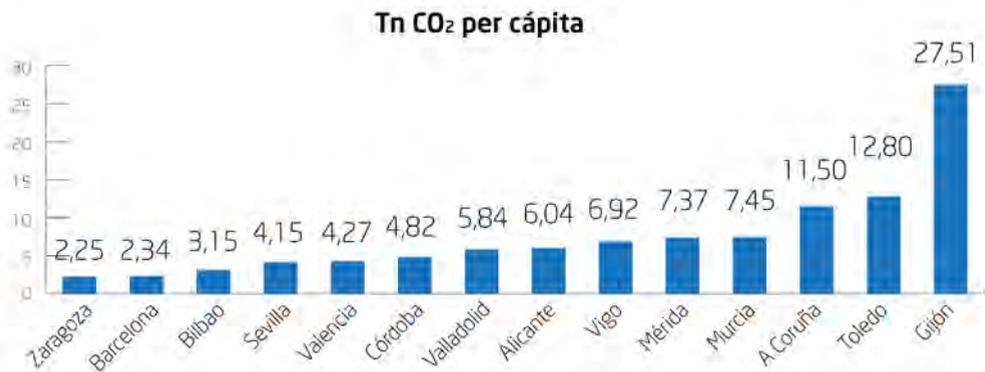


Por último, en el año 2012 se realizó el estudio "25 ciudades españolas sostenibles" que, bajo el patrocinio también de Siemens, trató de analizar el impacto social y medioambiental en las

principales ciudades españolas. En este trabajo se recogen las emisiones de CO₂ per cápita en cada ciudad, que son las siguientes:

Ciudad	Tn CO ₂ /habitante	Ciudad	Tn CO ₂ /habitante
Zaragoza	2,25	Alicante	6,04
Barcelona	2,34	Vigo	6,92
Bilbao	3,15	Mérida	7,37
Sevilla	4,15	Murcia	7,45
Valencia	4,27	A Coruña	11,50
Córdoba	4,82	Toledo	12,80
Valladolid	5,84	Gijón	27,51

Como se puede comprobar en el siguiente gráfico que refleja el nivel de emisiones, Vigo se encuentra en una posición intermedia entre las grandes ciudades (Barcelona, Madrid, Valencia) y las ciudades de tamaño intermedio como A Coruña o Gijón.



Conclusiones

El cambio climático es quizás el gran reto al que debe enfrentarse la humanidad en los próximos decenios. El prolongado aumento de las emisiones de CO₂ a la atmósfera desde la Revolución Industrial ha originado un incremento de la temperatura media del Planeta que, en las últimas décadas del siglo pasado, ha sido más que evidente.

En los años 80 del siglo XX, coincidiendo con el fenómeno de la reducción de la capa de ozono, las grandes potencias mundiales fueron conscientes de que todo el CO₂, generado por una sociedad cada vez más globalizada, estaba repercutiendo negativamente en una variación brusca del clima.

La creación de organismos internacionales como el IPCC, la periodicidad con la que se establecieron reuniones internacionales para tomar medidas ante el cambio climático y el compromiso de algunos países para poner en marcha medidas que provocaran una reducción de las emisiones de GEI, manifiestan la creciente preocupación social por los desconocidos efectos de un eventual cambio climático global.

Los estudios científicos han demostrado que la reducción progresiva de los glaciares (sobre todo los de Groenlandia), el aumento de la frecuencia de huracanes en zonas tropicales, la subida constante del nivel del mar que está inundando ya varias islas del Pacífico y el incremento de la temperatura media del planeta no son hechos aislados, sino que todos parten de un denominador común, el cambio climático.

A lo largo de la historia de la Tierra se han producido varios cambios de ciclos climáticos, combinándose épocas como la actual con largos periodos glaciares, todos ellos originados a priori por condiciones totalmente naturales. Por este motivo, numerosos científicos son todavía reticentes a la hora de querer vincular el calentamiento global con la actividad humana, pero los hechos avalan la teoría de que las emisiones de GEI emitidas en el planeta están acelerando el proceso del cambio de clima.

A pesar de las diversas reuniones internacionales y a la percepción real de que es un tema que afecta directa o indirectamente a todos los países, el hecho es que intereses económicos grandes potencias como los EEUU o China han imposibilitado hasta la fecha un acuerdo vinculante global sobre la reducción de GEI a la atmósfera.

Sin embargo, parece que la última COP de París ha sido un punto de inflexión en este aspecto. Por primera vez en la historia, EEUU y China (entre otros) se han comprometido a reducir el número de sus emisiones de una manera real, lo que abre la puerta a la esperanza de alcanzar el objetivo de reducir a más de la mitad las toneladas de CO₂ emitidas a la atmósfera a finales de siglo.

Además, otro aspecto que está cambiando en los últimos tiempos es la percepción real del potencial peligro del cambio climático en la sociedad y numerosos municipios a escala europea y

mundial han comenzado a reducir el nivel de emisiones de GEI. Para lograr este objetivo, se han adoptado medidas en el ámbito energético (como el incremento del uso de energías no fósiles), en el de transporte (incremento del uso de coches híbridos, utilización del transporte urbano en las ciudades...), en el sector público (cambio alumbrado público, reducción del uso de la calefacción en las administraciones públicas...) y en el ámbito del reciclaje (aumento de las toneladas de residuos reciclados a lo largo del año).

No obstante, para evaluar la reducción de los GEI, es necesario conocer la realidad y realizar un inventario preciso de emisiones. Desde finales del siglo pasado, el IPCC ha establecido unos mecanismos para calcular de una manera aproximada el número de toneladas de GEI emitidos a la atmósfera que, con sus últimas actualizaciones, han permitido que el cálculo de las emisiones sea cada vez más ajustado a la realidad.

En el caso de España, sólo el Gobierno Central y las Comunidades Autónomas están obligados a elaborar el inventario de emisiones, siendo de carácter voluntario para los municipios. A pesar de ello, ciudades como Barcelona, Madrid, Vitoria, Bilbao han elaborado su propio inventario de emisiones y han tomado medidas para reducir el nivel de CO₂ emitido.

En el año 2003, se realizó un inventario de emisiones en la ciudad de Vigo, el cual seguía la metodología del IPCC (1996). En esta versión, el IPCC dividía la actividad económica en varios sectores: energía, procesos industriales, disolventes, agricultura, cambios uso suelo y tratamiento de residuos.

En este nuevo estudio se propone una actualización del inventario de emisiones de GEI para la ciudad de Vigo siguiendo la metodología propuesta por el IPCC (2006) para, de este modo, poder comparar los datos obtenidos con los de las otras ciudades. Para ello se ha dividido la actividad de la ciudad en varias categorías, las cuales representan a los diversos sectores económicos del municipio. En esta nueva metodología, apartados como el de disolventes desaparecen, y cambios en el uso de suelo y agricultura se fusionan. Además, cambios en los procedimientos del cálculo de emisiones ha permitido una mayor aproximación en la cuantificación de las Tn de CO₂ equivalentes.

El inventario de emisiones de CO₂ para Vigo (2012) muestra que el sector energético, con un total de 1.996.604,20 Tn CO₂ equivalentes, es el más contaminante, representando casi un 97% del total de las emisiones municipales producidas. Sectores como el consumo eléctrico en la ciudad, el transporte o el sector pesquero constituyen el apartado del inventario más relevante del municipio. Sin embargo, a pesar de la reducción de emisiones procedentes de la industria manufacturera y del consumo de electricidad, el incremento del número de vehículos y de buques pesqueros ha provocado que la cifra total de emisiones se haya incrementado en los últimos años.

Por el contrario, las emisiones del sector de la ganadería y agricultura se reduce notablemente, con un total de 116,87 Tn CO₂ equivalentes. Esto es debido al descenso en el número de cabezas

de ganado y a la reducción del número de hectáreas agrícolas existentes. A pesar de ello, aspectos como el aumento de la frecuencia de incendios forestales y la reducción de la superficie forestal del municipio ha originado que este apartado haya incrementado también la cantidad de Tn de CO₂ emitidas con respecto a las del anterior inventario realizado, sumando un total de 537,14 Tn CO₂.

En el apartado del tratamiento de residuos es dónde existen menores diferencias entre los dos inventarios de referencia, debido posiblemente a la utilización de la misma metodología del IPCC. Un total de 81.002,43 Tn CO₂ equivalente emitidas fueron debidas al tratamiento de residuos.

Así pues, considerando el total neto de emisiones de los distintos sectores analizados, se puede asegurar que las emisiones de GEI en Vigo en 2012 fueron de 2.058.782,41 Tn CO₂ equivalente, un 5,87% más que en 2003. Si se tiene en cuenta la población de la ciudad en el año de referencia, esto supone un total de 6,92 Tn CO₂ equivalente por habitante del municipio y año. Si se comparan estos valores con los de otras ciudades, se puede comprobar que Vigo permanece en una situación intermedia, muy alejado de las grandes urbes europeas o españolas pero a un nivel igual al de varias ciudades con población similar.

Tras realizar el análisis de las emisiones originadas por cada sector, se pueden establecer las siguientes consideraciones:

- Se ha producido un descenso del consumo eléctrico en la ciudad. Esto posiblemente es debido al incremento del uso de energías renovables (solar, eólica, hidráulica). Aun así, es necesario seguir aumentando el ratio de electricidad procedente de fuentes de energías limpias, ya que no contaminan y no existe el riesgo de agotamiento.
- El número de emisiones de CO₂ en la industria también se ha visto reducido. La aparición de la crisis económica, además de haber reducido la actividad industrial en muchas regiones, ha obligado a las empresas a ser cada vez más eficientes con sus recursos, lo que obliga a la utilización de maquinaria que consuma menos electricidad.
- Uno de los grandes focos de contaminación en la mayoría de ciudades del mundo en general y en Vigo en particular sigue siendo el sector dedicado al transporte. La utilización de coches híbridos y la progresiva reducción del consumo de los vehículos en los últimos años no ha impedido que las emisiones procedentes de este sector sigan incrementándose. La utilización del vehículo para desplazarse por la ciudad sigue siendo mayoritaria, lo que conlleva que el número de vehículos se haya visto incrementado en un 5,40% en la última década. Medidas propuestas por el Concello, como la mejora del sistema de transporte público, la mayor concienciación social para evitar desplazamientos innecesarios en vehículos y el incremento de turismos híbridos y eléctricos puede favorecer una posible reducción del número de emisiones de GEI en los próximos años.

- El incremento del tráfico portuario ha originado un aumento de emisiones. La continua llegada al Puerto de Vigo de numerosos cruceros de gran tamaño ha significado un importante incentivo económico para el sector comercial, pero también un incremento más que evidente en la emisión de toneladas de CO₂ dependientes de este sector.
- Debido al aumento de precisión en el método de elaborar los cálculos de las emisiones en el sector institucional/comercial, éstas han aumentado con respecto al anterior inventario realizado. Medidas como no usar en exceso los sistemas de calefacción o aire acondicionado, ahorro del consumo eléctrico en los hogares y en las instituciones, usar bombillas de bajo consumo y proveer a las edificaciones de un sistema de aislamiento óptimo permitirá, en los próximos años, que el nivel de emisiones de este sector pueda verse reducido de forma considerable.
- El sector agrícola y ganadero ha disminuido su importancia relativa en la actividad económica de la ciudad de forma evidente, a pesar de los requisitos burocráticos y de control que obliga a los ciudadanos a tener que declarar el número de animales existentes en sus propiedades.
- La tendencia al alza del número de incendios forestales en los últimos tiempos es uno de los problemas ecológicos más graves que tendrán que afrontar la administración y los ciudadanos en los próximos años. Sólo en Galicia, en los años comprendidos entre 1991 y 2013 han ardido un total de 613.000 ha, superficie equivalente a la provincia de Ourense completa. Además, en los últimos veranos es dónde estos episodios ocurren con más frecuencia. El verano de 2006, con 90.000 ha quemadas, es considerado como el más desastroso para los bosques gallegos hasta el año 2013. Por esta razón, la superficie dedicada exclusivamente a masa forestal en los límites del municipio se ha visto reducida en 138,19 ha. Esto significa un grave problema para la ciudad, ya que el sector forestal es el encargado de absorber grandes cantidades de CO₂ de la atmósfera a través del fenómeno natural de la fotosíntesis.
- Por último, el sector desechos es el que menos ha variado respecto a los valores del anterior inventario. La imposibilidad de poder obtener datos más precisos para poder utilizar las fórmulas establecidas en la última metodología propuesta por el IPCC, ha obligado a utilizar las mismas medidas del Inventario de Emisiones de Galicia, aumentando el error posible. No obstante, debido a las condiciones de Vigo, los resultados obtenidos a través de esta metodología son muy aproximados con la realidad.

Por otro lado, como ya se ha comentado anteriormente, Sogama se encarga de la recogida total de residuos de la ciudad. Durante los últimos tiempos, esta empresa ha conseguido una mejora considerable en lo que respecta a este sector, ya que, al encargarse de toda la recogida, evita la posibilidad de “puntos negros” en la zona, como existían hace algunos años en el municipio. Además, leyes promovidas por el gobierno central y autonómico,

como la de prohibir tirar residuos en lugares no diseñados para este fin, han ayudado a reducir la contaminación de los suelos y de las aguas, así como a concienciar a la sociedad de los riesgos ecológicos provocados por los residuos. Otras medidas como el uso habitual de contenedores que permiten separar los residuos por categorías y en lugares específicamente habilitados, como la entrega de aparatos mecánicos o electrónicos en desuso, están mejorando los niveles medios de reciclaje. A modo de ejemplo, por cada kg de electrodoméstico reciclado, se pueden ahorrar hasta 150 gramos de CO₂ emitido a la atmósfera.

Con respecto al tratamiento de aguas residuales, Vigo tampoco ha experimentado una variación apreciable en la cantidad de emisiones de GEI. No obstante, la ciudad se prepara para un cambio considerable en el proceso de tratamiento de aguas, ya que se espera que para el año 2017 entre en funcionamiento la nueva depuradora de la ciudad que mejorará de manera sensible las condiciones de purificación de aguas residuales existentes actualmente, pero que posiblemente repercutirá de una forma negativa en el ámbito de las emisiones de GEI.

El cambio climático es una realidad. La frecuencia en la aparición de fenómenos naturales como huracanes, veranos más secos, reducción en la cantidad de precipitaciones, aumento de sequías e inundaciones es un hecho cada vez más evidente. El ser humano se tiene que preparar y adaptar a las nuevas condiciones de habitabilidad que habrá en este planeta en las próximas décadas. Quizás los cambios provocados por la gran cantidad de CO₂ emitido desde la Revolución Industrial ya no tengan vuelta atrás pero, con el aumento de concienciación ciudadana, la última tendencia en la respuesta internacional ante el cambio climático y el compromiso a escala municipal de realizar inventarios de GEI para conocer en qué sectores y aspectos pueden reducirse emisiones, puede ayudar a frenar un proceso que, visto de una manera claramente objetiva, parece ya inevitable.

Bibliografía

Libros y artículos

De Vegoechea, A. (2012). *“Las cumbres de Naciones Unidas sobre el cambio climático”*. Ed. FES. Colombia.

Espada Recarey, L. (2004). *“Análise da contribución do municipio de Vigo ó cambio climático”*. España: Ed. Valedor do Cidadán Vigo

Espada Recarey, L. (2009). *“La accesibilidad a los servicios básicos. Aplicación al municipio de Vigo y comparación con otras ciudades europeas”*. España: Ed. Valedor do Cidadán Vigo

Carrasco, P. (2005). *“Medidas de actuación para la reducción de las emisiones de GEI en el municipio de Vigo”*. PFC. Universidade de Vigo.

Pose, S. (2013). *“Medidas de actuaciones municipales para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en Vigo”*. TFM. Universidade de Vigo.

Información periodística de medios de difusión

Páginas web

Finanzas Carbono. *Conferencia de las Partes*. <<http://finanzascarbono.org/>>

Universidad Politécnica de Valencia. *Relación de Conferencias Internacionales sobre Cambio Climático y Cumbres de la Tierra*. <<http://www.upv.es/contenidos>>

Sostenibilidad y desarrollo. *El cambio climático: cronología de las negociaciones* <<http://sustentabilidadydesarrollo.com/2015/01/30/el-cambio-climatico-cronologia-de-negociaciones/>>

Oficina catalana de cambio climático. *Políticas ante el cambio climático* <<http://canviclimatic.gencat.cat/ca/>>

IPCC. Quinto Informe de Evaluación. <http://www.ipcc.ch/home_languages_main_spanish.shtml>

Red Ambiental de Asturias. *Contexto internacional en la lucha contra el cambio climático*. <<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/menuitem.1340904a2df84e62fe47421ca6108a0c/?vgnnextoid=894001c1dda91210VgnVCM10000097030a0aRCRD&vgnnextchann el=f42c1cc03aa1a110VgnVCM1000006a01a8c0RCRD&i18n.http.lang=es>>

Consellería de Medio Ambiente e Ordenación do Territorio. *Galicia e o cambio climático*
<<http://cambioclimatico.cmati.xunta.es/>>

Cambio climático global. *Los gases de efecto invernadero* <<http://cambioclimaticoglobal.com/gasesinv>>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. *Cambio climático*. <<http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/>>

Slideshare. *Efectos del cambio climático en España*. <<http://es.slideshare.net/geopaloma/efectos-del-cambio-climtico-en-espa>>

Gobierno de la Región de Murcia. *Proyecto compensaforest*. <<http://compensaforest.es/2015/05/11/radiografia-de-las-emisiones-de-gei-por-los-sectores-difusos-en-espana/>>

Observatorio de la Sostenibilidad en aviación. *Inventario y metodología*. <http://www.obsa.org/PaginasOBSA/Navegacion/AreasTrabajo_Inventarios_Metodologia.aspx>

Instituto Enerxético de Galicia. *Balance Enerxético de Galicia 2012*. <http://www.inega.es/sites/default/descargas/publicacions/Balance_enerxetico_de_Galicia_2012_galego.pdf>

Ayuntamiento de Zaragoza. *Indicadores comunes europeos actualizados*. <<https://www.zaragoza.es/ciudad/medioambiente/agenda21/observatorio/indicadores-europeos.htm>>

Universidad Politécnica de Madrid. *Informe sobre Indicadores Locales de Sostenibilidad*. <http://habitat.aq.upm.es/indloc/aindloc_10.html>

Agenda 21 de Baztan. *Sistema de seguimiento e indicadores de sostenibilidad*. <http://www.baztan.eus/files/2013/04/Indicadores_Europeos_Baztan.pdf>

Centro Nacional de Referencia sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes. *Inventario de emisiones CORINAIR en el programa EMEP*. <<http://www.cnrcop.es/gc/si-quieres-profundizar-mas/actuaciones-y-progresos/emisiones/new-profundizar-9/>>

Red ambiental de Asturias. *Las causas del cambio climático*. <<https://www.asturias.es/portal/site/medioambiente/>>

Red Española Nacional de Ferrocarriles. *Nuestros trenes y horarios*. <<http://www.renfe.com>>

Ministerio de Energía de Chile. *Inventario de emisiones para GEI*. <<http://huelladecarbono.minenergia.cl/transporte-maritimo>>

ELECRAIL. *Metodología de cálculo de consumo de energía de los trenes de viajeros y actuaciones en el diseño del material rodante para su reducción.* <http://www.investigacion-ffe.es/documentos/elecrail/m5-elecrail_calculo-consumo.pdf>

Dirección General de Tráfico. *Parque automovilístico.* <<http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/tablas-estadisticas/2012/>>

Economics for energy. *Evolución de los factores que determinan el consumo energético residencial.* <<http://economicsforenergy.blogspot.com.es/2013/03/evolucion-de-los-factores-que.html>>

Portos de Galicia. *Número de puertos en la Comunidad.* <<http://www.portosdegalicia.gal/gl/web/portos-de-galicia/sist-port>>

Agencia Estatal de Meteorología. *Datos climáticos.* <<http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=1495&k=gal>>

Blog creado por alumnos del I.E.S. Luis Seoane. *Los sumideros de CO₂.* <[http://cambioclimaticoluisseoan1bach.blogspot.com.es/2011/03/los-sumideros-de-CO₂.html](http://cambioclimaticoluisseoan1bach.blogspot.com.es/2011/03/los-sumideros-de-CO2.html)>

Cluster de la madera en Pontevedra. *Valoración económica de la superficie forestal en Pontevedra.* <<http://clustermadeira.com/pdf/pontevedra.pdf>>

Asociación Nacional de Fabricantes de fertilizantes en España. *Consumo de fertilizantes.* <<http://www.anffe.org/informaci%F3n%20sectorial/evoluci%F3n%20del%20consumo/index.html>>

Organización para las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. *Estimación de gases de efecto invernadero en la agricultura.* <<http://www.fao.org/3/a-i4260s.pdf>>

Gestión de Residuos. *Aprobado el Plan de Gestión de Residuos Urbanos de Galicia.* <<http://gestoresderesiduos.org>>

Sogama. *Red de plantas de transferencia.* <<http://www.sogama.es/es/info/red-de-plantas-de-transferencia>>

Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial Gobierno Vasco. *Inventario de emisiones de GEI en gráficos.* <<http://www.ingurumena.ejgv.euskadi.eus/informacion/inventarios-de-gases-de-efecto-invernadero-en-graficos/r49-11293/es/>>

Regions for sustainable change. *Indicators.* <<http://www.rscproject.org/indicators/index.php?page=ghg-emissions>>

Siemens. *European Green Cities Index*. <http://www.siemens.com/press/pool/de/events/corporate/2009-12-Cop15/European_Green_City_Index.pdf>

Siemens. *Estudio sobre las ciudades más verdes de Europa*. <<http://www.gestionurbana.es/?p=1561>>

Siemens. *25 ciudades españolas sostenibles*. <<https://s3.amazonaws.com/25CiudadesSostenibles/25+ciudades+espan%CC%83olas+sostenibles.pdf>>

Robert Radford. *Cómo escribir notas al pie, referencias electrónicas y bibliografías*. <<http://www.imperialtometric.com/Edition/nota/#definition>>

Escuela Universitaria de Barcelona. *Recursos de la información*. <<http://www.elisava.net/es/biblioteca/recursos-de-informacion/como-hacer-una-bibliografia>>

ANEXO

Ficha de seguimiento

Como se había procedido en el último inventario de GEI para el municipio de Vigo, en este caso también se utilizarán las fichas metodológicas como modelo (fichas del programa RESPECT). Estas fichas suelen acompañarse de otras complementarias, lo que permite evaluar la evolución de los indicadores y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

INDICADOR A-2																	
Contribución local al cambio climático global (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O)																	
TENDENCIA DESEADA: Disminuir dichas emisiones																	
UNIDAD DE MEDIDA: Tn CO ₂ equivalente/año				PERIODICIDAD: anual													
DEFINICIÓN MODELO DE CÁLCULO				REPRESENTACIÓN GRÁFICA													
Emisiones de CO₂, N₂O y CH₄ producidas por los sectores:																	
Industria de la energía				<table border="1"> <caption>Comparativa emisiones distintos niveles en Tn CO₂ equiv/habitante</caption> <thead> <tr> <th>Nivel</th> <th>Emisiones (Tn CO₂ equiv/habitante)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UE-28</td> <td>9.02</td> </tr> <tr> <td>España</td> <td>7.38</td> </tr> <tr> <td>Galicia</td> <td>10.94</td> </tr> <tr> <td>Vigo</td> <td>6.92</td> </tr> </tbody> </table>				Nivel	Emisiones (Tn CO ₂ equiv/habitante)	UE-28	9.02	España	7.38	Galicia	10.94	Vigo	6.92
Nivel	Emisiones (Tn CO ₂ equiv/habitante)																
UE-28	9.02																
España	7.38																
Galicia	10.94																
Vigo	6.92																
Industria manufacturera																	
Transporte																	
Residencial																	
Agrícola/pesquero																	
Agricultura																	
Desechos																	
Método de cálculo:																	
Metodologías empleadas en:																	
"Inventario de emisiones de GEI para Galicia"																	
"Metodología empleada por el IPCC"																	
"Inventario de emisiones de GEI para España"																	
OBJETIVO SOBRE EL QUE INCIDE: Cambio climático																	
UNIDAD RESPONSABLE: Concello de Vigo. Departamento de Medio Ambiente																	
ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN: 31-12-2012																	
OBSERVACIONES: Se ha realizado el cálculo de emisiones de CO ₂ , N ₂ O y CH ₄ para todos los sectores mencionados																	