

PLAN DE ACCIÓN
POR EL CLIMA Y LA ENERGÍA SOSTENIBLES
PACES DE SEVILLA

23 DE DICIEMBRE DE 2017



AYUNTAMIENTO DE SEVILLA



INFORME FINAL
PLAN DE MITIGACIÓN

VT-ERG07

Contenidos

1. Introducción	5
2. Contenidos y alcance del Plan de Mitigación del PACES 2017.....	6
3. Estructura de la metodología del PACES 2017.....	8
4. Metodología para la realización del inventario de emisiones de CO₂.....	11
4.1. Criterios generales del IER	11
4.1.1. Año de Referencia y evolución	11
4.1.2. Horizonte para la definición de objetivos	12
4.1.3. Ámbitos de actuación incluidos en el IER	12
4.1.4. Factores de conversión	12
4.1.5. Factores de emisión	23
4.2. Proceso de desarrollo del Inventario de Emisiones de Referencia	30
4.2.1. Recogida de datos	30
4.2.2. Consumos energéticos.....	31
4.2.3. Emisiones de CO ₂	33
4.2.4. Análisis de resultados	42
5. Medidas del Plan de Mitigación del PACES 2017	54
5.1. Revisión y actualización de las medidas incluidas en planes anteriores	54
5.1.1. Análisis de la reducción de las emisiones de las medidas de PACES anteriores.....	54
5.2. Medidas del PACES 2017	58
5.2.1. Medidas del Plan de Acción para la Mitigación del PACES 2017.	59
5.3. Justificación del análisis cuantitativo.....	138
5.3.1. Reducción de emisiones	138
5.3.2. Valoración de costes	141
6. Conclusiones.	142
Gráficos.....	147
Tablas.....	148
ANEXO I. Metodología y estimaciones para el cálculo de emisiones del IER 2013-2016	150
Consumo de electricidad	150
Tráfico Rodado	152
Consumo de combustibles	160
Agricultura.....	161
Ganadería.....	168
Aguas Residuales.....	171
Residuos	176
ANEXO 2. Anejo: Cálculos para la Reducción de Emisiones	178

1. Introducción

Las autoridades locales adheridas al **Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía** buscan convertir las ciudades en lugares descarbonizados y resistentes, en los que los ciudadanos puedan acceder a una energía segura, sostenible y asequible.

Para ello, las ciudades firmantes **se comprometen a reducir para el año 2030 un 40%**, como mínimo, **las emisiones de CO₂** y a aumentar su resistencia a los **impactos del cambio climático**.

Las autoridades locales que suscriben el **Pacto** se comprometen a presentar un **Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenible (PACES)**, el cual se basa en un *Inventario de Emisiones de Referencia (IER)* para la mitigación y una *Evaluación del riesgo y de la vulnerabilidad climáticos (ERV)* para la adaptación, recogiendo ambos un análisis de la situación actual para estas dos vertientes del cambio climático. Estos elementos sirven como base para definir un conjunto exhaustivo de acciones para alcanzar sus objetivos de mitigación y adaptación al cambio climático. Así mismo los firmantes se comprometen a informar de su progreso cada dos años.

Inicialmente, la Ciudad de **Sevilla** formalizó su adhesión al **Pacto de Alcaldes** el 23 de junio de 2009, elaborando el **Plan de Acción de Energía Sostenible (PAES)** en el año 2010 y sus posteriores revisiones, en cumplimiento de los compromisos asumidos en materia de lucha contra el Cambio Climático. Así, en 2013 presentó el Informe de Seguimiento (siendo aprobado) y en 2015 elaboró el siguiente (presentado en 2016).

El 23 de diciembre de 2015, el Ayuntamiento de Sevilla había renovado sus compromisos mediante la adhesión al nuevo **“Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía”**, por lo que debía elaborar el PACES, acorde con este nuevo compromiso. Así, era necesario elaborar tanto el Inventario de Emisiones con el Plan de Acción (ahora con >40% de reducción para 2030), y un Plan de Adaptación. Este es el objetivo del presente documento, que deberá ser presentado a la *Oficina del Pacto de Alcaldes* de la UE para su aprobación.

A partir de ahora, es necesario realizar una continua revisión y actualización del Plan.

El presente PACES 2017 va más allá de los compromisos mínimos suscritos con la Comisión Europea por la ciudad de Sevilla, estableciendo un objetivo de reducción de un 54,28% las emisiones de CO₂ para el año 2030 con respecto al año base 2005.

El documento consta de dos partes: Plan de Mitigación y Plan de Adaptación.

2. Contenidos y alcance del Plan de Mitigación del PACES 2017.

Los principales contenidos de este documento hacen referencia a las prescripciones de la *Oficina del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía* (en adelante *OPA*), para la elaboración del **Plan de Mitigación**, el cual se basa en la realización de un Inventario de Emisiones de Referencia (en adelante IER) actualizado, y un Plan de Acción para la Mitigación, que contiene una serie de medidas para la reducción de emisiones basada en los resultados de dicho IER, actualizando medidas contenidas en el PACES 2016 y anteriores y añadiendo otras nuevas.

En relación con la **mitigación del cambio climático**, los sectores de actividad clave que se deben incluir en el IER y en el Plan de Acción para la Mitigación (medidas), son el municipal, terciario, residencial y transporte. Según la *OPA*, el IER debe cubrir al menos tres de estos cuatro sectores clave. En el caso de este Plan de Mitigación del PACES de Sevilla, se ha incluido, además de estos sectores, los relativos a Residuos, Aguas Residuales, Agricultura y Ganadería. Respecto al Plan de Acción de Mitigación, se deben incluir, al menos, dos de los cuatro sectores clave. Así, el nuevo Plan de Acción para la Mitigación incluye acciones para los sectores clave y otros como el Tratamiento de Residuos y Aguas Residuales.



El Plan de Mitigación del PACES 2017 de la Ciudad de Sevilla pretende dar respuesta a los siguientes objetivos concretos:

- Actualización del Inventario de Emisiones, abarcando el periodo 2005-2016.
- Revisión y actualización del estado de las medidas de los planes anteriores e inclusión de nuevas medidas.
- Valoración económica de cada medida.
- Análisis cuantitativo de las emisiones de GEI, sin y con ejecución, para cada medida.
- Propuesta de mecanismos de coordinación del Plan de Mitigación del PACES 2017) con el resto de la planificación municipal.
- Propuesta metodológica para un sistema de seguimiento y control periódico del Plan de Mitigación del PACES 2017.

Los dos elementos fundamentales recogidos en este documento y que forman la estructura básica de la mitigación del cambio climático para el Pacto de los Alcaldes son el **Inventario de Emisiones de Referencia (IER)**, y el **Plan de Acción para la Mitigación** (medidas o acciones para la mitigación).

El **IER** indica el nivel actual de consumo energético final y las emisiones de CO₂ asociadas por vector energético y por sector, desde el año base (2005) hasta el último año con datos disponibles (2016). El objetivo principal del mismo es evaluar la evolución de las emisiones de CO₂ a lo largo del tiempo.

El **Plan de Acción para la Mitigación** contiene las medidas de mitigación como una serie de acciones clave de reducción de las emisiones, establecidas para poner en marcha la estrategia general, junto con plazos, responsabilidades y presupuestos asignados y cálculos de los impactos.

3. Estructura de la metodología del PACES 2017.

La metodología para la presentación del PACES 2017 disponible en la web del Pacto de los Alcaldes¹ se basa en un proceso de cumplimentación y presentación según un modelo, estructurado en diferentes secciones:

- Estrategia
- Inventario de emisiones
- Acciones de mitigación
- Tablero de puntuación
- Riesgos y vulnerabilidades
- Acciones de adaptación

El Ayuntamiento de Sevilla debe cumplimentar el Modelo según unas directrices concretas, siguiendo paso a paso el proceso de presentación de informes e integrando todos los datos relativos al IER y las acciones.

Para garantizar que los PACES se ajustan a los principios del Pacto, la Comisión Europea lleva a cabo un análisis de los planes de acción presentados. Este control de calidad contribuye a garantizar la credibilidad y fiabilidad de la iniciativa del Pacto de los Alcaldes en su conjunto. El proceso de análisis se centra en la evaluación de una serie de criterios de elegibilidad. El incumplimiento de estos criterios impedirá la aceptación del PACES en el marco de la iniciativa del Pacto. El análisis se centra también sobre la congruencia de los datos proporcionados y se emite un informe de valoración

En la siguiente figura se muestra el proceso, paso a paso, de la presentación del Informe del PACES 2017, los documentos y otras tareas asociadas.

¹ http://www.pactodelosalcaldes.eu/sign-in_es.html

PASO 1

Elaboración del Plan de Mitigación del PACES 2017) de la ciudad de Sevilla:

- IER 2005 a 2016
- **Plan de Acción de Mitigación:** Medidas, cuantificación emisiones, valoración económica y plan de seguimiento.

PASO 2

Cumplimentación del Modelo:

- **Modelo en Excel**, disponible en la Biblioteca de la Web del Pacto de Alcaldes
- **Modelo de la Extranet del Pacto de los Alcaldes:** cumplimentación del Modelo en inglés en la Extranet del Pacto “Mi Pacto” con la información clave.



PASO 3

Carga del documento:

- Este documento, titulado “**Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenibles de Sevilla 2017 - Mitigación**”, junto a la parte de **Adaptación**, con el mismo título, se envían una vez han sido **aprobados por el Pleno municipal**, en formato **PDF** y en **español**.



PASO 4

Comprobación preliminar online y envío:

- Antes de proceder al envío, el sistema proporciona una comprobación online que permite la detección de errores e incongruencias. Después se analiza el Plan de Acción y los resultados se confirmarán a los firmantes.



Figura 1. Proceso detallado de la presentación del Informe del Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenibles de Sevilla 2017

Por otra parte, los modelos citados para la presentación de los resultados del Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenibles de Sevilla 2017, presentan una serie de contenidos organizados y estructurados según secciones temáticas o específicas (mitigación y adaptación, acciones y diagnóstico, etc.) y generales (comunes a adaptación y mitigación). En la siguiente figura se muestran estos contenidos:

ESTRATEGIA

Incluye la visión, los objetivos de reducción de las emisiones de CO₂, los objetivos de adaptación, la asignación de personal y capacidades económicas, la participación de las partes interesadas y de los ciudadanos.

INVENTARIO EMISIONES

Indica el nivel actual de consumo energético final y las emisiones de CO₂ asociadas por vector energético y por sector.

ACCIONES DE MITIGACIÓN

Define una lista de acciones clave de mitigación establecidas para poner en marcha la estrategia general, junto con plazos, responsabilidades y presupuestos asignados y cálculos de los impactos.

TABLERO DE PUNTUACIÓN

Dedicado a comprender las áreas del ciclo de adaptación en las que ha progresado el firmante.

RIESGOS Y VULNERABILIDADES

Dedicado a las vulnerabilidades, los peligros y los impactos del cambio climático y su evaluación.

ACCIONES DE ADAPTACIÓN

Dedicado a los planes de acción y a las acciones individuales (clave), entre las que se incluyen diversos parámetros relevantes (como el sector, el marco temporal, las partes interesadas y el coste).

Figura 2. Contenidos del Plan de Acción por el Clima y la Energía Sostenibles (PACES)

4. Metodología para la realización del inventario de emisiones de CO₂

4.1. Criterios generales del IER

En el Plan de 2016 se presentaba el Inventario de Emisiones de Referencia (IER), cuyos datos abarcaban el periodo 2000-2012. En este nuevo PACES 2017 se pretenden actualizar los datos de este IER al último año disponible, que es el 2016.

El IER está basado en el procedimiento empleado en la Herramienta de cálculo de la Huella de Carbono de los municipios andaluces, de la Junta de Andalucía², cuya metodología se basa en las Directrices del IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada de 1996, por ser esta la empleada en la Huella de Carbono con el fin de mantener la coherencia y homogeneidad de los datos de los anteriores planes en el periodo 2000-2012.³

La realización del IER para los años 2013 a 2016 se ha basado en dos fases fundamentales; por una parte, la recopilación y tratamiento de las fuentes de datos necesarias para su cálculo. Y una segunda fase de cálculo propiamente dicho, basada en la realización de los cálculos necesarios para la obtención de las emisiones de CO₂ a partir de los datos de actividad, que ya habrán sido transformados en las unidades deseadas utilizando los factores de conversión correspondientes para cada una de las fuentes energéticas. El final de esta fase completa el IER actualizado, con las emisiones por ámbito y fuente de energía requeridas por el actual Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía.

En los siguientes subapartados se describe en detalle la metodología aplicada para el cálculo de las emisiones de los distintos sectores de actividad.

4.1.1. Año de Referencia y evolución

Como se ha dicho, en el Plan de 2016, el IER está actualizado hasta el año 2012. En el Plan de Mitigación del PACES 2017 se ha actualizado el IER al año 2016, desde el año base, que se ha fijado en el 2005⁴.

²<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=56e375f9e1c75310VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=41cc395b66ae5310VgnVCM2000000624e50aRCRD>

³ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/spanish.html>

⁴ En el anterior PACES 2016, el IER tomaba como año base para el establecimiento de los objetivos de reducción, el año 2000. Sin embargo, en el presente PACES 2017, se establece como año base el 2005. La razón de ello es que, según la reciente tramitación de la *Ley de Cambio Climático de Andalucía* aprobada por el Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía el 17 de octubre de 2017, en su "artículo 28. Objetivos de mitigación de emisiones difusas", se ha optado por tomar como año base 2005, debido a que los datos de emisiones difusas anteriores a esa fecha no están claros. En el PACES 2017, se ha establecido por tanto el año 2005 como el año base para la fijación del objetivo de reducción de las emisiones de GEI.

Los datos de las emisiones de GEI, por tanto, se han calculado para el periodo 2013 a 2016, y se muestra la evolución desde el 2005 hasta el 2016, en forma de texto, tablas y gráficos, por sectores y para el total de las emisiones del municipio de Sevilla.

4.1.2. Horizonte para la definición de objetivos

El nuevo Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía, creado con el fin de lograr una visión integradora del cambio climático, ha fijado un nuevo objetivo a 2030, para la reducción de las emisiones de CO₂ de, al menos un 40 %, en el que además se integren las acciones de mitigación y adaptación en una sola iniciativa. Las ciudades firmantes se comprometen a actuar para alcanzar el objetivo de la UE de reducir, como mínimo, un 40% los gases de efecto invernadero de aquí a 2030, así como promover la adopción de medidas conjuntas para la atenuación del cambio climático y la adaptación a éste.

Será el año 2030, por tanto, el año objetivo establecido para la contabilización de la reducción de las emisiones respecto al año base 2005.

4.1.3. Ámbitos de actuación incluidos en el IER

Los sectores que son objeto de cálculo de las emisiones para el IER en el marco del presente PACES 2017 de Sevilla son los siguientes:

- a) Consumo de electricidad
- b) Tráfico rodado
- c) Consumo de combustibles
- d) Agricultura y Ganadería
- e) Aguas Residuales
- f) Residuos

4.1.4. Factores de conversión

La metodología para el cálculo de los consumos energéticos y las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI), es la misma que la empleada para el **Cálculo de la Huella de Carbono de los municipios Andaluces** de la **Junta de Andalucía**⁵. En el Plan 2016, el IER era el procedente de la herramienta Huella de Carbono para el municipio de Sevilla. Dicha Huella de Carbono solo está calculada hasta el año 2013, por lo que en este documento se calcula la huella para los años 2013, 2014, 2015 y 2016 con esta misma metodología.

Los datos, por tanto, del IER desde 2013 a 2016 están calculados con la misma metodología que los presentados para el 2005-2012 por la Junta de Andalucía. Hemos decidido esta actualización siguiendo las recomendaciones del Informe de Evaluación del PACES 2016 de la Oficina Europea del Pacto de los Alcaldes.

Los sectores objeto de cálculo de las emisiones, enumerados en el epígrafe anterior, se han calculado conforme a los siguientes factores de conversión y fórmulas:

⁵ <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/gei/views/public/calculoEmisionesPublic.xhtml>

a) Consumo de electricidad

Para su cálculo, se aplica la siguiente operación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (en toneladas/año)} = (C_{\text{elect},a} - C_{\text{NC},a}) * FE_a$$

Siendo:

$C_{\text{elect},a}$ Consumo de electricidad en MWh durante el año *a*.

$C_{\text{NC},a}$ Consumo de electricidad en MWh de las instalaciones afectadas por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión ubicadas en el municipio durante el año *a*.

FE_a Factor de emisión del sistema eléctrico en tCO₂ por MWh de energía eléctrica consumida correspondiente al año *a*.

b) Tráfico Rodado

Las emisiones de GEI procedentes del tráfico rodado están generadas por la combustión de los combustibles fósiles. Para el cálculo de las emisiones de CO₂ se siguen una serie de tareas consecutivas. La fórmula para el cálculo de los consumos globales será la siguiente:

$$\text{ConsumoPrev}_{i,c} \text{ (toneladas/año)} = \sum_{i,p,c} N_{\text{veh},i,c} * \text{KmPrev}_{i,p} * \text{FC}_{c,i,p} * 10^{-6}$$

Donde,

$\text{ConsumoPrev}_{i,c}$ Consumo del combustible *c* calculado directamente en base al parque de vehículos de SIMA y los recorridos y factores de consumo por kilómetro aportados por el Inventario Nacional de Emisiones.

$N_{\text{veh},i,c}$ Número de vehículos de la categoría *i* que consumen combustible *c*.

$\text{KmPrev}_{i,p}$ Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (obtenido del Inventario Nacional de Emisiones)

$\text{FC}_{c,i,p}$ Consumo medio del combustible *c* de los vehículos de la clase *i* por kilómetro recorrido en la pauta *p* expresadas en gr de combustible/km.

Las emisiones de GEI se calculan a partir de los kilómetros recorridos y los consumos de combustibles. Las variables de las fórmulas del cálculo de emisiones son:

$$Km_{i,p} = KmCalc_{i,p} * FCK_c$$

$$C_{i,p} = CCalc_{i,p} * FCK_c$$

Donde,

Km_{i,p}	Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p.
KmCalc_{i,p}	Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p (calculado a partir de los datos del Inventario Nacional de Emisiones de GEI).
C_{i,p}	Consumo anual medio por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p.
CCalc_{i,p}	Consumo anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p (obtenido a partir del Inventario Nacional de Emisiones de GEI y expresado en toneladas).
FCK_c	Factor de corrección de kilometrajes para el combustible c (gasolina o gasóleo) calculado como la relación entre los consumos y los calculados conforme a lo indicado en los apartados anteriores.

De esta manera, el cálculo de las emisiones para cada tipo de vehículo considerado se realiza a través de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Emisiones de CO}_2(\text{t/año}) = \sum \sum_{i,p} Nveh_i * C_{i,p} * FE_{CO_2,i,p}$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O (t/año)} = \sum \sum_{i,p} Nveh_i * Km_{i,p} * FE_{N_2O,i,p} * 10^{-6}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (t/año)} = \text{Emisiones CH}_4\text{caliente} + \text{Emisiones CH}_4\text{frío}$$

$$\text{Emisiones CH}_4 \text{ caliente} = \sum \sum_{i,p} Nveh_i * Km_{i,p} * FE_{calCH_4,i,p} * 10^{-6}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ frío} = \sum \sum_{i,p} Nveh_i * Km_{i,p} * FE_{calCH_4,i,p} * B_i * (FE_{frío}/FE_{cal,i} - 1) * 10^{-6}$$

Donde,

Nveh_i	Número de vehículos de la categoría i.
-------------------------	--

$Km_{i,p}$	Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p.
$Cm_{i,p}$	Consumo anual medio por cada uno de los vehículos de la categoría i en la pauta p (toneladas).
$FE_{CO_2,i,p}$	Emisiones medias de CO_2 de los vehículos de la clase i por tonelada de combustible consumida en la pauta p expresadas en t CO_2 / t de combustible.
$FE_{N_2O,i,p}$	Emisiones medias de N_2O de los vehículos de la clase i por kilómetro recorrido en la pauta p expresadas en gr N_2O /km.
$FE_{cal,CH_4,i,p}$	Emisiones medias de CH_4 de los vehículos de la clase i por kilómetro recorrido en la pauta p una vez que el vehículo ha adquirido temperatura, expresadas en gr CH_4 /km.
B_i	Fracción del kilometraje anual que es recorrido en frío por los vehículos de la clase i.
10^{-6}	Relación entre las emisiones de CH_4 en frío y en caliente de los vehículos de la clase i.
$FE_{frío}/FE_{cal,i}$	Factor de conversión de gramos a toneladas.

c) Consumo de combustibles

La finalidad de este sector de actividad es el cálculo de las emisiones debidas al consumo de los siguientes combustibles fósiles:

- Gas natural
- Carbón
- Fuelóleo
- Gasóleo no automoción
- GLP
- Biomasa

Además, también se incluyen los consumos de energía procedentes de fuentes renovables como la biomasa, aunque el consumo de estas fuentes no supone la emisión de gases de efecto invernadero.

Es importante aclarar que se evita una doble contabilidad del consumo de combustibles, puesto que los combustibles de automoción son considerados en el sector Tráfico rodado, descrito en el apartado inmediatamente anterior.

El cálculo de las emisiones se realizará a partir del contenido en carbono de los combustibles descritos, aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Emisiones de CO}_2(\text{t/año}) = C_{i,a} * PCI_i * FE_i$$

Donde,

$C_{i,a}$ Consumo de combustible i durante el año a expresado en Nm^3 (gas natural) o t (resto de combustibles).

PCI_i Poder calorífico inferior del combustible i expresado en TJ/Nm^3 (gas natural) o TJ/t (resto de combustibles).

FE_i Factor de emisión del CO_2 por unidad de energía del combustible i consumida correspondiente expresado en tCO_2/TJ .

d) Agricultura y ganadería

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector agrícola y ganadero se encuentran fundamentalmente asociadas a procesos biológicos como la fermentación entérica o la nitrificación/desnitrificación de los suelos agrícolas.

d.1) Emisiones de metano generadas en la fermentación entérica del ganado doméstico

Las emisiones de este grupo tienen su origen en la fermentación entérica en condiciones anaerobias en el intestino del ganado. Su estimación se realiza a través de la aplicación de la siguiente fórmula procedente de las Directrices del IPCC:

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (en toneladas/año)} = \sum_T [N_T * FE_{T,a}] * 10^{-3}$$

Donde,

N_T Número medio de cabezas de ganado de la categoría T durante el año a de estudio (en cabezas•año).

$FE_{T,a}$ Factor de emisión de metano generado en la fermentación entérica correspondiente a la categoría T en $\text{kg de CH}_4/(\text{cabeza}\cdot\text{año})$ en el año a .

10^{-3} Factor de conversión de kilogramos de CH_4 a toneladas de CH_4 .

d.2) Emisiones de metano de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Dado que el estiércol se encuentra compuesto mayoritariamente por materia orgánica, su descomposición en medio anaeróbico genera metano. Estas condiciones anaerobias tienen lugar en las instalaciones ganaderas, originando importantes emisiones directas de GEI. Al igual que para la categoría anterior, las emisiones de esta actividad se estiman a través de una metodología propuesta por el IPCC, consistente en la aplicación de un factor de emisión por cabeza de ganado. La ecuación empleada es:

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (toneladas/año)} = \sum_T [N_T * FEE_{Ta}] * 10^{-3}$$

Donde,

- N_T** Número medio de cabezas de ganado de la categoría T durante el año de estudio (en cabezas•año).
- FEE_{Ta}** Factor de emisión de metano proveniente de la gestión de estiércol por cabeza de ganado correspondiente a la categoría T en kg CH_4 /(cabeza•año) en el año a .
- 10^{-3}** Factor de conversión de kilogramos a toneladas.

d.3) Emisiones de óxido nitroso de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Durante el almacenamiento y la gestión del estiércol previamente a su deposición en los campos, parte del nitrógeno es transformado en N_2O , generándose emisiones directas de este gas. Estas emisiones dependen del contenido de nitrógeno, que es deducido a partir de la cabaña ganadera, así como del tipo de tratamiento del estiércol. Para considerar ambos factores, se aplica la siguiente ecuación para estimar las emisiones de N_2O de esta fuente:

$$\text{Emisiones N}_2\text{O (t/año)} = [\sum_{S,T} (N_T * Nex_{Ta} * MS_{T,S} * EF_{3(S)})] * 44/28 * 10^{-3}$$

Donde,

- N_T** Número medio de cabezas de ganado de la categoría T durante el año de estudio (cabezas•año).
- Nex_{Ta}** Excreción anual media de nitrógeno por cabeza de ganado de la categoría T (kg N/cabeza• año), para el año a .
- $MS_{T,S}$** Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada categoría T de ganado tratada en el sistema S de gestión de estiércol.

EF_{3(S)} Factor de emisión de N₂O directo para el sistema S de gestión de estiércol (kg de N₂O-N/kg N aportado al sistema S de gestión).

44/28 Factor de conversión de nitrógeno en N₂O.

10⁻³ Factor de conversión de kilogramos a toneladas.

d.4) Emisiones directas de óxido nitroso y metano de la agricultura

La **actividad agrícola** genera emisiones de GEI tanto directas como indirectas. Las primeras, descritas en el presente apartado, son generadas en la misma zona en la que se desarrollan estas actividades, circunstancia que las diferencia de las emisiones indirectas, que se generan en un área diferente tras un proceso de transporte de los nutrientes que las originan.

- Emisiones directas de óxido nitroso provenientes de suelos cultivados

Para su cálculo se estima la cantidad de compuestos nitrogenados aplicados a los suelos, a partir del “Balance del Nitrógeno en la Agricultura Española 2013”. Por tanto, el dato de partida de los cálculos será la superficie de los diferentes cultivos presentes en el municipio. Al número de hectáreas de cada cultivo se le aplicarán los índices deducidos de la publicación anterior.

Una vez obtenidas las superficies de los diferentes cultivos conforme a lo anteriormente expuesto, se aplica la siguiente ecuación para estimar las emisiones directas de N₂O, extraída de las Directrices del IPCC:

$$\text{Emisiones directas N}_2\text{O (t/año)} = (F_{SN} + F_{EA} + F_{NB}) * FE_1 * 44/28$$

Donde,

F_{SN} Cantidad anual de nitrógeno aportado en los fertilizantes sintéticos aplicados al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x.

F_{EA} Cantidad anual de nitrógeno en el estiércol animal aplicado intencionadamente a los suelos, ajustada para tener presente el volumen que se volatiliza como NH₃ y NO_x, excluyendo el aplicado en pastoreo.

F_{NB} Cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de nitrógeno que se cultivan anualmente.

FE₁ Factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes directos de nitrógeno a los suelos.

44/28 Factor de conversión de nitrógeno en N₂O.

- Emisiones indirectas de N₂O asociadas a la agricultura

Se trata de las emisiones de N₂O que se generan a partir del nitrógeno que las actividades agrícolas aportan a otros medios a través de dos procesos:

- lixiviación y escorrentía del nitrógeno aportado a los suelos,
- deposición atmosférica de nitrógeno contenido en los fertilizantes y estiércoles aplicados a los suelos.

La ecuación, basada en la Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero es la siguiente:

$$\text{Emisiones indirectas N}_2\text{O (t/año)} = ((\text{SC}_{c,m} * \text{TFM}_c * \text{Frac}_{\text{gasF}} + \text{SC}_{c,m} * \text{TEA}_c * \text{Frac}_{\text{gasM}}) * \text{FE}_4 + (\text{SC}_{c,m} * \text{TFM}_c + \text{SC}_{c,m} * \text{TEA}_c) * \text{Frac}_{\text{lixiv}} * \text{FE}_5) * 44/28$$

Donde,

- SC_{c,m}** Hectáreas cultivadas del cultivo *c* en el municipio *m*.
- TFM_c** Fertilización mineral por hectárea de superficie del cultivo *c*, deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).
- Frac_{gasF}** Fracción de los aportes de nitrógeno en fertilizantes que se volatilizan como NO_x y NH₃. (kg de NH₄-N y NO_x-N / t de N).
- TEA_c** Aporte de nitrógeno en estiércol por ha de superficie del cultivo *c*, deducida del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).
- Frac_{gasM}** Fracción de los aportes de nitrógeno en estiércol que se volatilizan como NO_x y NH₃ (kg de NH₄-N y NO_x-N / t de N).
- Frac_{lixiv}** Fracción de nitrógeno lixiviada en t de N lixiviado / t de N aplicado.
- FE₄** Factor de emisión de N₂O de la deposición atmosférica de N en las superficies acuáticas y suelos en t de N₂O-N / t de N depositado desde la atmósfera.
- FE₅** Factor de emisión de N₂O correspondiente a la lixiviación y escorrentía en t de N₂O-N / t de N lixiviación y escorrentía.
- 44/28** Factor de conversión entre nitrógeno y óxido nitroso.

e) Aguas Residuales

Las emisiones asociadas a las aguas residuales comprenden la generación de metano en las líneas de tratamiento de aguas y fangos de las depuradoras, la combustión del biogás que se genera en estas instalaciones y las emisiones difusas de óxido nitroso asociadas al incremento del nitrógeno presente en los medios acuáticos como consecuencia de la actividad humana.

e.1) Emisiones de metano debidas al tratamiento de aguas residuales

La carga contaminante asociada al sector residencial puede ser estimada a partir de la población, aplicando un valor relativamente preciso como es 60 gr. de DBO/habitante/día⁶. En base a estas premisas, la metodología para estimar las emisiones de metano de los diferentes tratamientos de aguas residuales es⁷:

$$\text{Emisiones de CH}_4(\text{t/año}) = (\text{TOW} \cdot \text{S} \cdot \text{FE}_j) - \text{R}$$

Donde,

TOW	Carga contaminante total (en t DBO).
S_j	Porcentaje de la carga contaminante dirigida al tratamiento (en fracción). ⁸
FE_j	Factor de emisión del tratamiento j (en kgCH ₄ /kgDBO).
R	CH ₄ recuperado (en toneladas/año).

Las emisiones globales son la suma de las emisiones originadas por todos los tratamientos a los cuales se dirigen las aguas del municipio.

La **Carga total contaminante (TOW)** se calcula en función de la población y otros datos complementarios aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{TOW} = \text{Pob} \cdot \text{Feq} \cdot \text{BOD} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

Donde,

Pob	Número de habitantes promedio durante el año objeto de estudio.
------------	---

⁶ Este valor es el empleado en el Inventario de Emisiones realizado por el MAPAMA y en normas como el Real Decreto Ley 11/1995, de 28 de diciembre, que establece normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. También se encuentra recogido en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

⁷ Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero; Volumen 5: Residuos. Ecuación 6.1. Modificada para operar con toneladas anuales en lugar de miles de toneladas anuales y para operar con el factor S como un porcentaje de la TOW.

⁸ En la fórmula original este parámetro se encuentra expresado en cantidad de DBO y no en términos de fracción.

Feq	Factor de conversión de habitantes empadronados a habitantes equivalentes.
BOD	Demanda biológica de oxígeno por habitante y día. Se emplea un valor de 60 gDBO/hab/día, que es el valor sugerido por el IPCC.
10⁻⁶	Factor de conversión de gramos a toneladas. (0,000001 t/g).
365	Factor de conversión de días a años (365 días/año).

Para la obtención del **Factor de emisión del tratamiento j (FEj)**, se aplica la siguiente ecuación propuesta por el IPCC:

$$FE_j = B_0 * FCM$$

Donde,

B₀ Capacidad máxima de producción de CH₄. Se asume un valor de 0,6 kgCH₄/kg de DBO, propuesto por las *Directrices del IPCC*.

FCM Factor de corrección del metano (*IPCC*).

e.2) Emissiones de metano y óxido nitroso generadas por la combustión del biogás procedente de aguas residuales

La combustión del biogás en las EDAR genera reducidas cantidades de CH₄ y N₂O, cuya metodología de cuantificación para el municipio de Sevilla es la siguiente:

$$ECM_x = \sum (R_i * FE_{i,x}) / 106$$

Donde,

ECM_x Emissiones del contaminante x por combustión de biogás.

R_i Metano consumido en las instalaciones de tipo *i*.

FE_{i,x} Factor de emisión en términos gramos del contaminante x emitidos por tonelada de CH₄ quemada en las instalaciones de tipo *i*.

e.3) Emissiones de óxido nitroso provenientes de las aguas residuales

Las emisiones de óxido nitroso asociadas a las aguas residuales pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en ríos, lagos o en el mar.

Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas residuales son consideradas menores, por lo que los cálculos propuestos se centran en las emisiones indirectas de N₂O derivadas de la presencia de compuestos nitrogenados en efluentes que se eliminan en medios acuáticos.

En base a ello, la ecuación para calcular las emisiones de esta fuente es la siguiente:

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O (t/año)} = \text{Cons}_{\text{Proteína}} * \text{Frac}_{\text{NPR}} * \text{N}_{\text{pob}} * \text{FE}_6 * (44/28) * 10^{-3}$$

Siendo:

Cons_{Proteína} Consumo anual per cápita de proteína, en kg/habitante/año.

Frac_{NPR} Fracción de nitrógeno contenido en la proteína.

N_{Pob} Población municipal.

FE₆ Factor de emisión.

Factor 44/28 conversión de kg de N₂O-N en kg de N₂O.

Factor 10⁻³ conversión de kilogramos (kg) a toneladas (t).

f) Residuos

Las emisiones procedentes de este sector derivan de los residuos depositados en vertedero (emisiones de CH₄) y de las **emisiones asociadas a la combustión de biogás (emisiones de CH₄ y N₂O)**.

La combustión del biogás de los vertederos genera reducidas cantidades de CH₄ y N₂O, cuyo cálculo de las emisiones a nivel municipal requiere la aplicación de la siguiente ecuación.

$$\text{ECM}_x = \sum (R_i * \text{FE}_{i,x}) / 10^{-6}$$

Donde,

ECM_x Emisiones del contaminante *x* por combustión de biogás.

R_i Metano consumido en las instalaciones de tipo *i* (t de CH₄).

FE_{i,x} Factor de emisión en términos de gramos del contaminante *x* emitido por tonelada de metano consumido en las instalaciones de tipo *i*.

La cantidad de metano consumido de esta ecuación se deduce a partir de los datos de volúmenes de biogás consumidos facilitados por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía.

4.1.5. Factores de emisión

En este apartado se exponen los factores de emisión empleados en el cálculo del presente IER de 2013 a 2016, detallándose asimismo la fuente de los mismos.

a) Consumo de electricidad

El Factor de Emisión del sistema eléctrico (tCO₂/MWh), refleja las emisiones de CO₂ por cada MWh de energía eléctrica consumida. Varía en función del año para el cual se calculan las emisiones, y se ha obtenido del Ministerio de Industria, Energía y Turismo, de la publicación anual “*La Energía en España*”, salvo para los años 2015 y 2016, que el Ministerio no ha ofrecido este dato, por lo que se ha tomado de la Oficina Catalana de Cambio Climático⁹:

Factor de Emisión Electricidad	
2013	0,290
2014	0,305
2015	0,398
2016	0,308

Tabla i. Factores de emisión de la energía eléctrica (“La Energía en España”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo)

b) Tráfico Rodado

En las tablas siguientes se muestran los factores de emisión empleados en el cálculo de las emisiones del tráfico rodado para los diferentes gases de efecto invernadero (CO₂, N₂O

⁹ Dato obtenido de la Oficina Catalana de Cambio Climático, en el documento “Nota Informativa sobre la metodología de estimación del Mix Eléctrico por parte de la OCCC”, disponible en: http://canviclimatic.gencat.cat/web/.content/home/reduex_emissions/factors_emissio_associats_energia/170224_Nota-metodologica-mix_esp.pdf

y CH₄) y distinguiendo entre categorías de vehículos y pautas (urbana, interurbana y autopistas) para el N₂O y CH₄.

Combustible	t CO ₂ /t combustible
Gasóleo	3,1380
Gasolina	3,1830

Tabla ii. Factores de emisión CO₂. Fuente: elaboración propia en base a los datos del Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España e información adicional. Años 1990-2008. Comunicación a la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

Factores de emisión de N ₂ O por kilómetro recorrido (gr N ₂ O/km)					
Categoría	Combustible	Tecnología	FE (gr/km)		
			Autop.	Inter.	Urb.
Autobuses	Gasóleo	Todas	30	30	30
	GNC	Todas	0,101	0,101	0,101
Ciclomotores	Gasolina	Todas	-	1	1
Ligeros	Gasóleo	Todas	17	17	17
	Gasolina	Todas	6	6	6
Motocicletas	Gasolina	Todas	2	2	2
Pesados	Gasóleo	Todas	30	30	30
	Gasolina	Todas	6	6	6
Turismos	Gasóleo	Convencional	27	27	27
	Gasolina	EURO I a V	35	16	53

Tabla iii. Factor emisión N₂O tráfico rodado. Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2006, Volumen 2: Análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP-97. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008)

Factores de emisión de CH ₄ por kilómetro recorrido en caliente (grCH ₄ /km)						
Categoría	Combustible	Tipo	Tecnología	FE (gr/km)		
				Autop.	Inter.	Urb.
Autobús	Gasóleo	Autocar	Todos	70	80	175
		Bus Urbano	Todos	175	175	175
Ciclomotor	Gasolina		Todos	-	219	219
Ligero	Gasóleo		Convencional	5	5	5
			Euro I a Euro VI	20,71	19,65	57,36
Motocicletas		Dos tiempos	Todos	150	150	150
		Cuatro tiempos	Todos	200	200	200
Pesado	Gasóleo	16->32 t	Todos	70	80	175
		<=7,5 t-16	Todos	20	23	85
	Gasolina	Todos	70	110	140	
Turismo	Gasóleo	<=2 l	Todos	10,3	4,48	4,74
		1,4-2 l	Todos	17,35	19,65	57,7
		>2 l	Todos	10,78	19,37	58,02

Tabla iv. Factor emisión CH₄ en caliente tráfico rodado. Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2006, Volumen 2: Análisis por actividades emisoras de la nomenclatura SNAP-97. (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008)

c) Consumo de combustibles

En la siguiente tabla se muestran los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones de los diferentes combustibles.

Factores de emisión combustibles	
Gas Natural (ton CO ₂ /Tj)	56,10
Gasóleo (ton CO ₂ /Tj)	74,10
GLP genérico (kg CO ₂ /l)	1,671
Fuelóleo (ton CO ₂ /Tj)	77,40
Carbón nacional (ton CO ₂ /Tj)	99,42
Carbón de importación (ton CO ₂ /Tj)	101,00

Tabla v. Factores de Emisión: Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono, MAPAMA, OECC, versión 9, Julio 2017.

d) Agricultura

d.1) Emisiones directas de óxido nitroso provenientes de suelos cultivados

A partir de las superficies de los diferentes cultivos conforme a la ecuación de cálculo de las emisiones explicada en el epígrafe anterior, se aplica un factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes directos de nitrógeno a los suelos (**FE₁**).

Este factor de emisión resulta de la aplicación de un valor de **0,0125 toneladas de N₂O-N / tonelada N**, que ha sido tomado del Cuadro 4.17 del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de fases de efecto invernadero. Capítulo 4 (Agricultura)¹⁰.

d.2) Emisiones indirectas de N₂O asociadas a la agricultura

En la ecuación empleada para el cálculo de estas emisiones se emplean dos factores de emisión:

FE₄ **Factor de emisión de N₂O de la deposición atmosférica de N en las superficies acuáticas y suelos en t de N₂O-N / t de N depositado desde la atmósfera.**

Para la estimación de las emisiones indirectas de N₂O se emplean los valores por defecto aportados por el IPCC, que para este factor es de **0,01 t de N₂O-N/t de NH₄-N y NO_x-N depositado**. El origen de este dato es el Cuadro 4-18 del Capítulo 4 (Agricultura) del

¹⁰ El valor original indicado por el IPCC se encuentra expresado en porcentaje

documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

FE₅ Factor de emisión de N₂O correspondiente a la lixiviación y escorrentía en t de N₂O-N / t de N lixiviación y escorrentía.

Se emplean un factor de emisión de **0,025 t N₂O-N/t de N perdido por lixiviación y escorrentía**, tomado del Cuadro 4-18 del Capítulo 4 (agricultura) del documento *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.

e) Ganadería

e.1) Emissiones de metano generadas en la fermentación entérica del ganado doméstico

Estas emisiones tienen su origen en la fermentación entérica en condiciones anaerobias en el intestino del ganado. En la ecuación se aplica el Factor de Emisión de metano generado en la fermentación entérica correspondiente a la categoría T en kg de CH₄/(cabeza•año) en el año a (FE_{T,a}).

El factor de emisión expresa las emisiones estimadas en kilogramos de CH₄ por cabeza de ganado y año. Se ha empleado para el cálculo los factores de emisión propuestos por el MARM, aunque también hay factores de emisión propuestos por el IPCC, los cuales son muy similares a los del Ministerio. En la siguiente tabla se muestran dichos factores de emisión.

Factor de emisión de metano proveniente de la fermentación entérica por cabeza de ganado (kg CH ₄ /cabeza•año)	
Vacuno de leche	99,76
Otro ganado vacuno	54,87
Ganado ovino	8,74
Cerdos de engorde	0,65
Ganado caballar	18,00
Otro ganado equino	10,00
Ganado caprino	5,00
Gallinas ponedoras	0,00
Pollos de engorde	0,00
Otras aves de corral	0,00
Cerdas reproductoras	2,84

Tabla vi. FE_{T,a}. Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP (MARM).

e.2) Emissiones de metano de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Dado que el estiércol se encuentra compuesto mayoritariamente por materia orgánica, su descomposición en medio anaeróbico genera metano. Estas condiciones anaerobias tienen lugar en las instalaciones ganaderas, originando importantes emisiones directas de

GEI. Al igual que para la categoría anterior, las emisiones de esta actividad se estiman a través de una metodología de nivel 1 propuesta por el IPCC, consistente en la aplicación de un factor de emisión por cabeza de ganado. Este factor de emisión, denominado en la fórmula FEE_{Ta} , aporta las emisiones estimadas en kilogramos de CH_4 por cabeza de ganado y año. Se han empleado los valores considerados por el MARM para la realización del Inventario de emisiones de GEI de España (serie 1990-2008), recogidos en la tabla siguiente.

Factor de emisión de metano proveniente de la gestión de estiércol por cabeza de ganado (kg CH_4 /cabeza •año)	
Vacuno de ordeño	15,56
Otro vacuno	1,18
Ovino	0,23
Porcino de engorde	7,89
Equino	1,75
Otro equino (Mulos, Asnos)	0,97
Caprino	0,16
Gallinas ponedoras	0,01
Pollos para engorde	0,01
Otras aves de corral	0,09
Cerdas reproductoras	18,66

Tabla vii. FEE_{Ta} . Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP (MARM). Tabla 10.5.

e.3) Emisiones de óxido nitroso de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Durante el almacenamiento y la gestión del estiércol previamente a su deposición en los campos, parte del nitrógeno es transformado en N_2O , generándose emisiones directas de este gas. Estas emisiones dependen del contenido de nitrógeno, que es deducido a partir de la cabaña ganadera, así como del tipo de tratamiento del estiércol. En la fórmula para su cálculo se emplea el factor de emisión ($EF_{3(S)}$) de N_2O directo para el sistema S de gestión de estiércol (kg de N_2O -N/kg N aportado al sistema S de gestión).

Los factores de emisión de N_2O procedentes de los estiércoles animales según su sistema de gestión empleados se han tomado de la Tabla 10.9.5 del Volumen 2 del documento Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008: Análisis por Actividades SNAP.

Factor de emisión de N_2O de los diferentes sistemas de gestión de estiércol (kg de N_2O -N/kg de N)				
Sistema de gestión de los estiércoles	Sistemas líquidos	Almacenamiento sólido y	Pastoreo	Extendido diario
Correspondencia clasificación IPCC	4B11	4B12	4D	4D
Factor de emisión: Rango propuesto	<0.001	0.005-0.03	0.005-0.03	0
Factor de emisión: valor empleado	0,001	0,02	0,02	0,00

Tabla viii. EF3(S). Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP

Las emisiones de los sistemas de pastoreo se considera que se producen en la categoría de suelos gestionados, por lo que no son incluidas en esta categoría.

f) Residuos

En la siguiente tabla se expone el factor de emisión, en términos del contaminante emitido (N₂O y CH₄), por tonelada de metano consumido en las diferentes instalaciones (antorchas, motores, calderas y turbinas).

Dispositivo de combustión	g CH ₄ / t CH ₄	g N ₂ O/t CH ₄
Antorchas	8.000	90
Calderas	20.000	90
Motores	28.000	90
Turbinas	56.000	90

Tabla ix. Factores de emisión de la combustión de biogás. Fuente: tabla 9.4.8. del documento Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP

g) Aguas Residuales

g.1) Emisiones de metano debidas al tratamiento de aguas residuales

En el Volumen 5 (Residuos) de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero se propone la siguiente ecuación, que se aplica para el cálculo de este factor de emisión (**Factor de emisión del tratamiento j (FE_j)**):

$$FE_j = B_0 * FCM$$

Donde,

B₀ Capacidad máxima de producción de CH₄. Se asume un valor de 0,6 kgCH₄/kg de DBO, propuesto por las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* en el Cuadro 6.2 del Volumen 5 (Residuos). Este valor es el empleado en el documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.

FCM Factor de corrección del metano. En la tabla siguiente se recogen los valores empleados, tomados del Cuadro 6.3 del Volumen 5 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI excepto para aquellos tratamientos en los que se dispone de datos del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, en cuyo caso se han tomado los valores de esta última fuente.

Tipo de tratamiento	FCM
Sistema sin tratamiento con vertido directo al medio receptor	0,1
Sistemas sépticos	0,5
Lagunas anaerobias con profundidad inferior a 2 metros	0,2
Lagunas anaerobias con profundidad superior a 2 metros	0,8
Tratamiento aerobio bien gestionado	0,005 ¹¹
Tratamiento aerobio en una planta sobrecargada o mal gestionada	0,3
Reactor anaerobio	0,8
Tratamiento anaerobio de los fangos	0,3 ¹²
Tratamiento aerobio de los fangos	0 ¹³

Tabla x. Factores de corrección de metano de tratamientos de aguas residuales

g.2) Emissiones de metano y óxido nitroso generadas por la combustión del biogás proveniente de aguas residuales

La combustión del biogás en las EDAR genera reducidas cantidades de CH₄ y N₂O que son cuantificadas. Para calcular las emisiones, el factor de emisión de la fórmula indicada en el epígrafe del cálculo de las aguas residuales, es el mismo que el indicado para los residuos, es decir, el factor de emisión en términos gramos del contaminante x emitidos por tonelada de CH₄ quemada en las instalaciones de tipo i.

Dispositivo de combustión	g CH ₄ / t CH ₄	g N ₂ O/t CH ₄
Antorchas	8.000	90
Calderas	20.000	90
Motores	28.000	90
Turbinas	56.000	90

Tabla xi. Factores de emisión de la combustión de biogás. Fuente: tabla 9.4.8. del documento Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP

g.3) Emissiones de óxido nitroso provenientes de las aguas residuales

Las emisiones de óxido nitroso asociadas a las aguas residuales pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en ríos, lagos o en el mar.

La ecuación empleada para calcular las emisiones de esta fuente contiene **el factor de emisión (FE₆)** que consiste en la aplicación de un factor de **0,01 kg N₂O-N/kg N** en las aguas de saneamiento. Este valor ha sido tomado del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.

¹¹ Valor tomado de *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*. Pg 9.72

¹² Valor tomado de *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*. Pg 9.72

¹³ Valor tomado de *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*. Pg 9.72

4.2. Proceso de desarrollo del Inventario de Emisiones de Referencia

4.2.1. Recogida de datos

A continuación, se presentan las fuentes de datos empleadas para el cálculo de los consumos energéticos y las emisiones de GEI. Se indica la denominación del dato, la variable, la fuente que ha proporcionado el dato, los años empleados y la unidad.

En los archivos Excel en los que se han calculado las emisiones, se incluyen otros datos secundarios calculados o estimados, y que por no constituirse como datos de partida, se ha obviado su inclusión en esta tabla.

DATO	VARIABLE	FUENTE	AÑOS	UNIDAD
Población	Andalucía, Capital, provincial	Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) - Explotación a partir del Padrón Municipal	2013, 2014, 2015, 2016	nº de habitantes
Población	Municipal	Padrón Municipal de Habitantes, Servicio de Estadística, Ayto. de Sevilla	2013, 2014, 2015, 2016	nº de habitantes
Consumo Electricidad	Municipal	Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA)	2013, 2014, 2015, 2016	MWh
Consumo electricidad instalaciones afectadas por RCDE	Municipal	Consejería de Medio Ambiente	2013, 2014, 2015, 2016	MWh
Factor de Emisión Electricidad	Anual	La Energía en España - Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Oficina Catalana del Cambio Climático*	2013, 2014, 2015*, 2016*	t CO ₂ / MWh
Nº Vehículos por tipo y combustible	Municipal	Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA)	2013, 2014, 2015, 2016	número
Consumo Combustibles	Provincial	Agencia Andaluza de la Energía	2013, 2014, 2015	ktep
Consumo Combustibles 2016 (estimación)	Provincial	Estimación del dato a partir del crecimiento aportado por "EVOLUCIÓN MENSUAL DE CONSUMOS DE ENERGÍA FINAL (1) EN ESPAÑA. AÑO 2016" del IDEA	2016	%
Superficie cultivada	Municipal	Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA)	2013, 2014, 2015, 2016	hectáreas
Cabezas de Ganado	Municipal	Estimación a partir de los datos de la Huella de Carbono de los municipios andaluces	2013, 2014, 2015, 2016	Número
Consumo de biogás en calderas, turbinas, motores, antorchas	PRyC	Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio	Estimado en base a los datos de 2000 a 2012	ton

Tabla xii. Fuentes de datos primarias empleadas para el IER (elaboración propia)

4.2.2. Consumos energéticos

En este epígrafe se ofrecen los consumos energéticos, tanto de electricidad, como de otros combustibles (no de automoción) consumidos en el municipio de Sevilla desde el año base 2005, hasta el 2016, extraídos de las fuentes indicadas en el apartado anterior.

	Consumo de electricidad (MWh/año)						TOTAL
	Agricultura	Industria	Comercio - Servicios	Residencial	Admón. y Serv. Públicos	Resto	
2005	8.382	321.972	928.296	1.098.750	394.053	29.894	2.781.347
2006	5.562	335.731	1.102.103	1.322.673	417.511	41.239	3.224.819
2007	5.864	358.549	1.099.326	1.272.527	407.540	38.048	3.181.854
2008	4.617	319.668	1.089.820	1.213.685	406.994	36.590	3.071.374
2009	5.783	318.189	946.493	1.371.525	424.641	26.333	3.092.964
2010	5.134	308.041	921.504	1.196.179	421.714	12.986	2.865.558
2011	5.898	297.804	889.102	1.176.151	417.902	12.736	2.799.593
2012	7.092	286.298	831.635	1.189.807	404.525	11.738	2.731.095
2013	6.094	267.461	773.392	1.135.421	392.245	9.955	2.584.567
2014	5.386	257.142	747.755	1.051.385	382.218	9.835	2.453.722
2015	5.724	257.889	762.048	1.098.138	383.027	9.351	2.516.177
2016	4.670	257.655	761.034	1.133.473	375.002	8.458	2.540.292

Tabla xiii. Consumo de electricidad en el municipio de Sevilla por sectores (SIMA)

Respecto al consumo de combustibles, no existen datos a nivel municipal para el periodo 2013-2016, por lo que los datos se han estimado a partir de los consumos de combustibles a nivel provincial, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

	Consumo de combustibles de la provincia de Sevilla 2013 – 2016 (ktep)					
	Carbón	Gasóleo	Fuelóleo	GLP	Gas Natural	Biomasa
2013	0	124,8	0	62,8	72,0	34,4
2014	0	124,7	0	59,0	65,2	44,1
2015	0	133,8	0	57,7	63,7	40,3
2016	0	133,8	0	57,7	63,7	40,3

Para estimar los consumos de combustibles a escala municipal se han relacionado los datos del consumo a nivel provincial con los datos de población provincial y municipal. El resultado se muestra en la tabla siguiente.

Consumo de combustibles municipio de Sevilla 2013 – 2016 (ktep)						
	Carbón	Gasóleo	Fuelóleo	GLP	Gas Natural	Biomasa
2013	0,0	45,3	0,0	22,8	26,1	12,5
2014	0,0	45,2	0,0	21,4	23,6	16,0
2015	0,0	48,3	0,0	20,8	23,0	14,5
2016	0,0	50,8	0,0	21,9	22,2	14,8

Para el cálculo de las emisiones se han convertido los consumos de ktep a Nm³ para el gas natural y a toneladas para el resto de combustibles. Los factores de conversión se han tomado del documento “Factores de Emisión. Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono” del MAPAMA (Julio 2017). Éstos son los siguientes:

Factores de conversión combustibles	
Gas Natural	1 ktep = 1.099.000 Nm ³
Gasóleo	1,035 tep = 1 tonelada
GLP	1 tep = 1.763 litros
	1 litro = 0,55 kg

Finalmente, el consumo de combustibles desde 2005 a 2012, se ha tomado de la “Huella de Carbono de los municipios andaluces”, mientras que los datos para 2013 a 2016, se han estimado según lo expuesto en este apartado. En la tabla siguiente se exponen los resultados:

Consumo de combustibles municipio de Sevilla (Nm ³ Gas Natural, ton resto)								
	Carbón	Gasóleo	Fuelóleo	Butano	Propano	GLP	Gas Natural	Biomasa
2005	2.924	12.230	9.857	17.449	7.855	0	84.844.274	271
2006	2.294	14.404	8.891	24.830	7.788	0	64.226.892	84
2007	0	16.920	8.416	24.366	7.325	0	65.195.006	167
2008	0	12.882	7.567	21.926	8.881	0	71.157.841	201
2009	1.950	10.881	6.377	22.568	7.181	0	90.032.461	3.552
2010	351	27.529	4.962	27.530	7.296	0	77.070.033	14.476
2011	468	26.518	2.851	5.943	7.372	0	85.548.594	20.752
2012	901	28.524	1.616	853	6.484	0	48.630.866	20.351
2013	0	43.769	0	0	0	40.188.784	28.722.557	41.706
2014	0	43.645	0	0	0	37.680.434	25.957.141	53.358
2015	0	46.650	0	0	0	36.708.180	25.262.240	48.572
2016	0	49.050	0	0	0	38.596.464	24.417.630	49.422

* La Fuente de datos para los años 2013 a 2016 es la Agencia Andaluza de la Energía, que suministra información a nivel provincial sobre el consumo de energía final para el sector residencial, industrial, servicios y primario. Al igual que se hizo para el cálculo de la huella de carbono de los municipios andaluces, los datos municipales se calculan a partir de estos datos a nivel provincial. Esta fuente solo provee datos sobre el consumo de GLP genérico, no suministrando información específica sobre butano y propano. Lo mismo sucede con el fuelóleo, respecto al cual no hay datos disponibles. La discontinuidad en los datos (salvo para el carbón, que su consumo ha desaparecido) obedece, por tanto, a la disponibilidad de los datos y el cambio de metodología y contabilidad de la Agencia Andaluza de la Energía.

4.2.3. Emisiones de CO₂

En este apartado se muestran, de forma resumida, y en formato de tablas y gráficos, las emisiones de CO₂ o resultados del IER desde el año base (2005¹⁴) hasta el último año calculado (2016).

a) Emisiones asociadas al consumo de electricidad

Según la ecuación de cálculo presentada, y los datos utilizados y expuestos con anterioridad, se han calculado las emisiones asociadas al consumo de energía eléctrica en el municipio de Sevilla.

Emisiones CO ₂ (t/año) 2005-2016							
	<i>Agricultura</i>	<i>Industria</i>	<i>Comercio - Servicios</i>	<i>Residencial</i>	<i>Admón. y Serv. Públicos</i>	<i>Resto</i>	<i>TOTAL</i>
2005	4.099	143.084	453.937	537.289	192.692	14.618	1.345.719
2006	2.447	131.077	484.925	581.976	183.705	18.145	1.402.275
2007	2.639	151.943	494.697	572.637	183.393	17.122	1.422.431
2008	1.847	114.366	435.928	485.474	162.798	14.636	1.215.049
2009	2.082	102.542	340.737	493.749	152.871	9.480	1.101.461
2010	1.438	76.695	258.021	334.930	118.080	3.636	792.800
2011	1.946	87.192	293.404	388.130	137.908	4.203	912.783
2012	2.624	93.699	307.705	440.229	149.674	4.343	998.274
2013	1.767	70.489	224.284	329.272	113.751	2.887	742.450
2014	1.643	71.275	228.065	320.672	116.576	3.000	741.232
2015	2.278	93.278	303.295	437.059	152.445	3.722	992.077
2016	1.438	72.120	234.398	349.110	115.501	2.605	775.172

Tabla xiv. Emisiones de CO₂ asociadas al consumo de energía eléctrica

¹⁴ En el anterior PACES 2016, el IER tomaba como año base para el establecimiento de los objetivos de reducción, el año 2000. Sin embargo, en el presente PACES 2017, se establece como año base el 2005. La razón de ello es que, según la reciente tramitación de la *Ley de Cambio Climático de Andalucía* aprobada por El Consejo de Gobierno de la Junta de Andalucía el 17 de octubre de 2017, en el documento borrador de la misma, en su "artículo 28. Objetivos de mitigación de emisiones difusas", se ha establecido por tomar como año base 2005, debido a que los datos de difusas anteriores a esa fecha no están claros. En el PACES 2017, se ha optado por establecer, por tanto, el año 2005 como el año base para el establecimiento del objetivo de reducción de las emisiones de GEI.

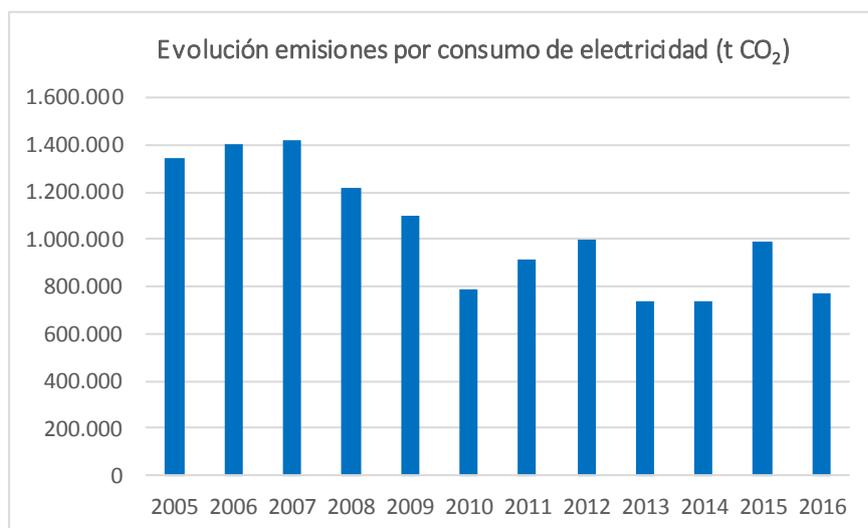


Grafico i. Evolución de las emisiones del consumo de electricidad en 2005-2016

b) Emisiones asociadas al tráfico rodado

Según los datos utilizados y expuestos con anterioridad, se han calculado las emisiones asociadas al consumo de combustibles por parte del parque de vehículos del municipio.

En la tabla siguiente se expresan las cantidades de CO₂ equivalente por tipo de vehículos.

Emisiones del Tráfico Rodado					
Año	Tipos de vehículo	Emisiones CO ₂ (t/año)	Emisiones CH ₄ (t/año)	Emisiones de N ₂ O (t/año)	Emisiones GEI en tCO ₂ eq
2005	Autobuses	64.459	9	2	65.329
	Camiones y furgonetas	385.831	23	18	391.768
	Motos	6.451	10	0	6.703
	Turismos	731.262	97	105	765.973
	Ciclomotores	1.252	8	0	1.428
2006	Autobuses	63.797	9	2	64.658
	Camiones y furgonetas	391.334	23	18	397.375
	Motos	6.876	11	0	7.145
	Turismos	744.678	94	108	780.103
	Ciclomotores	1.253	8	0	1.429
2007	Autobuses	65.597	9	2	66.492
	Camiones y furgonetas	401.014	24	19	407.322
	Motos	8.325	13	0	8.650
	Turismos	752.495	93	111	788.974
	Ciclomotores	1.531	10	0	1.745
2008	Autobuses	61.723	9	2	62.565
	Camiones y furgonetas	350.453	21	16	355.905
	Motos	8.485	14	0	8.817
	Turismos	709.293	86	105	743.691
	Ciclomotores	1.411	9	0	1.608

Emisiones del Tráfico Rodado					
Año	Tipos de vehículo	Emisiones CO ₂ (t/año)	Emisiones CH ₄ (t/año)	Emisiones de N ₂ O (t/año)	Emisiones GEI en tCO ₂ eq
2009	Autobuses	53.737	7	2	54.495
	Camiones y furgonetas	268.102	16	11	271.913
	Motos	24.070	42	0	25.105
	Turismos	728.820	78	125	769.173
	Ciclomotores	4.086	26	0	4.659
2010	Autobuses	48.589	7	2	49.275
	Camiones y furgonetas	244.523	14	10	248.027
	Motos	23.561	42	0	24.574
	Turismos	692.138	72	118	730.357
	Ciclomotores	3.786	24	0	4.317
2011	Autobuses	44.378	6	2	45.004
	Camiones y furgonetas	225.220	13	9	228.435
	Motos	22.967	41	0	23.954
	Turismos	642.219	67	110	677.652
	Ciclomotores	3.535	22	0	4.031
2012	Autobuses	39.017	5	1	39.568
	Camiones y furgonetas	192.145	11	8	194.916
	Motos	22.607	40	0	23.579
	Turismos	584.566	62	100	616.886
	Ciclomotores	3.380	21	0	3.854
2013	Autobuses	44.630	3,66	1,00	45.019
	Camiones y furgonetas	173.701	8,45	8,40	176.481,05
	Motos	20.067	6,98	0,08	20.237,54
	Turismos	609.403	55,00	88,70	638.055,64
	Ciclomotores	1.232	4,30	0,02	1.329,17
2014	Autobuses	43.936	3,60	0,99	44.319
	Camiones y furgonetas	172.557	8,39	8,34	175.318,57
	Motos	20.582	7,16	0,08	20.757,07
	Turismos	590.626	50,12	81,63	616.985,41
	Ciclomotores	1.197	4,18	0,02	1.291,26
2015	Autobuses	45.367	3,72	1,02	45.762
	Camiones y furgonetas	178.524	8,63	8,43	181.318,18
	Motos	21.204	7,37	0,08	21.384,73
	Turismos	592.730	49,80	81,75	619.117,42
	Ciclomotores	1.199	4,19	0,02	1.293,31
2016	Autobuses	47.275	3,87	1,06	47.687
	Camiones y furgonetas	179.822	8,69	8,50	182.639,50
	Motos	21.985	7,65	0,08	22.172,42
	Turismos	597.582	49,85	82,29	624.138,67
	Ciclomotores	1.183	4,13	0,02	1.275,86

Tabla xv. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas al tráfico rodado en el municipio de Sevilla

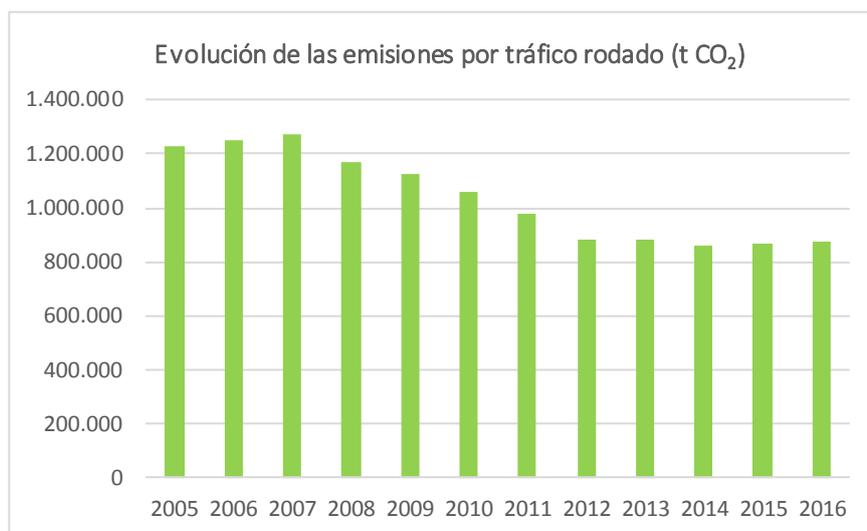


Grafico ii. Evolución de las emisiones del tráfico rodado en 2005-2016

c) Emisiones asociadas al consumo de combustibles

Según los datos utilizados y expuestos con anterioridad, se han calculado las emisiones asociadas al consumo de combustibles en los sectores primario, residencial, servicios y administración del municipio de Sevilla.

Emisiones Consumo de Combustibles								
Año	Gas Natural	Carbón	Fuelóleo	Gasóleo	Butano	Propano	GLP	Total
2005	184.302	8.522	30.101	37.855	51.727	23.080	0	335.587
2006	138.437	6.685	27.150	44.582	73.606	22.883	0	313.343
2007	140.013	0	25.699	52.372	72.232	21.523	0	311.839
2008	153.576	0	23.106	39.873	64.998	26.097	0	307.650
2009	5.681	19.473	33.680	5.681	66.903	21.099	0	152.517
2010	166.206	1.023	15.152	85.208	17.638	21.438	0	306.665
2011	184.634	1.364	8.706	82.078	17.617	21.662	0	316.061
2012	104.521	2.624	4.936	87.667	2.528	19.051	0	221.327
2013	61.942	0	0	135.474	0	0	67.155	264.571
2014	55.978	0	0	135.091	0	0	62.964	254.033
2015	54.480	0	0	144.391	0	0	61.339	260.210
2016	52.658	0	0	151.818	0	0	64.495	268.971

Tabla xvi. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas al consumo de combustibles en el municipio de Sevilla

* Los datos de las emisiones por tipo de combustible reflejan la discontinuidad de los datos de partida sobre el consumo de combustibles por fuentes, tal como se explicó en el apartado anterior, en relación a los datos para los años 2013 a 2016. La Agencia Andaluza de la Energía, solo suministra información a nivel provincial sobre el consumo de energía final para el sector residencial, industrial, servicios y primario de GLP genérico, no suministrando información específica sobre butano y propano. Lo mismo sucede con el fuelóleo, respecto al cual no hay datos disponibles.

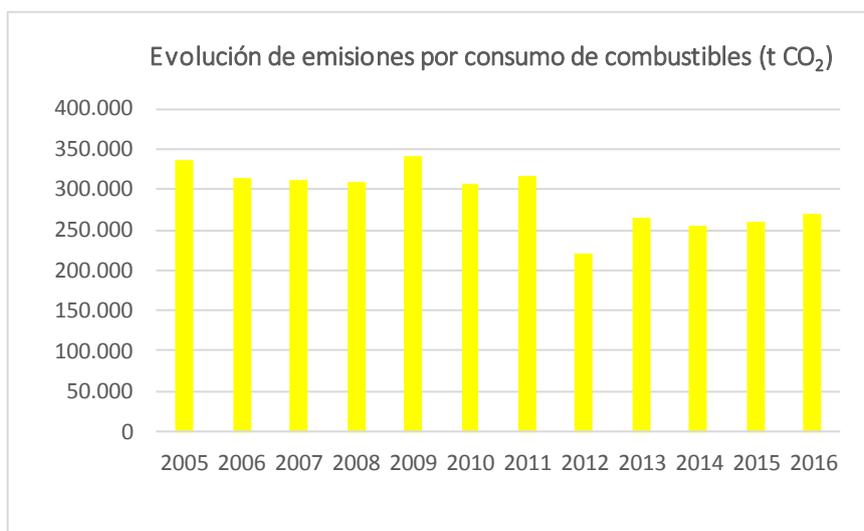


Grafico iii. Evolución de las emisiones del consumo de combustibles en 2005-2016

d) Emisiones asociadas a la agricultura

Según los cálculos y datos aplicados según lo explicado en este epígrafe, se han calculado las emisiones asociadas al sector agrícola del municipio de Sevilla, que se exponen en la siguiente tabla:

Emisiones de la Agricultura	
Año	Emisiones de GEI en tCO ₂ eq
2005	6.422
2006	5.466
2007	5.527
2008	5.146
2009	5.495
2010	5.133
2011	5.231
2012	5.283
2013	5.175
2014	5.847
2015	3.142
2016	3.294

Tabla xvii. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a la agricultura en el municipio de Sevilla

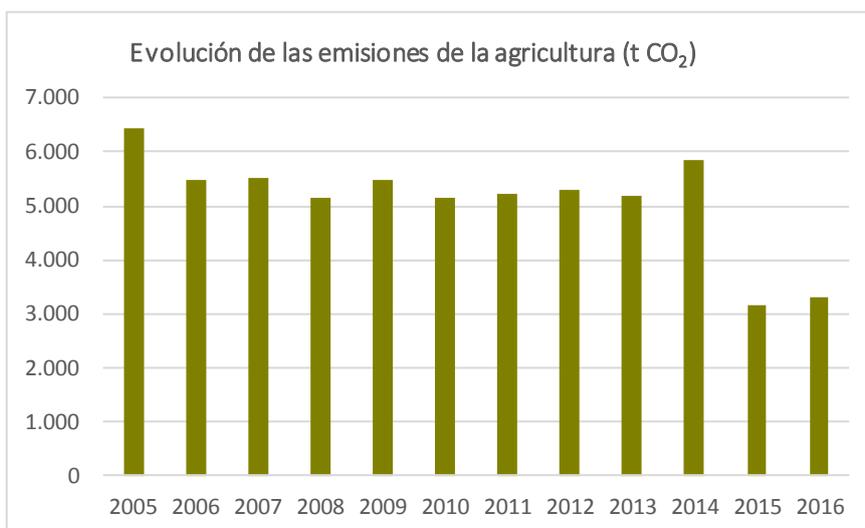


Grafico iv. Evolución de las emisiones de la agricultura en 2005-2016

e) Emisiones asociadas a la ganadería

Según los cálculos y datos aplicados, se han calculado las emisiones asociadas al sector ganadero del municipio de Sevilla, que se exponen en la siguiente tabla.

Emisiones de la Ganadería	
Año	Emisiones de GEI en tCO ₂ eq
2005	1.827
2006	2.037
2007	2.229
2008	2.439
2009	2.359
2010	1.953
2011	2.490
2012	2.433
2013	2.027
2014	1.993
2015	2.018
2016	2.042

Tabla xviii. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a la ganadería en el municipio de Sevilla

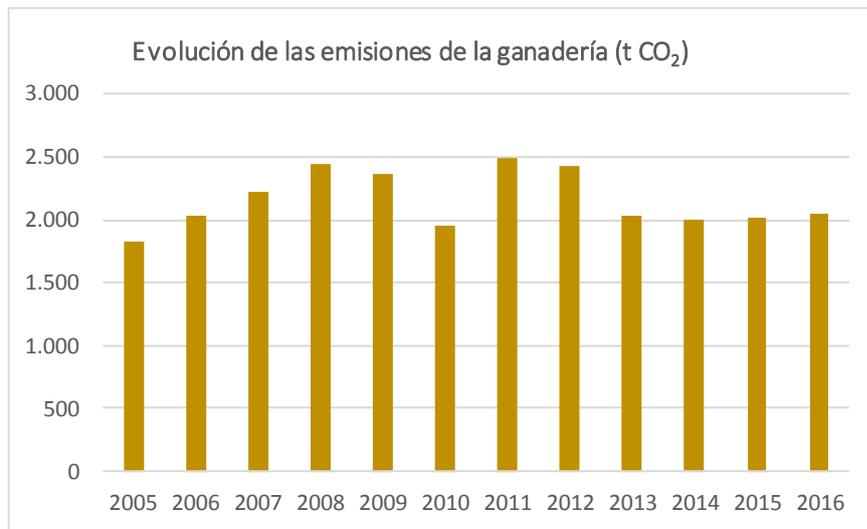


Grafico v. Evolución de las emisiones de la ganadería en 2005-2016

f) Emisiones asociadas a las aguas residuales

Según los cálculos y datos aplicados, se han calculado las emisiones procedentes del tratamiento de aguas residuales en el municipio de Sevilla, que se exponen en la siguiente tabla.

Emisiones de las Aguas Residuales	
Año	Emisiones de GEI en tCO ₂ eq
2005	82.063
2006	81.452
2007	21.460
2008	37.069
2009	31.270
2010	33.909
2011	38.030
2012	21.049
2013	19.093
2014	19.047
2015	18.975
2016	18.930

Tabla xix. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a las aguas residuales en el municipio de Sevilla

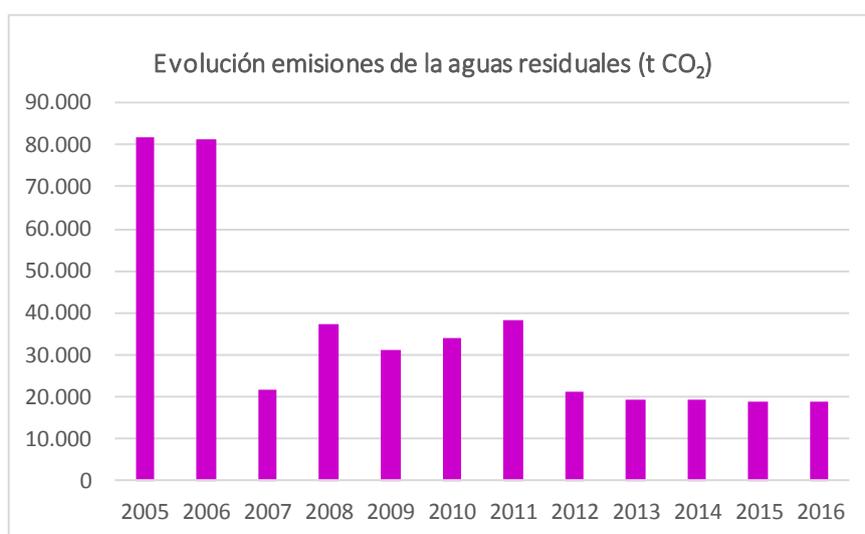


Grafico vi. Evolución de las emisiones de las aguas residuales en 2005-2016

No obstante, respecto a las emisiones del año 2016, del sector de las aguas residuales, se considera necesario indicar que la empresa pública municipal encargada del tratamiento y saneamiento de las aguas residuales EMASESA (Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A.), ha realizado y verificado mediante auditor externo su propio Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero conforme a la Norma ISO 14064-1:2006, con el siguiente resultado para el año 2016:

Emisiones	t CO ₂ e
Alcance 1: Emisiones directas de GEI	15.882
Oxidación en reactor biológico.	0
Combustión en caldera y motores de cogeneración	9.995
Compostaje.	4.991
Combustión móvil.	727
Eliminación de nutrientes.	142
Combustión fija.	7
Combustión en Calderas para ACS.	20
Alcance 2: Emisiones indirectas de GEI	10.823
Consumo de energía eléctrica	10.823
Emisiones Totales	26.705

Como puede observarse, las emisiones directas difieren en 3.048 t CO₂ eq. Esta diferencia obedece a la aplicación de una metodología de cálculo distinta. En el caso de la empresa municipal EMASESA, los datos de partida son directos, es decir, se ha elaborado el cálculo exacto a partir de sus propios consumos anuales (combustión en calderas, motores, etc.), mientras que, en el caso del IER realizado para el PACES, las emisiones se han estimado a partir del dato de la población equivalente, y empleando proyecciones de los datos disponibles de la combustión que se utilizaron para el cálculo de la Huella de Carbono de los Municipios Andaluces, que es la misma metodología que la empleada en el IER para todos los sectores. Se ha decidido emplear la metodología de la Huella de Carbono de la Junta de Andalucía con el fin de mantener coherencia entre los datos del año base 2005,

así como entre los diferentes sectores, de modo que no difiera el cálculo de las emisiones del periodo 2005 a 2015, frente a las emisiones del 2016.

No obstante, se trata de un sector que ha experimentado una intensa reducción de las emisiones y que, además, apenas contribuye al conjunto de las emisiones de GEI en el municipio, no alcanzando siquiera el 1% de las emisiones totales.

g) Emisiones asociadas a los residuos

Según los cálculos y datos aplicados, se han calculado las emisiones procedentes del sector de los residuos en el municipio de Sevilla, que se exponen en la siguiente tabla.

Emisiones de los residuos (planta de recuperación y compostaje)			
Año	CH ₄ (t/año)	N ₂ O (t/año)	Emisiones totales CO ₂ (ton eq)
2005	7.867	0	165.203
2006	2.571	1	54.177
2007	2.494	1	52.554
2008	2.663	1	56.122
2009	1.132	1	24.018
2010	334	1	7.351
2011	395	1	8.687
2012	423	1	9.311
2013	240,7	1,048	5.379
2014	239,6	1,043	5.354
2015	238,5	1,038	5.330
2016	237,4	1,033	5.305

Tabla xx. Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a la gestión de residuos en el municipio de Sevilla

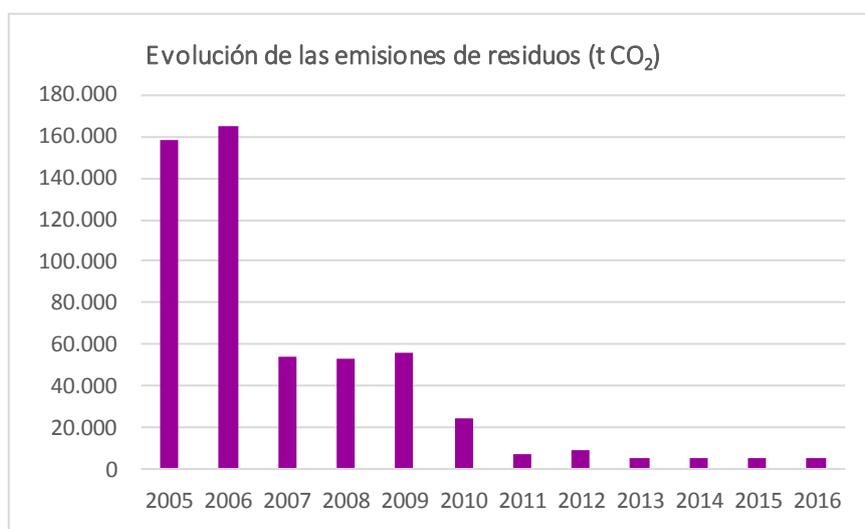


Grafico vii. Evolución de las emisiones debidos a la gestión de los residuos en 2005-2016

4.2.4. Análisis de resultados

Resultados globales

En este apartado se analizan los resultados de las emisiones por sectores y en su conjunto para el municipio de Sevilla.

En el siguiente gráfico se observa la **evolución global de las emisiones de GEI en el periodo 2005-2016**. En líneas generales, la tendencia es una clara disminución en todo el periodo, con dos fases bien diferenciadas; entre los años 2006 a 2010 la reducción de las emisiones es continua e intensa, descendiendo progresivamente hasta alcanzar una diferencia de casi 1.000.000 de toneladas, lo que representa un descenso en 2010 respecto a 2006 del 45 %. En una segunda fase, desde 2010 a 2016, las emisiones se mantienen aproximadamente constantes, aunque con una tendencia a la baja, puesto que en 2016 las emisiones suponen casi 270.000 toneladas anuales menos que en 2010.

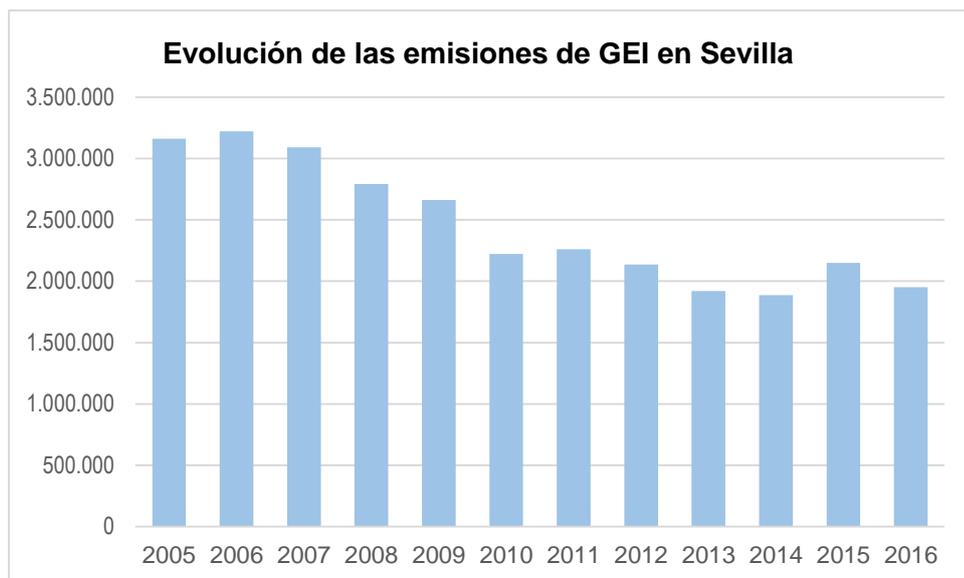


Grafico viii. Evolución de las emisiones de GEI en Sevilla en el periodo 2005-2016

Destaca el año 2015, con unas emisiones mayores que en años anteriores; esto es debido al uso de carbón en la procedencia de la energía eléctrica suministrada, puesto que el factor de emisión de la electricidad en este año fue de 0,398 kt CO₂/GWh, frente a 0,305 kt CO₂/GWh del 2014 o 0,308 kt CO₂/GWh del 2016. Este hecho explica el pico de emisiones representado en 2015, que no se cree tanto atribuible al consumo de energía eléctrica en la ciudad como al mix eléctrico peninsular aplicable.

Para mostrar este hecho, se expone a continuación (gráfico ix) el consumo de electricidad en Sevilla, donde se observa que incluso en 2016, el consumo fue algo superior al 2015.

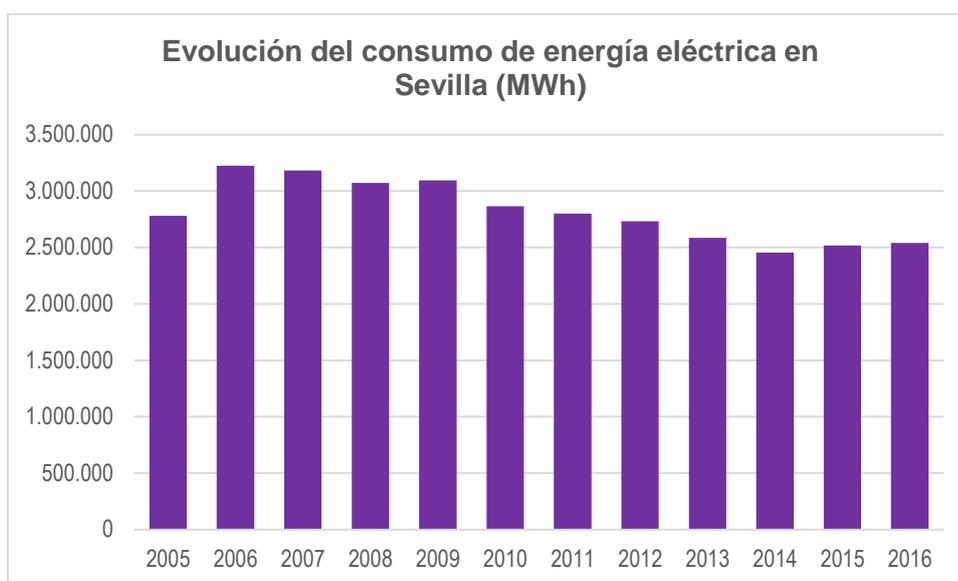


Grafico ix. Evolución del consumo de energía eléctrica en Sevilla en el periodo 2005-2016

Por otra parte, si se muestran en un gráfico las emisiones globales de GEI para el mismo periodo (gráfico x), pero sin incluir las procedentes del consumo de energía eléctrica, se observa con claridad esta tendencia a la baja de las emisiones municipales, especialmente en la primera fase (2006-2010), mientras que entre 2010 a 2012 desciende, pero en los últimos cuatro años se mantienen aproximadamente constantes, sin detectarse ahora el pico de emisiones más elevado en 2015.

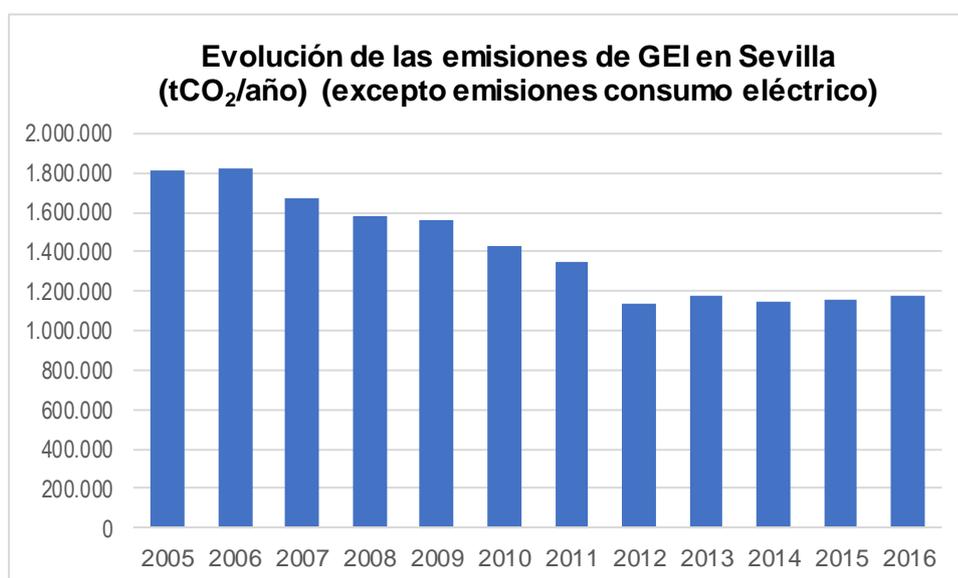


Grafico x. Evolución de las emisiones de GEI, exceptuando las derivadas del consumo eléctrico en 2005-2016

Sin embargo, el año 2012 parece romper la tendencia, puesto que es el año con menores emisiones de todo el periodo.

En la siguiente tabla se muestran las emisiones exactas, en toneladas equivalentes de CO₂, por sectores y años.

	Electricidad	Tráfico Rodado	Combustibles	Agricultura	Ganadería	Aguas Residuales	Residuos	TOTAL
2005	1.345.719	1.231.201	335.587	6.422	1.827	82.063	157.873	3.160.692
2006	1.402.275	1.250.710	313.589	5.466	2.037	81.452	165.203	3.220.732
2007	1.422.431	1.273.183	312.143	5.527	2.229	21.460	54.177	3.091.150
2008	1.215.049	1.172.586	307.949	5.146	2.439	37.069	52.554	2.792.792
2009	1.101.461	1.125.345	341.350	5.495	2.359	31.270	56.122	2.663.402
2010	792.800	1.056.550	306.925	5.133	1.953	33.909	24.018	2.221.288
2011	912.783	979.076	316.370	5.231	2.490	38.030	7.351	2.261.331
2012	998.274	878.803	221.602	5.283	2.433	21.049	8.687	2.136.131
2013	742.450	881.122	264.571	5.175	2.027	19.093	5.380	1.919.818
2014	741.232	858.671	254.033	5.847	1.993	19.047	5.355	1.886.177
2015	992.077	868.876	260.210	3.142	2.018	18.975	5.330	2.150.627
2016	775.172	877.914	268.971	3.294	2.042	18.930	5.306	1.951.628

Tabla xxi. Evolución de las Emisiones de GEI por sectores y en conjunto para el periodo 2005-2016 en el municipio de Sevilla

De los datos se desprende que los sectores que presentan unas mayores emisiones son el tráfico rodado (45 %), el consumo de electricidad (40 %) y ya muy por debajo el consumo de combustibles, que supone un 14 % de las emisiones totales. En el gráfico siguiente se expone esta distribución de emisiones por sectores.

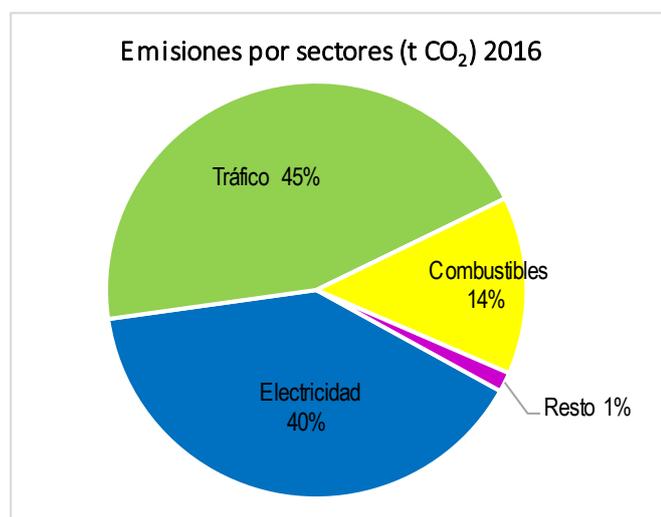


Gráfico xi. Distribución porcentual de las emisiones de GEI por sectores en el municipio de Sevilla en el año 2016

El resto de sectores suponen un volumen de emisiones en el municipio muy bajo que, en su conjunto, para la agricultura, ganadería, aguas residuales y residuos, suman tan solo un 1% de las emisiones. De estos 4 sectores, el que presenta mayores emisiones es el tratamiento de aguas residuales, por lo que agricultura, ganadería y residuos presentan unas emisiones muy poco relevantes.

Resultados sectoriales

En este subapartado se analizan las emisiones por sectores, valorando tanto las emisiones procedentes de cada sector, como la evolución y caracterización del propio sector.

El **consumo de electricidad** en el municipio de Sevilla ha descendido con los años, bajando en casi 700.000 MWh de consumo anual en 2016 frente a 2007, año en que se registró el consumo más elevado. En general, el consumo es parejo a la evolución de las emisiones, habiéndose registrado un descenso de 647.259 ton CO₂ en 2016 frente a 2007.

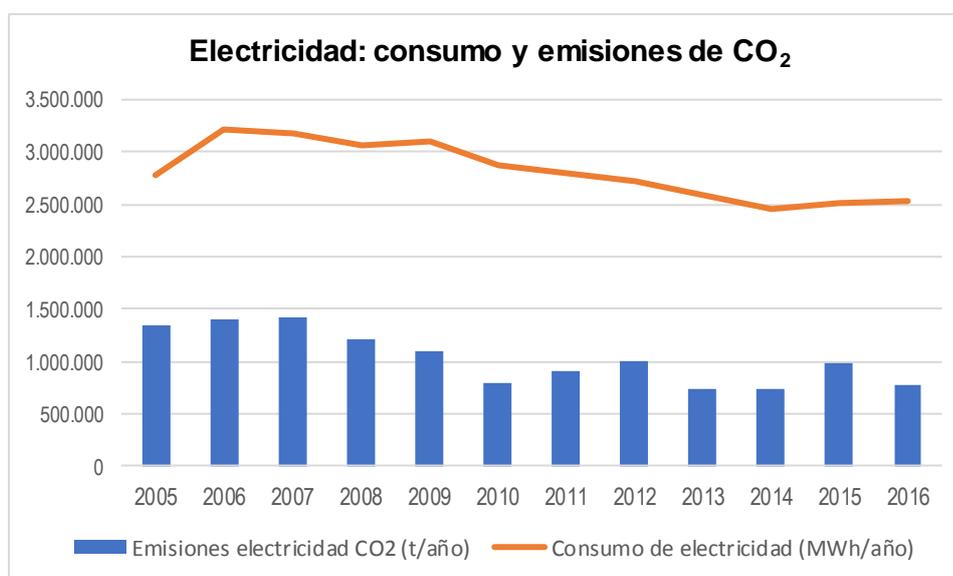


Gráfico xii. Evolución consumo eléctrico y las emisiones asociadas en Sevilla entre 2005-2016

Como se ha explicado antes, el mix eléctrico¹⁵ o factor de emisión explica en buena medida las emisiones de CO₂, siendo éstas, en cierta manera, algo independientes del consumo eléctrico que se produzca. Por esta razón, en 2015, pese a mantenerse el consumo o incluso bajar, respecto a años anteriores, en este año se ha emitido una mayor cantidad de CO₂, que en 2014 o 2016.

Por **ámbitos**, los sectores de mayores emisiones por consumo de electricidad son el **residencial**, seguido del **comercio y los servicios**, y la **administración** y los **servicios públicos** (gráfico xiv).

Los **elevados consumos para refrigeración** en la ciudad de Sevilla son los que explican estos datos, que lejos de mejorar, es posible que empeoren año a año debido a las condiciones cada vez más cálidas en un contexto de cambio climático acelerado.

¹⁵ El mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO₂ asociadas a la generación de la electricidad que se consume, y se convierte así, en un indicador de las fuentes energéticas que utilizamos para producir electricidad. Cuanto más bajo es el mix, mayor es la contribución de fuentes energéticas bajas en carbono.

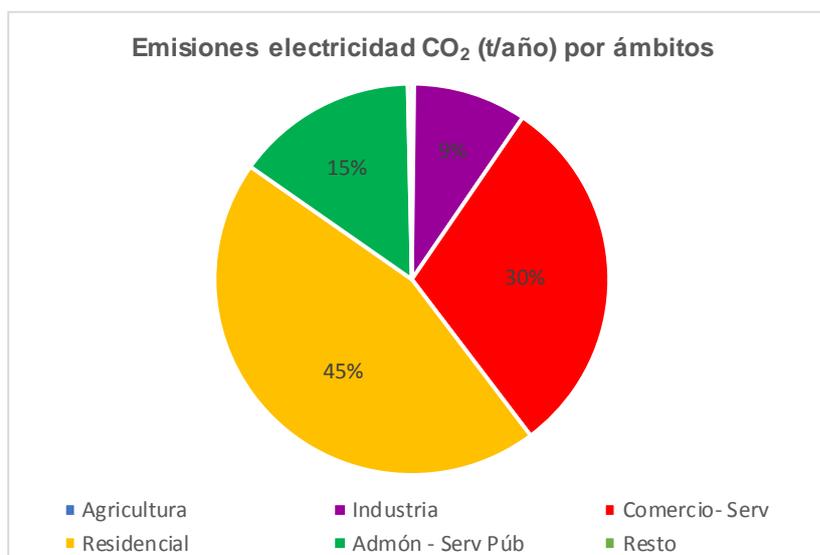


Grafico xiii. Distribución porcentual de las emisiones por consumo de electricidad según ámbitos en Sevilla en 2016

Estos ámbitos se consideran de especial relevancia en el PACES 2017 de cara a establecer medidas que reduzcan el consumo de electricidad asociado a la refrigeración en viviendas, comercios, oficinas y edificios institucionales.

Las emisiones procedentes del **tráfico rodado** en el municipio de Sevilla han descendido con los años, reduciendo en casi 400.000 t CO₂ menos en 2016 frente a 2007, año en que se produjeron las mayores emisiones debidas al tráfico.

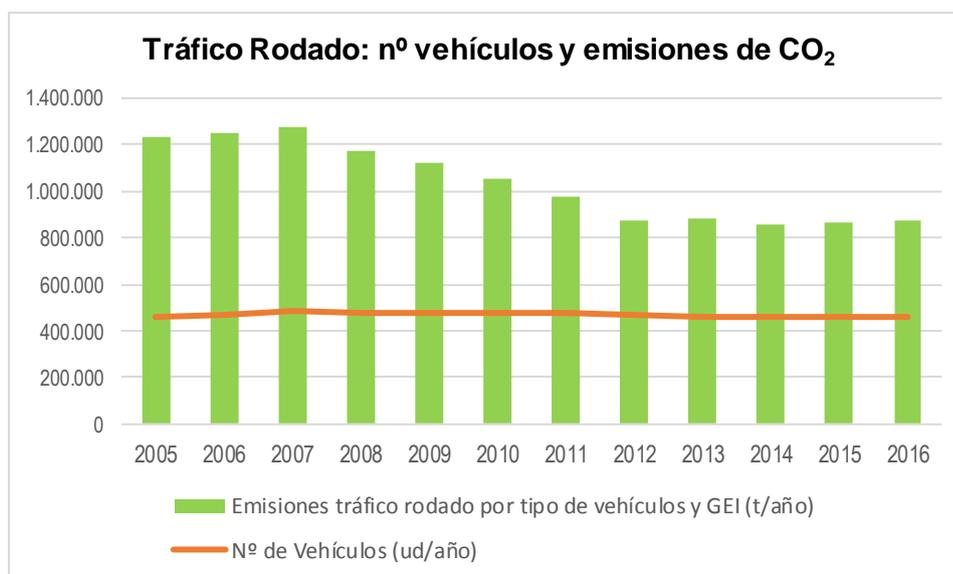


Grafico xiv. Evolución del consumo eléctrico y las emisiones asociadas en Sevilla entre 2005-2016

Esta reducción de las emisiones es atribuible a las mejoras tecnológicas en los vehículos y la renovación del parque automovilístico, así como otras posibles medidas relacionadas

con un cambio en la cuota modal o un descenso del uso del automóvil privado en entornos urbanos, al realizar menos kilómetros anuales por vehículo.

Así, el parque automovilístico ha permanecido constante, no habiendo bajado el número de vehículos (gráfico xv), frente a las emisiones que si descienden, especialmente entre 2007 y 2012.

Por **tipologías de vehículos**, son los turismos los que representan un porcentaje mayor de emisiones (71%), seguido de los camiones y furgonetas (21%). El resto, presentan unas emisiones de CO₂ casi insignificantes en el conjunto del tráfico rodado.

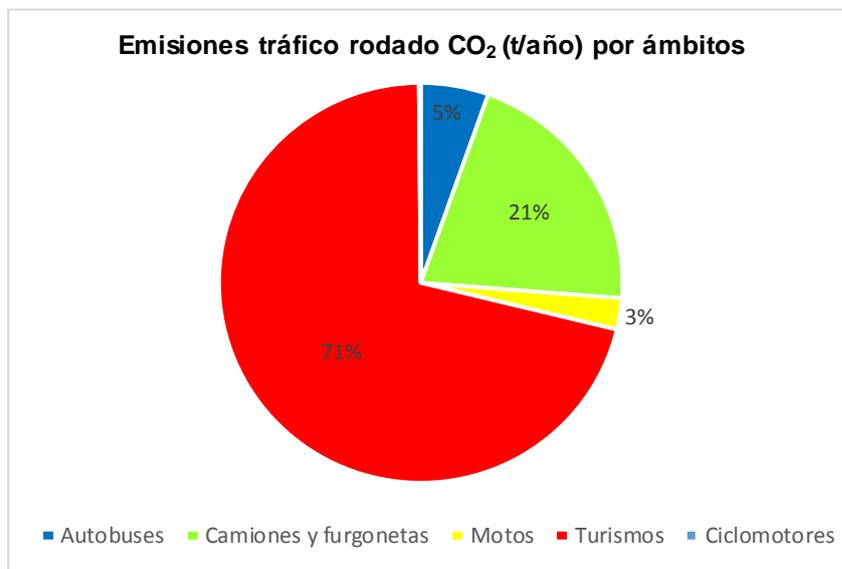


Grafico xv. Distribución porcentual de las emisiones por tráfico rodado según tipos de vehículos en Sevilla en 2016

Las emisiones derivadas del **consumo de combustibles** en Sevilla presentan un descenso progresivo, que se acentúa entre 2011 y 2012, para volver a recuperarse en 2013 y manteniéndose constante en los últimos 4 años, con una diferencia de casi -70.000 toneladas en 2016 frente a 2005.

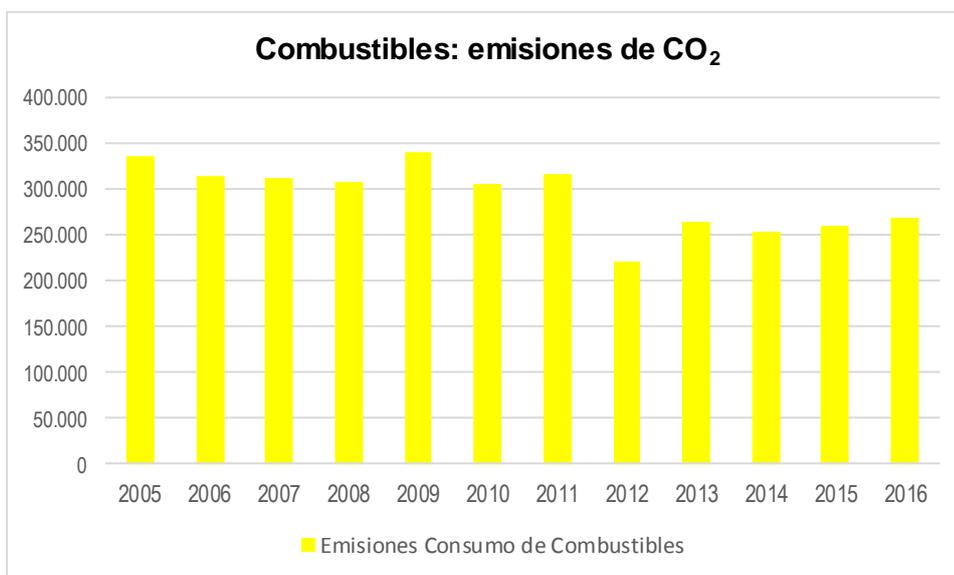
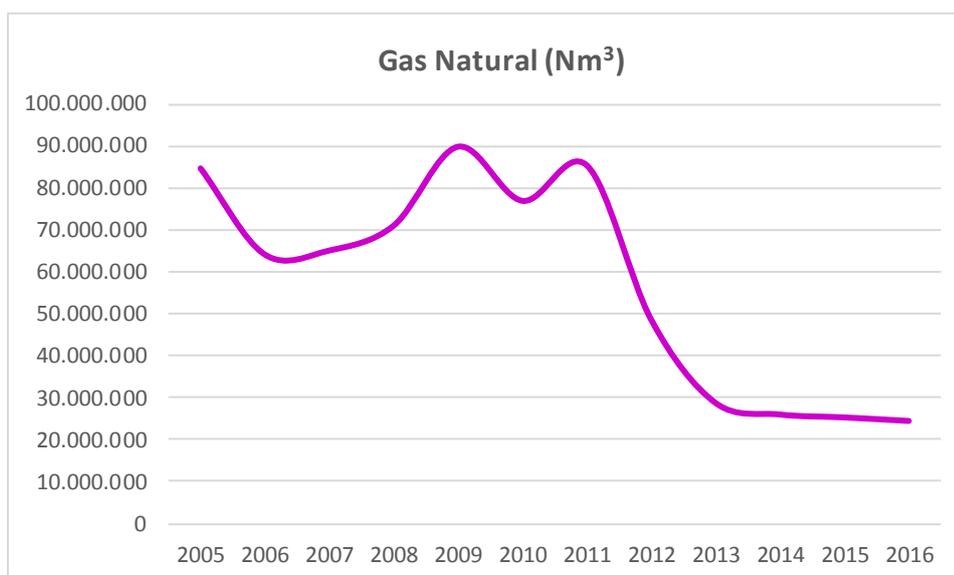


Grafico xvi. Evolución de las emisiones asociadas al consumo de combustibles en Sevilla entre 2005-2016 (ton CO₂)

En este caso, se expone a continuación el consumo de los distintos combustibles. En el cálculo del IER 2013-2016 se han empleado los datos disponibles, que en este caso solo se ofrecen o existen consumos municipales de gas natural, gasóleo y GLP. Por el contrario, en la Huella de Carbono de los Municipios Andaluces, para los años 2005 a 2012, los consumos referidos son el gas natural, gasóleo, fuelóleo, carbón, butano y propano.



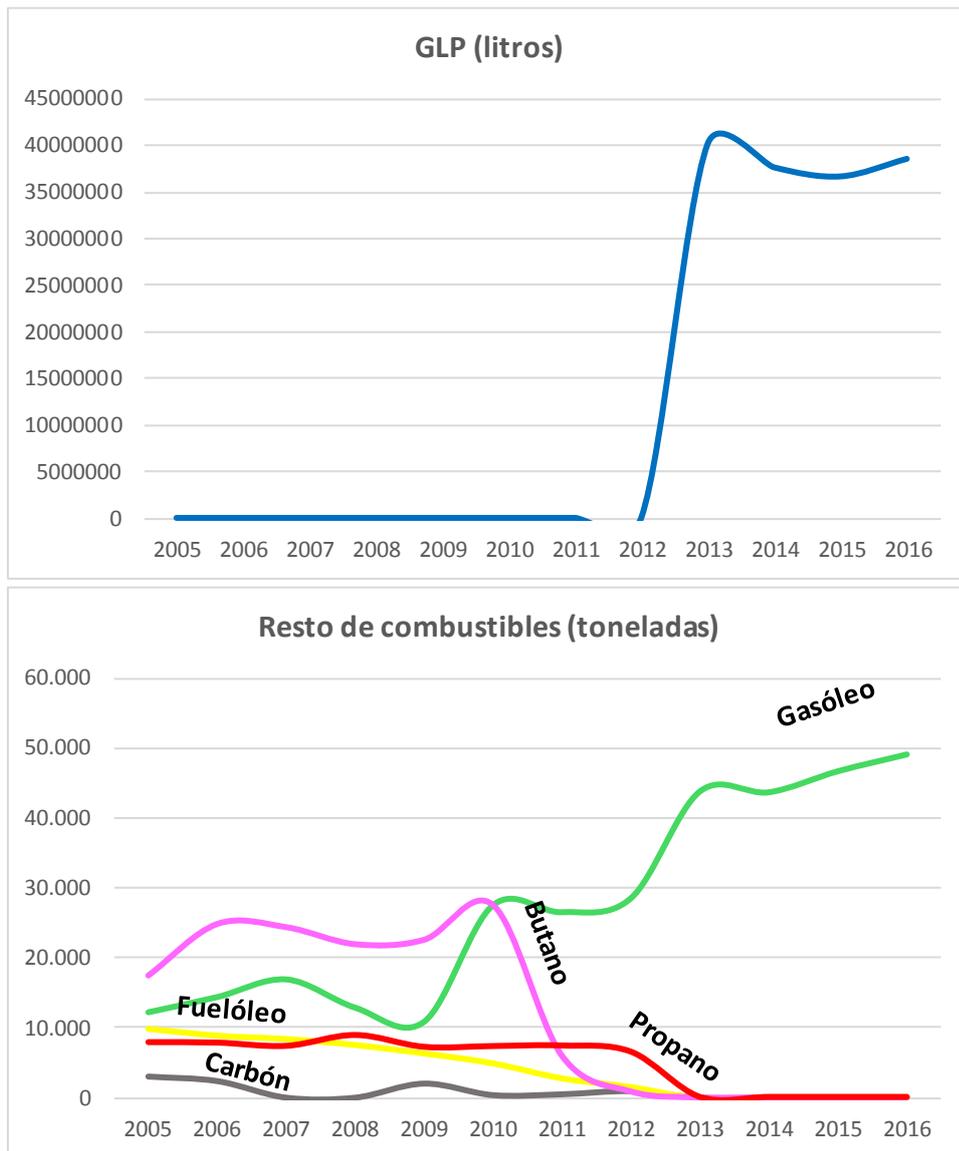


Grafico xvii. Evolución del consumo de combustibles en Sevilla entre 2005-2016

Como puede observarse, el GLP y el gasóleo han experimentado un aumento con los años, mientras que el gas natural, el butano, propano, fuelóleo y carbón han descendido, llegando incluso a desaparecer, como es el caso del carbón. Debido a la no disponibilidad de datos, el butano y propano no desaparecen, sino que se contabilizan como GPL.

El **sector agrícola** en Sevilla tiene una escasa representación, relegándose a pequeños espacios fuera del ámbito urbano municipal. Estos datos tienen su correspondencia en las emisiones de CO₂, siendo éstas muy bajas.

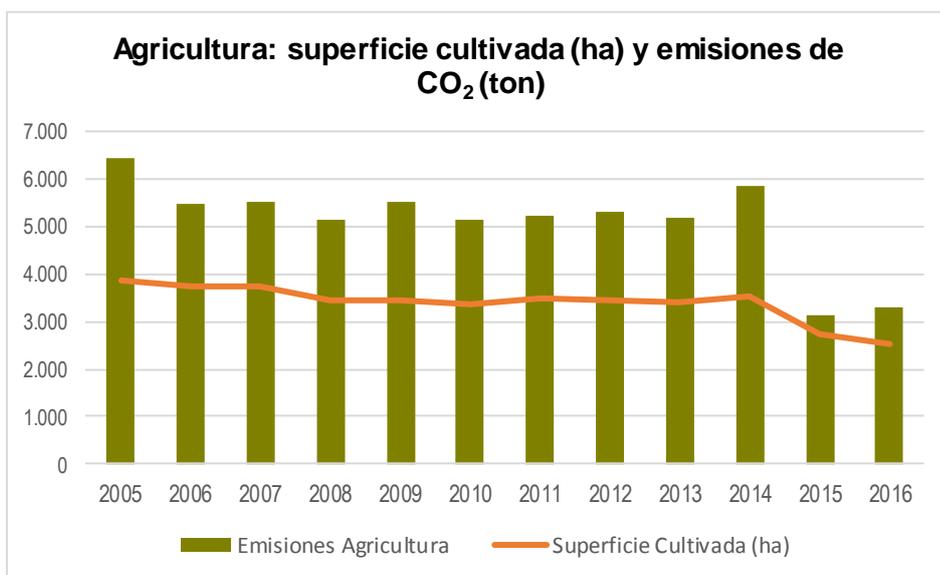


Grafico xviii. Evolución emisiones agrícolas y la superficie cultivada en Sevilla entre 2005-2016

En el gráfico anterior se observa un paralelismo claro entre la superficie cultivada y las emisiones. Ambas variables han experimentado un descenso progresivo, con un pequeño repunte en 2014 y un brusco descenso en 2015 y 2016 respecto a los años anteriores.

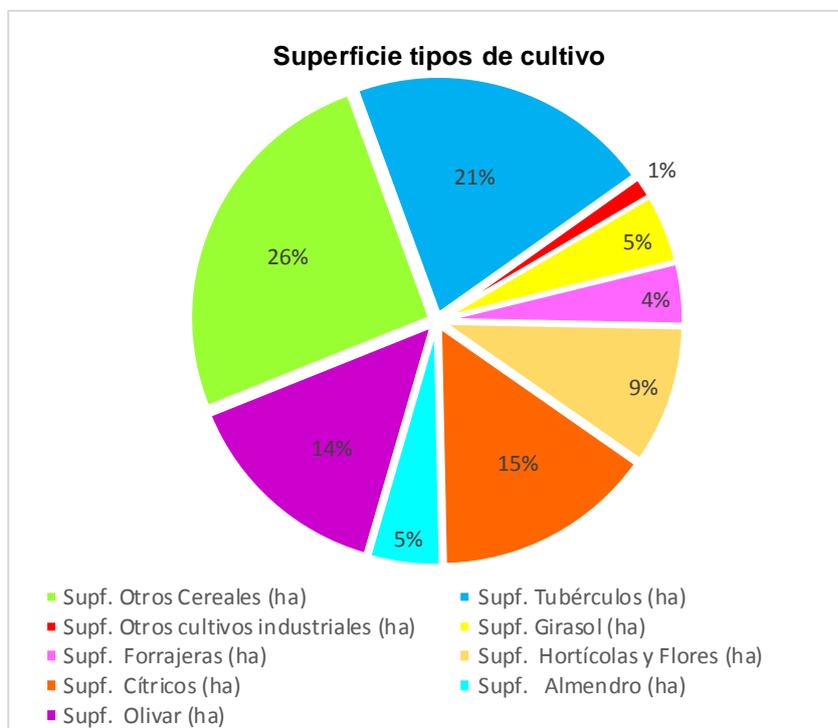


Grafico xix. Distribución porcentual de las superficies de los diferentes cultivos en 2016 en Sevilla

Las emisiones procedentes del **sector ganadero** en Sevilla son también muy reducidas, más incluso que las de las actividades agrícolas. Aunque la relación entre el número de

cabezas de ganado y las emisiones no es paralela o directa, las emisiones se han visto reducidas, mientras que el ganado ha ido aumentando. Esta aparente contradicción es debida al factor de emisión del tipo de ganado. Así, por ejemplo, el FE de la fermentación entérica del Vacuno de leche es de 99,76 kg CH₄ / cabeza-año, mientras que el de las cerdas reproductoras, por ejemplo, es de solo 2,84 kg. Lo mismo sucede con el factor de emisión por la gestión del estiércol o el nitrógeno excretado por tipos de animales.

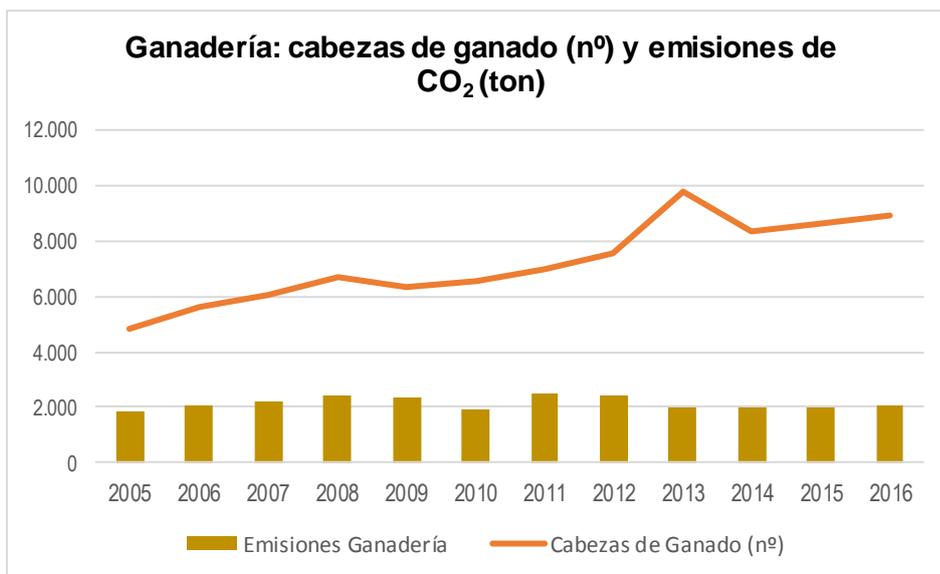


Grafico xx. Evolución emisiones ganaderas y nº de cabezas de ganado en Sevilla entre 2005-2016

Por poner un ejemplo, las madres conejas, con un factor de emisión muy bajo, han pasado de 0 en 2005 a 42 en 2016, mientras que los bovinos, con un factor de emisión elevado, han descendido desde los 625 en 2005 a los 172 en 2016.

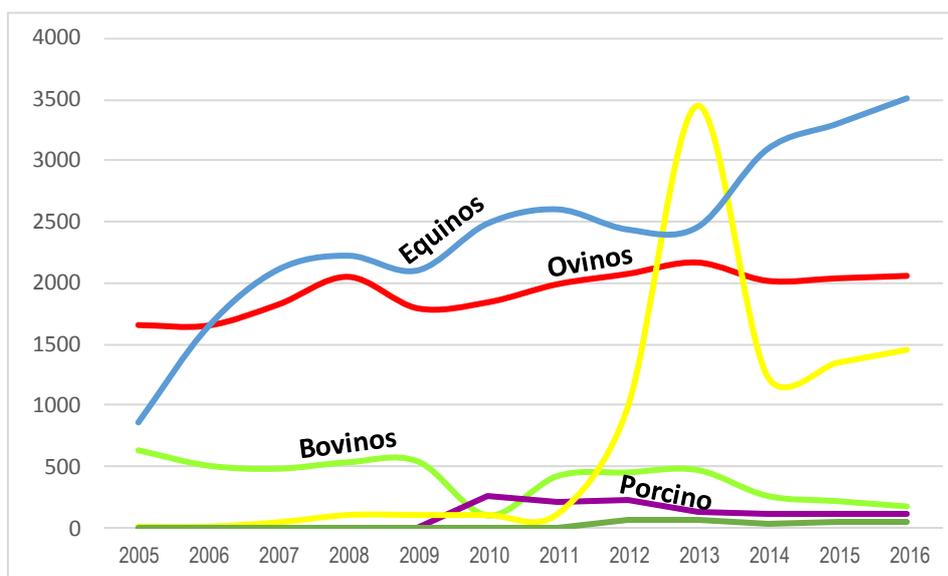


Grafico xxi. Evolución de nº de cabezas de ganado por tipos en Sevilla entre 2005-2016

Se puede ver como el ganado con más emisiones por cabeza, como los bovinos o los porcinos, han disminuido, mientras que el equino, con un FE bajo para la gestión por estiércol, o las aves, con FE muy bajos, son los tipos que han aumentado.

Las emisiones procedentes del **tratamiento de las aguas residuales**, también muy reducidas, se mantienen constantes desde el año 2007, en que descendieron un poco respecto a los dos años anteriores, probablemente debido a mejoras introducidas en la gestión y tratamiento en las EDAR. La variable directa empleada es el nº de habitantes cuyas aguas son tratadas, que apenas ha mostrado variación.

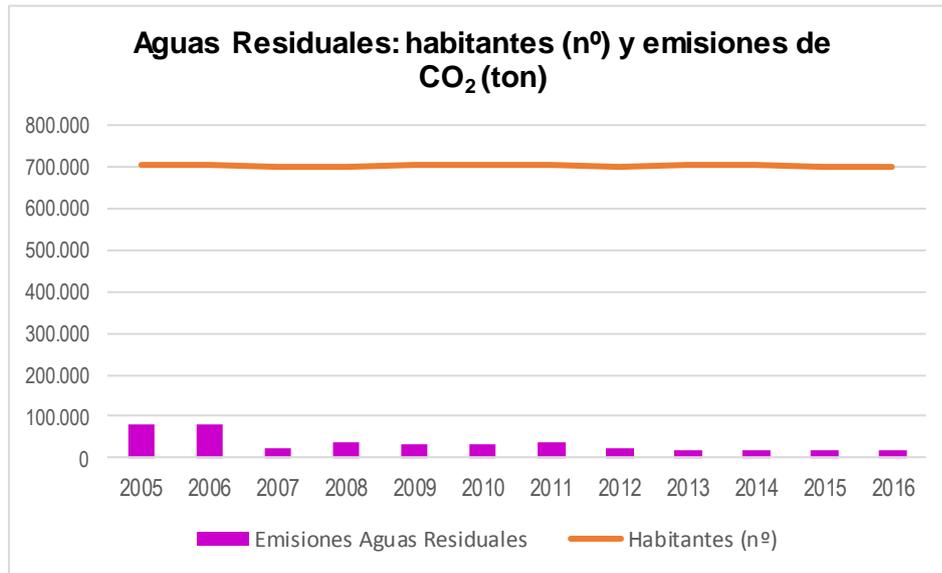


Grafico xxii. Evolución emisiones de aguas residuales y nº de habitantes en Sevilla entre 2005-2016

Por último, las emisiones procedentes de la **gestión y tratamiento de los residuos sólidos urbanos**, presentan dos hitos destacados; en primer lugar, un descenso brusco en 2007 respecto a los dos años anteriores. En segundo lugar, otra disminución destacada en 2011 respecto a los años anteriores. Desde 2011, las emisiones se muestran constantes.

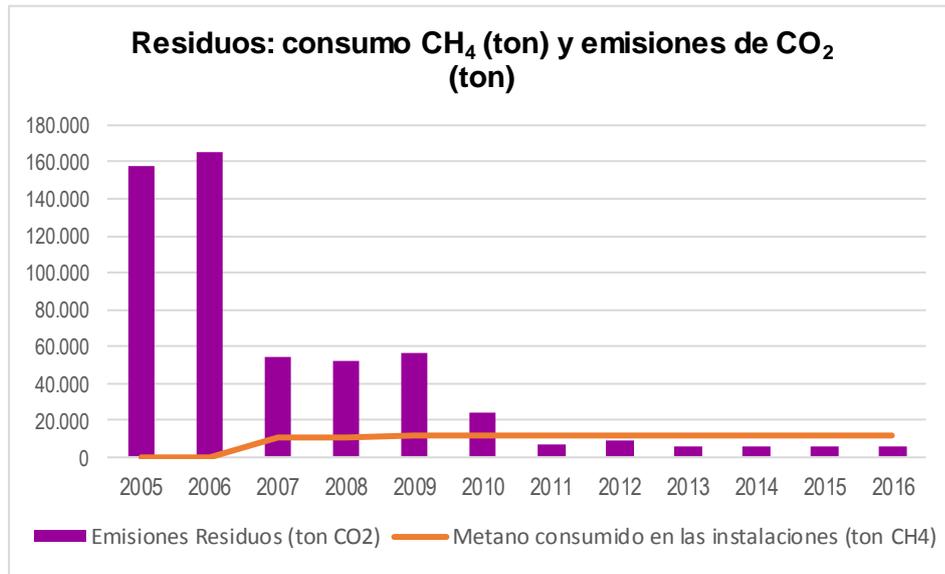


Grafico xxiii. Evolución de las emisiones de los residuos y el metano consumido en instalaciones de residuos en Sevilla entre 2005-2016

Es difícil ofrecer información acerca de estos cambios, que pueden ser debidos tanto a la aplicación de una metodología de cálculo del inventario de emisiones de GEI distinta, como a la disponibilidad de los datos (en 2005 y 2006 no hay datos del metano consumido en las instalaciones de las Plantas de Recuperación y Compostaje (PRyC)). También puede ser debido a la introducción de mejoras en la gestión de residuos o a un cambio en el tratamiento (desde deposición en vertedero, con la emisión de grandes cantidades de GEI, a tratamiento en PRyC). No obstante, las emisiones son muy bajas en el conjunto de los gases de efecto invernadero del municipio.

5. Medidas del Plan de Mitigación del PACES 2017

En este apartado se recogen las medidas que constituyen el **Plan de Acción para la Mitigación, del PACES 2017 de Sevilla**. Esta reducción de emisiones de GEI se realiza en función de los *objetivos estratégicos* señalados por la ciudad como forma de organización urbana sostenible, verde y con una elevada calidad de vida.

En primer lugar, se revisan y actualizan las medidas contenidas en los planes anteriores y que estaban referidas al año 2020.

A continuación, se definen nuevas medidas en el Plan de Acción para la Mitigación, del PACES 2017, considerando igualmente los objetivos de mitigación.

Por último, se realiza una **cuantificación de la reducción** de las emisiones que supone el total de las medidas, así como una **valoración económica** de las mismas.

5.1. Revisión y actualización de las medidas incluidas en planes anteriores

El objetivo es revisar cada una de las medidas contenidas en el Plan 2016, especialmente en lo que respecta a su estado y ejecución, verificando si las medidas se han puesto en marcha, no se han ejecutado, o están en desarrollo. Una vez comprobado el estado de estas, se eliminarán aquellas que ya se hayan ejecutado, así como aquellas otras que no se vayan a realizar. Todo esto habrá quedado patente en la evolución de emisiones del IER.

Una vez realizada esta revisión, se obtendrá un listado definitivo y actualizado de las medidas del PACES 2017.

Hay que recordar que el objetivo de reducción tiene el horizonte temporal del año 2.030.

5.1.1. Análisis de la reducción de las emisiones de las medidas de PACES anteriores

En este apartado se exponen los principales resultados del Inventario de Emisiones de Referencia (IER), y la reducción de las emisiones que conllevan las medidas de los planes anteriores revisadas y actualizadas.

Respecto al IER, desde el 2005 (considerado el año base o de referencia para contabilizar la reducción de las emisiones, como mínimo, en un 40 % en 2030 respecto a este año), hasta el año 2016, la evolución experimentada se resume en la siguiente tabla y gráfico.

IER 2005-2016 Evolución anual	
Año	GEI (t eq CO ₂ /año)
2005	3.160.692
2006	3.220.732
2007	3.091.150
2008	2.792.792
2009	2.663.402
2010	2.221.288
2011	2.261.331
2012	2.136.131
2013	1.919.818
2014	1.886.177
2015	2.150.627
2016	1.951.628

Tabla xxii. Evolución de las emisiones de GEI en Sevilla

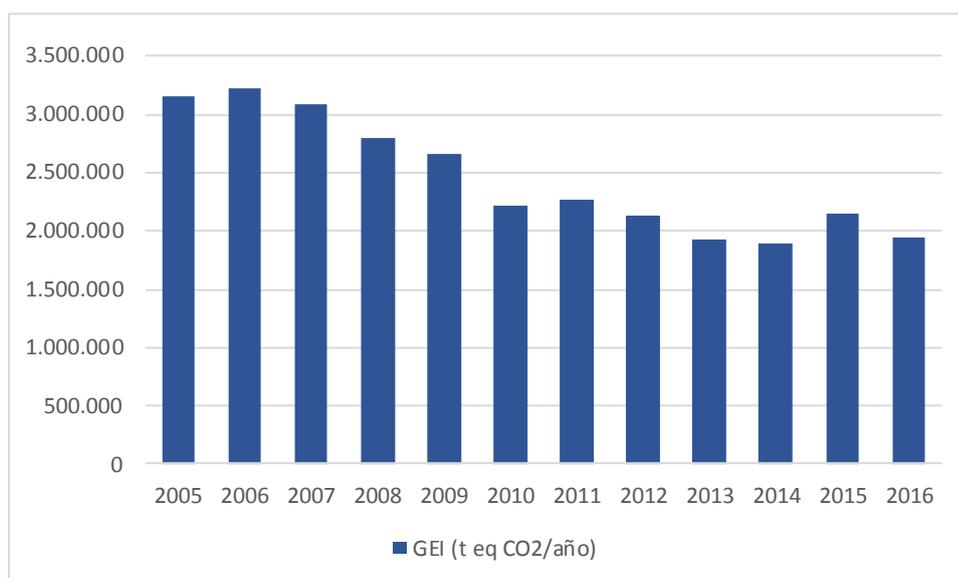


Grafico xxiv. Evolución de las emisiones anuales de GEI en Sevilla en el periodo 2005-2016

En el año 2010, las emisiones de GEI en el municipio de Sevilla experimentaron un descenso que, a partir de entonces, y hasta el 2016, se ha mantenido aproximadamente constante. El total de las emisiones de GEI en 2016 ascendió a 1.951.628 t/año de CO₂eq.

En base al IER presentado en este PACES, como consecuencia de las medidas ejecutadas en los planes anteriores (PAES 2010, PAES 2013 y parcialmente del Plan de 2016), además de otras actuaciones desarrolladas en la ciudad entre 2005 y 2010, previas a la adhesión de Sevilla al Pacto en 2009, se puede contabilizar una reducción

de 1.209.064 ton CO₂ eq/año (IER 2005 menos IER 2016). No obstante es necesario atender a la significativa relevancia que tiene en este dato el mix energético peninsular aplicable.

Emisiones de GEI año base (2005) y actualidad (2016) + Objetivo Reducción del 40 % a 2030		
GEI año Base (2005)	GEI actualidad (2016)	GEI Objetivo 2030 (40% del 2005)
3.160.692 ton CO ₂ eq/año	1.951.628 ton CO ₂ eq/año	1.896.415 ton CO ₂ eq/año

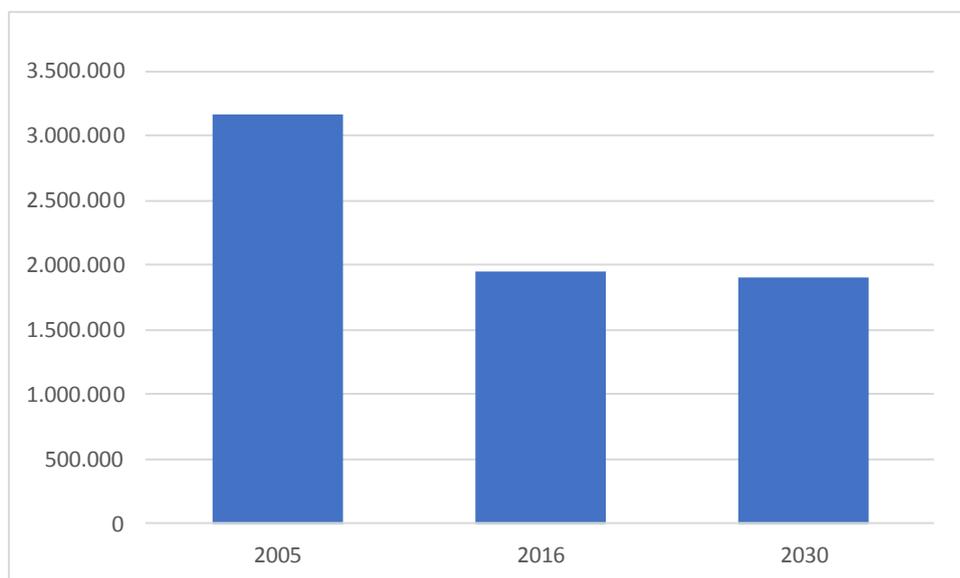
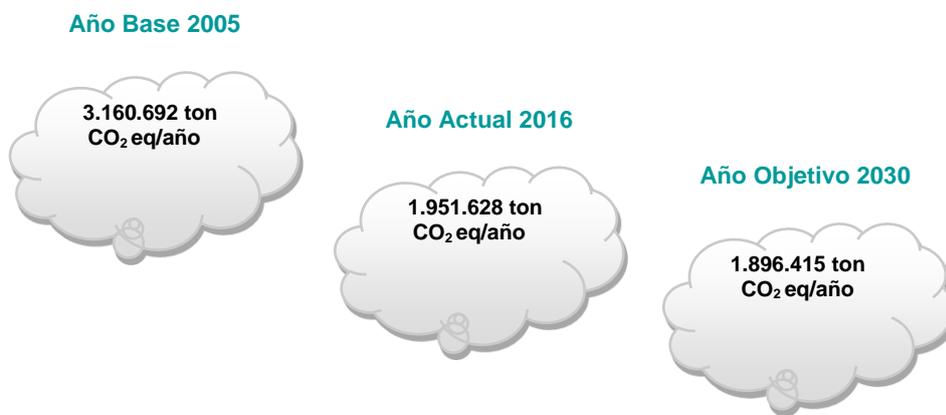


Tabla xxiii. Emisiones de GEI en el municipio de Sevilla en el año base (2005), en la actualidad (2016) y año objetivo (2030)

Por lo tanto, entre 2005 y 2016 (periodo que comprende a efectos de IER el presente PACES 2017), la reducción supone un 38%; es decir, ya se han reducido 1.209.064 ton CO₂ eq/año, como consecuencia del conjunto de actuaciones que se han

desarrollado en la ciudad en ese periodo. Muchas de estas aparecen en el primer PAES 2010, en el PAES 2013, y en sus revisiones de 2015 y 2016.

Según el nuevo compromiso del Pacto de Alcaldes suscrito por Sevilla en 2015, el 40% del IER 2005 (año de referencia) supone alcanzar una reducción de 1.264.276,8 ton CO2 eq/año en 2030. Por lo tanto, para lograr ese objetivo será necesario reducir 55.213 ton CO2 eq/año, lo que es objeto del plan de acción que se presenta a continuación.

5.2. Medidas del PACES 2017

Se han definido nuevas medidas a integrar en el Plan de Acción para la Mitigación del PACES 2017, dirigidas especialmente a los sectores que suponen una mayor aportación de emisiones de GEI al total de Sevilla (gráfico siguiente).

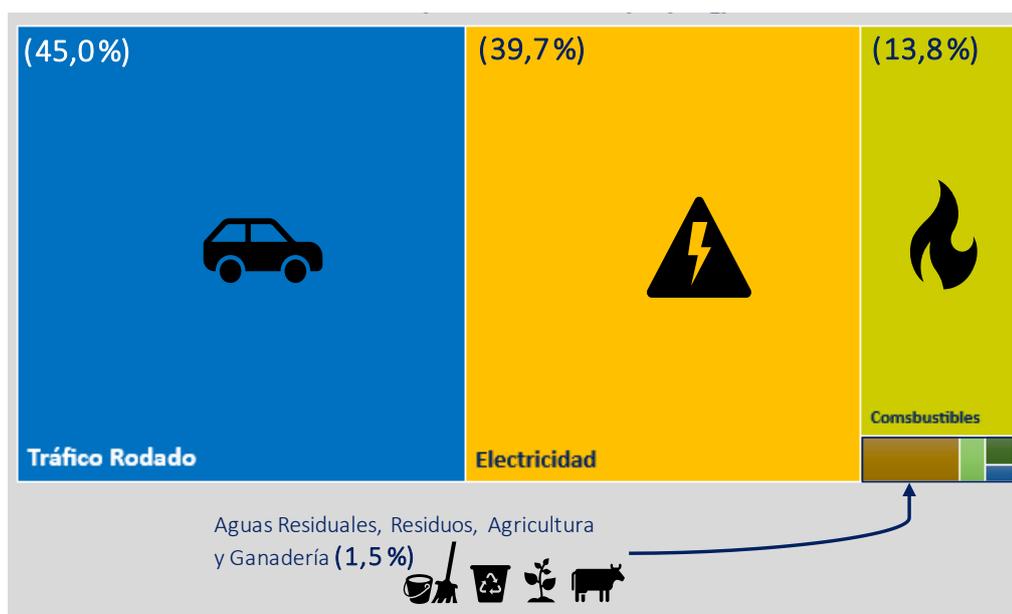


Grafico xxv. Contribución de las emisiones de GEI por sectores en Sevilla en 2016 (%)

Las nuevas medidas de mitigación se han definido, no solo en función de la contribución porcentual por sectores, incidiendo en aquellos con un mayor volumen de emisiones, sino también valorando la integración de otras acciones que se consideran de especial importancia para la consecución de los objetivos de reducción de emisiones y ahorro energético. Para ello se han consultado dos tipos de fuentes:

- **Mejores prácticas y medidas de excelencia** caracterizadas por haber obtenido óptimos resultados en el contexto de la lucha contra el cambio climático a escala local. En la web http://www.pactodelosalcaldes.eu/actions/benchmarks-of-excellence_es.html, se recogen modelos de excelencia como ejemplos de iniciativas locales que los actores del Pacto han llevado a cabo en sus territorios y de las que se sienten particularmente orgullosos, catalogándolas de acciones útiles para que las imiten otras autoridades locales. Igualmente se han tenido en cuenta las iniciativas locales llevadas a cabo por la Red Española de Ciudades por el Clima (FEMP), de la que Sevilla es miembro.
- **Medidas y acciones del resto de la planificación** en Andalucía o Sevilla, concerniente a otra planificación y que se están llevando a cabo con excelentes resultados.

Según estos principios, se exponen a continuación las medidas a incluir en el Plan de Acción para la Mitigación del PACES 2017, en formato de tablas, al igual que en el apartado anterior. Para cada ficha, se incluye una medida en la que se especifican los siguientes datos y contenidos:

- Número de medida
- Nombre de la medida
- Descripción de la medida
- Sector/es al que hace referencia
- Calendario de ejecución estimado
- Costes y vías de financiación
- Estimación del ahorro energético / reducción de emisiones de GEI / impacto o efecto del cambio climático al que da solución
- Producción de energía renovable
- Estado de la medida a 1 de enero de 2017 y medidas relacionadas contenidas en otra planificación (municipal, sectorial, autonómica o estatal).
- Observaciones y aclaraciones
- Remisión a otros apartados del PACES (factores de emisión, fuentes de datos, IER, etc.).

5.2.1. Medidas del Plan de Acción para la Mitigación del PACES 2017.

Las medidas incluidas se han estructurado según los sectores del modelo a cumplimentar en la web del Pacto de los Alcaldes:

- Edificios y equipamientos / instalaciones municipales
- Edificios y equipamientos / instalaciones del sector terciario
- Edificios residenciales, alumbrado público, transporte
- Producción local de electricidad
- Producción local de calefacción/refrigeración
- Otros sectores o ámbitos.

EDIFICIOS Y EQUIPAMIENTO / INSTALACIONES MUNICIPALES

Nº 1	Nombre	
Sector		Puesta en marcha de instalaciones de energía fotovoltaica en edificios municipales "Sevilla Ciudad Solar"
Promotor	Edificios Municipales y Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	Conexión y puesta en marcha de instalaciones fotovoltaicas en edificios municipales de la ciudad (principalmente centros educativos). Están compuestas por 53 instalaciones de 5kW, y 10 de 15 kW.	
Alcance	Edificios de gestión municipal	
Reducción de emisiones	273,5 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	900.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Ver los proyectos específicos, disponibles en la Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad. Se implantaron en dos fases: Plan 5000 y Plan 8000.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 2	Nombre	
Sector		Eficiencia en bombeo instalaciones IMD
Promotor	Instituto Municipal de Deportes	
Descripción	Mejora de eficiencia en equipos de bombas con instalación de variadores de velocidad.	
Alcance	10 piscinas del IMD	
Reducción de emisiones	16,2 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2015-2020	
Costes de ejecución estimados	85.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Considerando una piscina media de 25 m de largo, 12,5 m de ancho y 1,5 m de profundidad, nos da un volumen de $25 \times 12 \times 1,5 = 468,75$ m³. Una bomba tiene una potencia de 8 CV. Si 1 CV equivale a 850 W/h, 8 CV serían 6,8 kW/h. Al ser aplicable a 10 piscinas municipales de gestión directa, las 10 bombas tendrían un consumo de $10 \times 6,8 = 68$ kW/h (0,068 MW/h). Siendo el factor de emisión de 0,397 t de CO₂/MWh y teniendo estas bombas un funcionamiento de unas 3.000 horas aproximadamente al año (250 días*12 horas), entonces: $0,068 \times 0,397 \times 3.000 = 80,99$ t de CO₂ al año. Con la implantación de la medida se consigue reducir en un 20 % el consumo y por tanto las emisiones serán 16,2 t de CO₂ al año evitadas.</p>	
Observaciones	Es continuación del anterior PACES 2016	

Nº 3	Nombre	Eficiencia energética en piscinas - aprovechamiento de la luz solar
Sector		
Promotor	Instituto Municipal de Deportes	
Descripción	Instalación de equipos de aprovechamiento de la luz solar en cubiertas de piscinas, pabellones deportivos y salas deportivas, regulación que optimiza el aprovechamiento de la luz natural junto a equipos sensoriales que optimizan el encendido de la iluminación según el nivel lumínico alcanzado.	
Alcance	Instalaciones del IMD	
Reducción de emisiones	38,10 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2015-2020	
Costes de ejecución estimados	170.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Considerando que la iluminación en una piscina municipal es de 300 lux (lux=lumen/m²) y que una bombilla incandescente de 100 W produce 1.500 lumen. La superficie de una piscina estándar es de 312,5 m². Entonces: 300 lux* 312,5 m²= 93.750 lumen. 93.750/1.500 =63 bombillas. Considerando el funcionamiento anual de la piscina en 3.000 horas aprox. (12 horas * 250 días), entonces: 3.000*0,1*63=18.900 kWh. Estimando que con la implantación de la medida se consigue un aprovechamiento de la luz solar del 50%, es decir se reducirían el número de bombillas a la mitad debido a la captación de la luz natural por la apertura de ventanales por ejemplo, entonces serían necesarias 32 bombillas. Recalculando para 32 bombillas: 3.000*0,1*32=9.600 kWh. 9,6 MWh. Siendo el factor de emisión de 0,397 t de CO₂/MWh, entonces: 3,81 t de CO₂ al año evitadas por piscina. Al ser 10 las piscinas municipales de gestión directa, 38,1 t de CO₂ evitadas al año.</p>	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 4	Nombre	Realización de auditorías energéticas en centros IMD	
Sector			
Promotor	Instituto Municipal de Deportes		
Descripción	Se realizarán en los centros deportivos del IMD auditorías energéticas con el objetivo de reducir el consumo de energía asociado al uso de las instalaciones por parte de los ciudadanos, en el marco del Plan de Optimización Energética. Asimismo, como consecuencia se reducirán las emisiones de CO ₂ .		
Alcance	Instalaciones deportivas del IMD		
Reducción de emisiones	47,45 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2015-2020		
Costes de ejecución estimados	60.000 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Se logra una reducción media global del 20% en cuanto a reducción de emisiones en centros del IMD con respecto a la situación anterior a la realización de las auditorías energéticas, con las medidas directas que se implementan durante el proceso auditor, o inmediatamente tras éste. Se han realizado, desde 2013 hasta la fecha, 10 auditorías energéticas en otros tantos centros deportivos municipales de gestión directa.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 5	Nombre	
Sector		Aumento de la eficiencia de iluminación en centros deportivos
Promotor		Instituto Municipal de Deportes
Descripción		Aumento del rendimiento de equipos y sistemas exteriores de iluminación. Dotación de balastos electrónicos de doble nivel en iluminación exterior por proyección en campos deportivos, equipos de regulación de flujo luminoso (cabecera o punto a punto) en centros deportivos con varios campos de gran superficie (Vega de Triana, "Charco de la Pava", Parque Amate, Alcosa, Parque de San Jerónimo y Los Caños de Torreblanca como plan piloto).
Alcance		Instalaciones piloto del IMD
Reducción de emisiones		5,94 ton CO ₂ /año
Calendario de ejecución estimado		2015-2020
Costes de ejecución estimados		150.000 €
Estado a 2017		En proceso
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones		
Observaciones		Continuación del anterior PACES 2016

Nº 6	Nombre	
Sector		Eficiencia energética en cubrimiento de piscinas
Promotor		Instituto Municipal de Deportes
Descripción		Modificación de sistemas de cubrimiento de piscinas de uso anual con elementos constructivos de mayor eficiencia energética. Aplicación a piscinas con cubiertas presostáticas de los centros deportivos Torreblanca y Tiro de Línea.
Alcance		2 Centros Deportivos del IMD
Reducción de emisiones		14,25 ton CO ₂ /año
Calendario de ejecución estimado		2015-2020
Costes de ejecución estimados		750.000 €
Estado a 2017		En proceso
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones		Se trata de una medida destinada a prolongar la vida útil de la estructura, que complementariamente aportará una mayor eficiencia energética (fijada en función de las previsiones de las memorias de proyecto).
Observaciones		Continuación del anterior PACES 2016

Nº 7	Nombre		
Sector		Eficiencia energética en centros deportivos	
Promotor	Instituto Municipal de Deportes		
Descripción	Aumento del rendimiento de equipos y sistemas interiores (climatización, iluminación y domótica) de centros deportivos municipales: sustitución de equipos fluorescentes T8 por T8 ECO, instalación de detectores de presencia (sensor de movimiento) para el accionamiento integrado en red domótica, sustitución de lámparas incandescentes por tecnología LED u OLED (diodos orgánicos), renovación de equipos autónomos de climatización a tecnología inverter o equivalente, etc.		
Alcance	Instalaciones del IMD		
Reducción de emisiones	9,5 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2015-2020		
Costes de ejecución estimados	750.000 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Previsiones según las memorias de los diferentes proyectos promovidos por el IMD.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 8	Nombre	Plan eficiencia instalaciones de TUSSAM	
Sector			
Promotor		TUSSAM	
Descripción		Desarrollo e implantación de un plan de acciones de ahorro y eficiencia energética en las oficinas, cocheras y talleres de TUSSAM, con la incorporación de alumbrado más eficiente, mejora en la climatización y en el aislamiento.	
Alcance		Aplicación a las vías urbanas reseñadas en el título de la medida	
Reducción de emisiones		114,13 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2010-2020	
Costes de ejecución estimados		22.142 €	
Estado a 2017		En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones		Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh.	
Observaciones		Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 9	Nombre		
Sector		Edificios 100 % Renovables: Construcción y renovación	
Promotor	Edificios Municipales/Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad		
Descripción	<p>En un edificio “Cero Emisiones”, el 100% de la energía que demanda se produce a través de fuentes renovables y las emisiones netas a la atmósfera son cero.</p> <p>Un edificio “cero emisiones” se caracteriza por tener un diseño que utiliza soluciones pasivas mediante su orientación y forma, favoreciendo la eficiencia energética. Igualmente está dotado de fachadas que crean cámaras de aire a modo de barrera térmica, y con materiales especiales y diseños que permiten regular la luz exterior, la climatización y la ventilación de los espacios interiores.</p> <p>Para la iluminación han de tener vanos situados estratégicamente que favorecen la iluminación natural interior, o espacios creados para ser amortiguadores térmicos y acústicos.</p> <p>Finalmente, opciones energéticas como la instalación de paneles fotovoltaicos, la energía minieólica o la energía solar térmica para ACS, etc. son las distintas opciones que permiten alcanzar un balance de emisiones nulo en el funcionamiento del propio edificio.</p> <p>En definitiva, se trata de minimizar la demanda de energía mediante elementos arquitectónicos bioclimáticos y ecoeficientes y maximizar la producción energética con fuentes renovables.</p>		
Alcance	La medida se basa en su aplicación a un total de 10 edificios municipales.		
Reducción de emisiones	2.000 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2018-2030		
Costes de ejecución estimados	750.000 €		
Estado a 2017	No Iniciada		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Documento de consulta: Programa “Energía y Administración”. Red de Energía de la Junta de Andalucía,		
Observaciones			

Nº 10	Nombre	Establecimiento de un fondo energético para la financiación de la renovación de edificios, a partir de los ahorros obtenidos gracias a renovaciones ya realizadas
Sector		
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	<p>El objetivo es la creación de un fondo energético municipal para la financiación de obras de rehabilitación de edificios para la mejora y eficiencia energética, a partir de los ahorros obtenidos gracias a renovaciones ya realizadas. Las actuaciones a realizar bajo esta medida son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Creación de una herramienta-inventario que permita contabilizar las emisiones evitadas a partir de los consumos energéticos previos a obras de eficiencia energética y posteriores, en términos económicos. • Creación de un fondo energético en el que se incluyan los ahorros contabilizados en la herramienta diseñada a tal fin. • Aplicación de los fondos anuales obtenidos a la rehabilitación energética de edificios con baja eficiencia energética. 	
Alcance	La medida se basa en su aplicación a un total de 10 edificios (piloto).	
Reducción de emisiones	880 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2030	
Costes de ejecución estimados	500.000 €	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Documento de consulta: "Guía de gestión energética municipal en base a la norma ISO 50001". Agencia Andaluza de la Energía; EnerAgen. Sevilla	
Observaciones	El proyecto deberá ser desarrollado bajo las pautas y criterios de economía social, al objeto de identificar edificios en los que sea posible el desarrollo de las actuaciones con la posterior repercusión en los vecinos más necesitados (vinculados a la pobreza energética). Ya se han realizado algunos análisis previos en zonas de Alcosa.	

Nº 11	Nombre	Monitorización energética y gestión de consumos en instalaciones municipales	
Sector			
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad		
Descripción	<p>Se trata de implantar actuaciones referidas a las edificaciones de titularidad municipal y empresas municipales u otros organismos locales públicos.</p> <p>Su objetivo es llevar a cabo una gestión de la información asociada al control y medición de los consumos, así como el seguimiento de ejecución de las medidas aplicadas para el ahorro y la eficiencia energética.</p> <p>Entre los beneficios que se obtienen con la monitorización de consumos destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Realización de un control continuado de los consumos y parámetros eléctricos que permite detectar excesos de potencia, factores de potencia penalizados o consumos anómalos según la franja horaria. o Seguimiento continuado de las curvas de carga que permita ajustar la potencia contratada a la realmente demandada por la instalación. o Identificar anomalías en el funcionamiento de las instalaciones contribuyendo a la reducción de averías o Identificar y cuantificar cómo afectan las medidas de eficiencia que se implanten en el consumo total. 		
Alcance	La medida se basa en su aplicación a un total de 10 edificios municipales (proyecto piloto).		
Reducción de emisiones	700 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2018-2030		
Costes de ejecución estimados	250.000 €		
Estado a 2017	No Iniciada		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Documento de consulta: “Guía de gestión energética municipal en base a la norma ISO 50001”. Agencia Andaluza de la Energía; EnerAgen. Sevilla		
Observaciones	Se propone que la coordinación de la medida se desarrolle desde la Agencia, ya que estarán implicados varios agentes, que podrán ser promotores/financiadores de la medida.		

Nº 12	Nombre	Proyecto piloto de edificio basado en elevados parámetros de eficiencia energética para el seguimiento y análisis de su aplicación al resto de edificios municipales
Sector		
Promotor	Edificios Municipales/Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	<p>Se trata de un proyecto piloto a partir del edificio sede de Emvisesa, el cual está dotado de numerosas características para lograr una elevada eficiencia energética. Su diseño obedece a unos parámetros de eficiencia energética muy exigentes, como por ejemplo la iluminación inteligente, con sensores de luminosidad capaces de regular el encendido y la intensidad en base a la luz natural existente en cada momento o recuperadores de calor, para posibilitar una ventilación constante en el edificio, aprovechando la temperatura interna y minimizando el consumo energético, entre otros aspectos.</p> <p>El objetivo de la medida es triple:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Por una parte, reducir las emisiones a partir de medidas pasivas y de eficiencia energética, integrando cada vez más elementos en el edificio como la mejora de los aislamientos, la captación de agua caliente sanitaria y la instalación de contadores inteligentes. • En segundo lugar, realizar un seguimiento de los ahorros energéticos y de reducción de emisiones para valorar y cuantificar exactamente costes y ahorro con el objetivo de valorar su aplicación a otros edificios municipales. • Por último, servir como modelo de referencia y actuación ejemplarizante, realizando incluso visitas a colectivos concretos. 	
Alcance	La medida se basa en su aplicación a un total de 10 edificios municipales (tomando el edificio de referencia).	
Reducción de emisiones	13,12 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2030	
Costes de ejecución estimados	205.982 €	
Estado a 2017	Finalizada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Documento de consulta: "Guía de gestión energética municipal en base a la norma ISO 50001". Agencia Andaluza de la Energía; EnerAgen. Sevilla.</p> <p>Se tomará como referencia el edificio de la sede de EMVISESA (Parque Empresarial Arte Sacro), siempre que no existan otros métodos más óptimos en el momento de aplicación de la medida.</p>	
Observaciones		

Nº 13	Nombre	Sustitución de gas propano y gas butano por gas natural en 16 edificios de colegios públicos municipales
Sector		
Promotor		
Descripción	<p>Esta medida, ya en marcha, consiste en la sustitución del uso de combustibles como el butano y el propano por el gas natural, éste último con menores emisiones de GEI a la atmósfera.</p> <p>Es de aplicación a un total de 16 edificios de colegios de educación infantil y primaria, fomentado así el uso de combustibles menos contaminantes.</p>	
Alcance	La medida se basa en su aplicación a un total de 16 edificios de colegios públicos de Sevilla.	
Reducción de emisiones		133,61 ton CO ₂ /año
Calendario de ejecución estimado		2018-2022
Costes de ejecución estimados		250.000 €
Estado a 2017		No Iniciada
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Las diferencias son debidas a la aplicación de los FC de cada combustible (Huella de Carbono de los municipios andaluces).	
Observaciones		

Nº 14	Nombre		
Sector		Sistemas de "Free-Cooling" en edificios y empresas municipales	
Promotor			
Descripción		<p>El free-cooling es el enfriamiento gratuito, que se basa en utilizar la capacidad de refrigeración del aire exterior para renovar y enfriar el aire interior de un local con lo que se consigue reducir el consumo de energía de los equipos de refrigeración.</p> <p>La medida propuesta consiste en comenzar la ventilación de los edificios que poseen unidades de tratamiento de aire sobre las 7 horas de forma que el aire exterior entre en el local enfriándolo sin activar el sistema de aire acondicionado y de esa forma limitar el consumo de energía de refrigeración durante las primeras horas de la mañana.</p> <p>El RITE exige que los subsistemas de ventilación tipo aire, de potencia nominal mayor que 70 kW en régimen de refrigeración, dispongan de un subsistema de enfriamiento gratuito por aire exterior.</p> <p>Los sistemas de enfriamiento gratuito además de ser un sistema económico, aumentan el caudal de aire exterior que repercute en una mejora de la calidad del aire interior.</p>	
Alcance		La medida se basa en su aplicación a un total de 10 edificios municipales	
Reducción de emisiones		64,60 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2018-2021	
Costes de ejecución estimados		150.000 €	
Estado a 2017		No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estimación realizada a partir de las memorias de ejecución proporcionadas por la ETSI de la Universidad de Sevilla		
Observaciones	Tras la evaluación de resultados, de cumplirse las previsiones, será necesario intervenir en la totalidad de edificios municipales.		

Nº 15	Nombre	
Sector		Cambio del sistema de agua caliente sanitaria por solar térmica en las instalaciones y edificios de TUSSAM
Promotor	TUSSAM	
Descripción	Se trata de instalar y optimizar las posibilidades de generación limpia de ACS en las instalaciones y edificios de TUSSAM.	
Alcance	Todas las instalaciones y edificios de TUSSAM	
Reducción de emisiones	7,8 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2016-2020	
Costes de ejecución estimados	75.000 €	
Estado a 2017		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Cálculo de las emisiones estimado a partir de los FC de aplicación para energía eléctrica. Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh.	
Observaciones		

Nº 16	Nombre	Realización de auditorías energéticas y aplicación del correspondiente Plan de mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA	
Sector			
Promotor	EMASESA		
Descripción	<p>La realización de auditorías energéticas permite conocer en detalle los equipos y estado de las instalaciones y proponer actuaciones para mejorar la eficiencia energética y obtener ahorros energéticos y económicos.</p> <p>Los principales objetivos son el conocimiento de la situación energética en el presente, inventariar los equipos e instalaciones, realizar mediciones de los parámetros eléctricos, térmicos y de confort, y analizar las opciones para optimizar la demanda de combustibles y energía eléctrica.</p> <p>El fin último es proponer mejoras conforme a los análisis realizados y llevar a cabo su evaluación técnica y económica.</p> <p>Cabe señalar que se han auditado 26 instalaciones de EMASESA hasta la fecha, pero sin embargo no están definidas las acciones de mejora que se van a implementar por lo que no es posible estimar el ahorro de energía.</p>		
Alcance	Instalaciones de EMASESA		
Reducción de emisiones	Pendiente de determinar		
Calendario de ejecución estimado	2018-2020		
Costes de ejecución estimados	Pendiente de determinar		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.</p> <p>Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios. IDEA y Agencia Andaluza de la Energía. Sevilla, 2011</p>		
Observaciones	<p>Se han auditado 26 instalaciones de EMASESA. En la siguiente fase, a realizar a partir de 2018, de implantarán las acciones de mejora derivadas de las auditorías.</p> <p>Aunque se asumen unas reducciones directas como consecuencia de la sola realización de la auditoría, no es posible determinarlas en este caso. En la siguiente revisión del PACES se fijará la reducción.</p>		

Nº 17	Nombre	
Sector		Gestión energética en EDAR (ISO 50001) de EMASESA
Promotor	EMASESA	
Descripción	<p>La medida se basa en un conjunto de acciones a aplicar en las EDAR para obtener el mayor rendimiento de la energía que demandan este tipo de instalaciones.</p> <p>La medida se aplica conforme a la Norma UNE-EN ISO 50001:2011 que establece los requisitos que debe poseer un Sistema de Gestión Energética, con el fin de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las organizaciones.</p> <p>La certificación de un sistema de gestión energética asegura el control y seguimiento sistemático de los aspectos energéticos y la mejora continua del desempeño energético. Ello contribuye a un uso de la energía más eficiente y más sostenible, otorgando confianza en el sistema de gestión.</p>	
Alcance	EDARs de EMASESA	
Reducción de emisiones	25,0 ton CO ₂ /año (mínimo estimado)	
Calendario de ejecución estimado	2017-2020	
Costes de ejecución estimados	125.000 € (mínimo estimado)	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Cálculo según proyecto de EMASESA. Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	
Observaciones	Actualmente la ISO 50001 está certificada en 3 EDARs. Para el resto de instalaciones de EMASESA está previsto hacerlo en 2018-2020.	

Nº 18	Nombre	Actuaciones de obra para mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA
Sector		
Promotor	EMASESA	
Descripción	Actuaciones de obra civil/electromecánica que suponen una mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA en sus diferentes instalaciones	
Alcance	Instalaciones de EMASESA	
Reducción de emisiones	71,1 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2016-2020	
Costes de ejecución estimados	150.000 € (mínimo estimado)	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Cálculo de las emisiones a partir del proyecto de EMASESA	
Observaciones	Aplicación de la Ordenanza Municipal para la Gestión de la Energía, el Cambio Climático y la Sostenibilidad de Sevilla	

Nº 19	Nombre	Implantación de un sistema de control energético en edificios de EMASESA
Sector		
Promotor	EMASESA	
Descripción	<p>Sistema de control centralizado en un edificio que gobierna la mayoría de las instalaciones principales del mismo. Este tipo de sistemas se basan en aplicaciones informáticas que controlan y programan el funcionamiento de las diferentes instalaciones de los edificios. Los principales controles se refieren a climatización, ventilación o Iluminación.</p> <p>Estos sistemas incorporan sondas de medición de los parámetros a controlar y permiten regular el nivel y horario de funcionamiento de los sistemas según los parámetros de consigna introducidos, logrando un importante ahorro energético al reducir y controlar los consumos.</p>	
Alcance	Todos los edificios e instalaciones de EMASESA	
Reducción de emisiones	75,8 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2016-2020	
Costes de ejecución estimados	45.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Cálculo de las emisiones estimado a partir de los FC de aplicación para energía eléctrica.</p> <p>Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO₂; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO₂/MWh.</p>	
Observaciones	Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios. IDEA y Agencia Andaluza de la Energía. Sevilla, 2011	

Nº 20	Nombre	Renovación del sistema de climatización de las oficinas de TUSSAM de Avenida de Andalucía
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	Desarrollo e implantación de un plan de acciones de ahorro y eficiencia energética en las oficinas, cocheras y talleres de TUSSAM, con la incorporación de alumbrado más eficiente, mejora en la climatización y en el aislamiento.	
Alcance	Oficinas de TUSSAM en Avenida de Andalucía	
Reducción de emisiones	114,13 t CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	120.000 €	
Estado a 2017	Por iniciarse	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Dato aportado por TUSSAM</p> <p>Cálculo de las emisiones estimado a partir de los FC de aplicación para energía eléctrica.</p> <p>Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO₂; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO₂ /MWh.</p> <p>Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.</p>	
Observaciones		

EDIFICIOS Y EQUIPAMIENTO/INSTALACIONES DEL SECTOR Terciario

Nº 21	Nombre	Instalación de sistemas de gestión energética en espacios comerciales
Sector		
Promotor	DG Economía y Comercio	
Descripción	<p>La instalación de sistemas de gestión energética se dirige a implantar un conjunto de acciones para obtener el mayor rendimiento posible de la energía consumida en edificios comerciales.</p> <p>Se trata de conocer y controlar los consumos energéticos de todas las unidades de consumo del municipio, para la utilización de los recursos energéticos de manera optimizada y ahorrando sin que por ello se mermen las prestaciones de los distintos servicios prestados.</p> <p>A partir de esta información se podrán desarrollar acciones de información/concienciación para los empresarios destinadas a que implementen medidas de ahorro y eficiencia energética.</p>	
Alcance	Espacios comerciales de Sevilla	
Reducción de emisiones	250,0 t CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	75.000 €	
Estado a 2017	No iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	
Observaciones		

EDIFICIOS RESIDENCIALES

Nº 22	Nombre	
Sector		Instalación de energía solar térmica en viviendas promovidas por el Ayuntamiento
Promotor		EMVISESA
Descripción	A través de esta medida se implantarán paneles solares para energía solar térmica en las Viviendas de Protección Oficial (VPO) promovidas por el Consistorio. En concreto, el alcance del proyecto es la colocación de 12.576 m ² paneles totales, completamente instalados y en funcionamiento para un total de 4.272 viviendas.	
Alcance	Viviendas EMVISESA	
Reducción de emisiones	6.999,5 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2010-2020	
Costes de ejecución estimados	12.816.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Cálculo de las emisiones estimado a partir de los FC de aplicación para energía eléctrica. Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh. Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 23	Nombre	Implantación de técnicas arquitectónicas bioclimáticas	
Sector			
Promotor	EMVISESA		
Descripción	A través de la implantación de técnicas arquitectónicas bioclimáticas en el diseño y posterior construcción de viviendas se consigue mejorar la eficiencia energética de los edificios notablemente (mayor aislamiento acústico y térmico, mayor aprovechamiento de la luz natural, etc.)		
Alcance	Viviendas EMVISESA		
Reducción de emisiones	101.038,6 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2015-2020		
Costes de ejecución estimados	7.120.000 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	El consumo eléctrico total residencial es de 1.272.527 MWh, lo que supone un total de emisiones de CO ₂ de 505.193 toneladas. Con esta medida se ha estimado un ahorro del 20%, por tanto 101.038,6 t CO ₂ totales evitadas.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 24	Nombre	Promoción de acciones para la rehabilitación energética de viviendas
Sector		
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad/GMU	
Descripción	<p>Las actuaciones para la rehabilitación energética de viviendas son de distintos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejora de la eficiencia energética de la envolvente térmica. - Mejora de la eficiencia energética de las instalaciones térmicas y de iluminación. - Introducción de energías renovables o sustitución de calderas y combustibles por otros más eficientes y menos contaminantes. <p>Las actuaciones descritas se dirigen a mejorar la calificación energética en la escala de emisiones de dióxido de carbono (kg CO₂/m² año), con respecto a la calificación energética inicial del edificio.</p> <p>Esta mejora de su calificación energética puede obtenerse mediante la realización de una sola actuación o una combinación de varias.</p> <p>La medida propone iniciativas de información/concienciación en viviendas aisladas y en comunidades de vecinos para que emprendan estas actuaciones.</p>	
Alcance	Parque de viviendas de Sevilla	
Reducción de emisiones	87.723 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2030	
Costes de ejecución estimados	250.000 €	
Estado a 2017	No iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Plan de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía 2016-2020	
Observaciones	Las acciones deberán contener además toda la información respecto a incentivos económicos para las mejoras, subvenciones, etc. y deberán abarcar a toda la ciudad.	

Nº 25	Nombre	
Sector		Concienciación para la renovación de electrodomésticos
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	<p>Se propone la realización de programas de educación ambiental para la adhesión a una línea de ayudas e incentivos destinados a sustituir electrodomésticos de las viviendas antiguos (etiquetado C o inferior) por otros de clase A+ o superior para lograr un importante ahorro energético y de reducción de las emisiones de CO₂.</p> <p>El objetivo es conseguir una reducción importante de las emisiones de CO₂ por la renovación de aparatos muy ineficientes desde el punto de vista del consumo energético.</p>	
Alcance	Aplicación al 15 % de electrodomésticos de viviendas (frigoríficos, lavadoras y lavavajillas)	
Reducción de emisiones	9.707 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	25.000€	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Plan de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía 2016-2020 Ver Anexo 2.	
Observaciones		

ALUMBRADO PÚBLICO

Nº 26	Nombre	Sustitución luminarias sin reflector por otras con reflector y de menor potencia
Sector		
Promotor		Gerencia Municipal de Urbanismo
Descripción		Sustitución luminarias sin reflector por otras con reflector y de menor potencia.
Alcance		Luminarias sin reflector
Reducción de emisiones		131,01 ton CO ₂ /año
Calendario de ejecución estimado		2010-2020
Costes de ejecución estimados		660.382 €
Estado a 2017		En proceso
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones		Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh
Observaciones		Continuación del anterior PACES 2016

Nº 27	Nombre	Sustitución lámparas mercurio por sodio de menor potencia
Sector		
Promotor	Gerencia Municipal de Urbanismo	
Descripción	Reducción consumo de energía eléctrica por sustitución de las lámparas de vapor de mercurio por lámparas de vapor de sodio con menor potencia y rendimiento lumínico suficiente	
Alcance	Lámparas de vapor de mercurio	
Reducción de emisiones	361,55 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2010-2020	
Costes de ejecución estimados	525.347 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 28	Nombre	Sustitución luminarias abiertas para evitar disminución de rendimiento por suciedad
Sector		
Promotor	Gerencia Municipal de Urbanismo	
Descripción	Reducción consumo de energía eléctrica por sustitución de las luminarias abiertas, para así evitar la reducción del rendimiento lumínico causada por la suciedad provocada por la contaminación atmosférica.	
Alcance	Luminarias abiertas	
Reducción de emisiones	101,91 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2010-2020	
Costes de ejecución estimados	657.685 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 29	Nombre		
Sector		Sustitución de farolas de diseño tradicional	
Promotor	Gerencia Municipal de Urbanismo		
Descripción	Reducción consumo de energía eléctrica por sustitución de los faroles de diseño tradicional, de cuatro caras transparentes o translúcidas, con bajo rendimiento lumínico y alto grado de contaminación lumínica, por otros más eficientes.		
Alcance	Lámparas de diseño tradicional		
Reducción de emisiones	56,25 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2010-2020		
Costes de ejecución estimados	254.346 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 30	Nombre	
Sector		Colocación de reguladores de tensión en cabeceras
Promotor	Gerencia Municipal de Urbanismo	
Descripción	Reducción consumo de energía eléctrica por introducción de reguladores de tensión en las cabeceras de la instalación.	
Alcance	Instalaciones de alumbrado	
Reducción de emisiones	2.076,07 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2010-2020	
Costes de ejecución estimados	65.578 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 31	Nombre	
Sector		Centralización del control de alumbrado público
Promotor		Gerencia Municipal de Urbanismo
Descripción		Reducción consumo de energía eléctrica mediante la centralización del control del alumbrado público.
Alcance		Alumbrado público
Reducción de emisiones		3.153,31 ton CO ₂ /año
Calendario de ejecución estimado		2010-2020
Costes de ejecución estimados		552.758 €
Estado a 2017		En proceso
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones		Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh
Observaciones		Continuación del anterior PACES 2016

Nº 32	Nombre	Sustitución de luminarias en todos los edificios de EMASESA
Sector		
Promotor	EMASESA	
Descripción	<p>La iluminación de edificios e instalaciones es uno de los consumos más elevados., estimándose que el porcentaje de iluminación respecto al consumo total de energía en edificios de la administración supone entre un 20 y un 40%. Por tanto, cualquier una medida como esta permitirá reducir este consumo y repercutirá en un descenso de las emisiones generadas por consumo eléctrico para iluminación.</p> <p>La medida consiste en a sustitución de lámparas, luminarias y equipos auxiliares con una mayor eficiencia energética en todos los edificios de EMASESA.</p>	
Alcance	Aplicación a todos los edificios titularidad de EMASESA	
Reducción de emisiones	13,9 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2015-2018	
Costes de ejecución estimados	55.282 €	
Estado a 2017	2015-2020	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios. IDEA y Agencia Andaluza de la Energía. Sevilla, 2011	
Observaciones		

Nº 33	Nombre	Sustitución de la iluminación de los patios de las instalaciones de LIPASAM por LED
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	<p>La iluminación de los patios de las instalaciones de LIPASAM por LED permite utilizar tecnologías eficientes, proporcionando valores altos de iluminación por vatio consumido. La degradación de los LED es gradual a lo largo de su vida. Se considera que es a las 50.000 horas, cuando su flujo decae por debajo del 70% de la inicial, lo que significa aproximadamente 6 años en una aplicación de 24 horas diarias 365 días/año. Esto permite una reducción enorme de costes de mantenimiento.</p> <p>Esta medida tiene un potencial de ahorro económico muy elevado, pero también respecto a la reducción de las emisiones que, en función del edificio, puede superar el 30% del total de las emisiones.</p>	
Alcance	Iluminación de los patios de las instalaciones de LIPASAM	
Reducción de emisiones	43,7 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	100.000 €	
Estado a 2017	No iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Guía de ahorro y eficiencia energética en municipios. IDEA y Agencia Andaluza de la Energía. Sevilla, 2011	
Observaciones		

Nº 34	Nombre	Adhesión al Programa <i>GreenLight</i> de la Comisión Europea
Sector		
Promotor	DG Economía y Comercio	
Descripción	<p>El Programa GreenLight de la Comisión Europea es de carácter voluntario y tiene como objetivo reducir el consumo en iluminación interior en el sector de edificios no residencial (público y privado) y en alumbrado público. De esta forma se trata de reducir el nivel de contaminación y limitar el calentamiento global.</p> <p>Las empresas y organizaciones adheridas a este programa se comprometen a mejorar la iluminación de sus edificios instalando la tecnología de iluminación más eficiente energéticamente disponible en el mercado, llegando a resultados de entre un 30 % y un 50 % de ahorro de electricidad. Estas empresas reciben el reconocimiento de la Comisión Europea mediante un distintivo que podrán exponer en los edificios.</p>	
Alcance	Aplicación a 20 supermercados, 3 hipermercados y 10 edificios de oficinas	
Reducción de emisiones	1.346 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	25.000 €	
Estado a 2017	No iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Ver Anexo 2	
Observaciones	Plan de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía 2016-2020	

INDUSTRIA

No hay previstas medidas en el campo Industria en el presente PACES 2017.

TRANSPORTE

Nº 35	Nombre	
Sector		Programa de concienciación para la renovación del parque de vehículos por incentivos
Promotor	Agencia de la Energía y la Sostenibilidad de Sevilla	
Descripción	Programa de información y concienciación para la adhesión a los incentivos para la adquisición de vehículos eficientes existentes a nivel nacional, con la finalidad de sustitución de vehículos antiguos.	
Alcance	Parque móvil de la ciudad	
Reducción de emisiones	154.221 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2010-2030	
Costes de ejecución estimados	90.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Se estima que para el periodo 2014 -2030 se podrían sustituir un 50% del total de vehículos de la ciudad (censo 2007). De los 495.000 vehículos censados, se podrían acoger 247.500, que supondrían una reducción de emisiones de un 25% por cada uno de ellos (la emisión se sitúa en 250 g/km). Por lo tanto, aplicando el expresado porcentaje a las emisiones debidas a turismos en el Inventario de Emisiones (616.886 en 2012), obtenemos 154.221,5 toneladas de CO ₂ eq.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 La inversión corresponde a la AGE. Esta medida promueve la información y concienciación ciudadana para la renovación de los vehículos menos eficientes.	

Nº 36	Nombre	Adaptación de edificios para acoger infraestructuras de puntos de recarga para vehículos eléctricos	
Sector			
Promotor	Gerencia Municipal de Urbanismo		
Descripción	Implantación de sistemas de recarga para VE domiciliarios. Se trata de favorecer la disposición de los puntos de recarga en la ciudad.		
Alcance	Parque móvil de la ciudad		
Reducción de emisiones	41.597,6 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2018-2022		
Costes de ejecución estimados	250.000€		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Se estima que esta medida podría promocionar el uso del vehículo eléctrico, contribuyendo a una reducción de emisiones de un 5% respecto al total determinado para el año de referencia inicial 2005. Con ello, podríamos alcanzar una reducción de 41.597,6 t de CO ₂ eq.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 La estimación económica cubriría una parte de los costes para la colocación de los puntos de recarga.		

Nº 37	Nombre	Utilización de vehículos eléctricos en la flota de vehículos de LIPASAM
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	Renovación de la flota de LIPASAM con la adquisición de vehículos eléctricos más eficientes en el consumo de energía y con menor impacto de emisiones de CO ₂ asociado. El proyecto engloba la compra de 4 vehículos multiusos eléctricos y 50 motocarros eléctricos.	
Alcance	La medida se basa en su aplicación a toda la flota de vehículos de LIPASAM	
Reducción de emisiones	85 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2013-2020	
Costes de ejecución estimados	900.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 38	Nombre	Ampliación de la red de carriles reservados para autobús en distintas zonas de la ciudad	
Sector			
Promotor		MOVILIDAD-TUSSAM	
Descripción		Ampliación de la red de carril bus a: Ronda de Triana, López de Gomara, Virgen de Luján, Avda. Monte Sierra, Ronda del Tamarguillo, Avda. de la Borbolla, Avda. Ramón y Cajal, Avda. Bueno Monreal, Paseo de las Delicias, Avda. Eduardo Dato, y Avda. de Andalucía.	
Alcance		Aplicación a distintas zonas de la ciudad	
Reducción de emisiones		380,4 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2008-2020	
Costes de ejecución estimados		400.000 €/año	
Estado a 2017		En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 39	Nombre	Ampliación del recorrido del tranvía desde San Bernardo hasta la Estación de ferrocarriles de Santa Justa
Sector		
Promotor	MOVILIDAD-TUSSAM	
Descripción	Ampliación del recorrido del tranvía desde la zona de San Bernardo hasta la Estación ferrocarriles de Santa Justa. El presupuesto incluye la realización del proyecto y ejecución de la obra (27 millones de €) y la adquisición de 5 unidades tranviarias. Este proyecto fomenta la intermodalidad entre diversos medios transporte públicos/modos autónomos (bus, tranvía, bicicleta, tren).	
Alcance	Aplicación a la zona reseñada en el título de la medida	
Reducción de emisiones	3.415,4 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2017-2022	
Costes de ejecución estimados	42.000.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de conversión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 40	Nombre	Implantación de zonas de bajas emisiones	
Sector			
Promotor		MOVILIDAD	
Descripción		Implantación en la ciudad de zonas de bajas emisiones contaminantes, con restricción a la circulación (solo para vehículos ecológicamente eficientes), en base al Plan de Calidad del aire municipal (en fase de elaboración en 2018).	
Alcance		Zonas por determinar	
Reducción de emisiones		17.730 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2018-2020	
Costes de ejecución estimados		250.000€	
Estado a 2017		En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Se estima que esta medida afectaría al 10% de desplazamientos de vehículos en Sevilla (47.302 desplazamientos diarios). Por lo tanto, tendríamos 47.302 x 0,25 kg de CO ₂ x 5 km = 59,1 t eq, que aplicado a 300 días al año supondría 17.730 t de CO ₂ eq.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 41	Nombre	Programa para compartir coche
Sector		
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	Iniciativa compartecoché, a través de la cual se ofrecerá un servicio web municipal para que usuarios de vehículos privados los compartan para minimizar gastos y ahorrar combustible.	
Alcance	5% de los desplazamientos diarios en la ciudad	
Reducción de emisiones	108 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	35.000€	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Se estima que el programa reduce en un 5% los desplazamientos diarios de vehículos particulares (23.651). El ahorro estimado es 23.651 desplazamientos x 0,05 x 0,25 kg de CO ₂ x 365 días = 108 toneladas al año.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 La medida se viene a añadir a otras iniciativas existentes en la misma línea	

Nº 42	Nombre	Cursos de Conducción eficiente para taxis y vehículos industriales
Sector		
Promotor	MOVILIDAD/Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	Elaboración de cursos de conducción eficientes destinados a conductores de taxis y vehículos industriales, a fin de conseguir hábitos de conducción tendentes al ahorro de combustible.	
Alcance	Taxis y vehículos de transporte de mercancías	
Reducción de emisiones	618,5 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2015-2020	
Costes de ejecución estimados	56.000€	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión: 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Se estima del total de 495.000 vehículos que en 2007 conformaban el parque de vehículos de la ciudad que el 5% de ellos son taxis o vehículos comerciales (24.750). Se considera que el 5% de conductores de estos vehículos (1.237) asistirá a algún tipo de conducción eficiente con una reducción del 20% de combustible. Para un kilometraje anual medio de 10.000 km, el ahorro de combustible es del 20% de: 1.237x10.000 km x 0,25kg = 3.092,5 toneladas, el 20% supone un ahorro de 618,5 toneladas año.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 43	Nombre	Adquisición de vehículos ecológicamente eficientes para el parque móvil municipal	
Sector			
Promotor		Parque Móvil municipal	
Descripción		Renovación del 50% de la flota municipal de vehículos con la adquisición de vehículos ecológicamente más eficientes en el consumo de energía y con menor impacto de emisiones de CO2 asociado.	
Alcance		Vehículos municipales	
Reducción de emisiones		633 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2018-2022	
Costes de ejecución estimados		1.969.800	
Estado a 2017		En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Partiendo de los datos de gastos de combustible (383.848 litros de gasoil, y 116.580 litros de gasolina), producen $(383.848 \times 2,6 \text{ kg CO}_2 / \text{L}) + (116.580 \times 2,3 \text{ kg CO}_2 / \text{L})$, en total las emisiones son 1.266.139 kg de CO ₂ . La medida estima ahorrar un total del 50% de dichas emisiones con la renovación de la flota, es decir, 633 toneladas cada año.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 44	Nombre	Implantación de Sistema de Conducción eficiente en la flota de TUSSAM
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	<p>Se va a implantar un Sistema de Conducción Eficiente en toda la flota de TUSSAM (385 autobuses). El sistema incluye la instalación en todos los autobuses de la flota de equipos que captan los datos necesarios sobre la conducción del vehículo y sobre la identidad del conductor, almacenándolos y permitiendo el análisis posterior del modo de conducción. Durante la conducción por medio de una pantalla se va mostrando al conductor si su conducción es óptima. Se incluye la formación en la conducción eficiente y segura a los 1200 conductores y mandos intermedios de TUSSAM y el seguimiento de todos los conductores, analizando su modo de conducción y fomentando con seguimientos personalizados que la conducción sea eficiente y segura. Se espera una reducción media anual de un 8 % en el consumo de combustible de la flota.</p>	
Alcance	Toda la flota de vehículos de TUSSAM	
Reducción de emisiones	2.200 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2016-2022	
Costes de ejecución estimados	2.350.000 €	
Estado a 2017	En desarrollo	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Se considera que con la implantación del sistema de conducción eficiente se van a conseguir ahorros medios en el consumo de carburante del 8 % en toda la flota de TUSSAM (385 autobuses), esto supone una reducción de emisiones de 2200 t CO₂/año. Factor emisión por Mwh: 0,397 t CO₂/Mwh</p>	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 45	Nombre		
Sector		Ampliación de la Estación de carga de GNC para permitir el repostado de 300 autobuses durante la noche	
Promotor		TUSSAM	
Descripción		La ampliación de la estación de carga de GNC va a permitir incrementar la flota de autobuses de GNC en 100 vehículos adicionales. Del ahorro de emisiones de CO ₂ que se consiguen con estos 100 vehículos se le atribuye un 10 % a la propia estación de carga de GNC y un 90 % al autobús.	
Alcance		Toda la flota de vehículos de TUSSAM	
Reducción de emisiones		97 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2016-2020	
Costes de ejecución estimados		1.400.000 €	
Estado a 2017		En desarrollo	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	La ampliación de la estación de carga de GNC permitirá pasar de una capacidad de repostaje de 200 autobuses/noche a una capacidad de 300 autobuses/noche. Se estima que del ahorro de emisiones de CO ₂ generado por los 100 autobuses adicionales un 10 % se le asigna a la estación de carga de GNC y el 90 % a los vehículos. El ahorro total de emisiones de CO ₂ de 100 autobuses de GNC es de 97 t CO ₂ /año, por lo que se estima que la reducción provocada por la estación de carga de GNC es de 9,7 T CO ₂ /año. Factor emisión por Mwh: 0,397 t CO ₂ /Mwh		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 46	Nombre	Campaña de información sobre una correcta comprobación de la presión de los neumáticos
Sector		
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad	
Descripción	El principal objetivo es incidir sobre los conductores acerca de la importancia de hacer que tiene realizar un correcto mantenimiento de los neumáticos de cara a disminuir el consumo de combustible (y el ahorro) y, por tanto, las emisiones de CO ₂ . Pero además el beneficio es doble, puesto que este mantenimiento resulta fundamental para evitar los accidentes de tráfico.	
Alcance	Aplicación de campañas con la intención de llegar al 40% del parque de vehículos (turismos y ligeros) de Sevilla.	
Reducción de emisiones	9.053 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2019-2022	
Costes de ejecución estimados	56.000€	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía. IDEA Ver Anexo 2.	
Observaciones		

Nº 47	Nombre	Ampliación de la flota de autobuses de Gas Natural Comprimido (GNC) en 93 unidades
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	<p>Proyecto de ampliación de la flota de autobuses públicos de GNC en 93 unidades.</p> <p>Se trata de una alternativa a los combustibles tradicionales en las flotas de autobuses urbanos. Es una medida ya implantada en Sevilla y que, gracias a los resultados obtenidos, se prevé incrementar el número de autobuses con este combustible, el GNC.</p> <p>Se trata de un combustible clave para frenar el proceso de cambio climático gracias a la reducción de las emisiones de CO₂. No obstante, también presenta mejoras en otros contaminantes graves para la salud, como son las partículas y los NOx. Más allá de las ventajas medioambientales, el gas natural es además un combustible muy competitivo desde el punto de vista económico.</p>	
Alcance	Aplicación de campañas con la intención de llegar al 40% del parque de vehículos (turismos y ligeros) de Sevilla.	
Reducción de emisiones	90,2 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2017-2020	
Costes de ejecución estimados	26.135.000 €	
Estado a 2017	Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	FE transporte.	
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	

Nº 48	Nombre	Puesta en marcha de nuevas líneas BRT: Sevilla Este-Centro Histórico	
Sector			
Promotor	MOVILIDAD		
Descripción	<p>Está prevista la puesta en servicio de dos líneas BRT (Bus de Tránsito Rápido) entre los barrios de Sevilla Este con el centro histórico. Estas líneas contarán en gran parte de su recorrido con plataforma exclusiva y separada del resto del viario y con paradas elevadas para facilitar el acceso rápido al autobús. Se estudiará que en las paradas de mayor uso se construya un cerramiento y un sistema de prepago en la propia parada. Se procurará que la mayor parte del recorrido discorra por el centro de la calzada para evitar interferencias con el tráfico en las intersecciones laterales. Se considera la construcción de cuatro kilómetros de plataforma exclusiva.</p>		
Alcance	<p>Falta definir el número de autobuses. Suponiendo que se prevean 10 autobuses en línea y con el mismo número de km y consumo de combustibles, el ahorro de combustible achacable a esta línea sería de 36,450 litros/año; es decir 363,05 MWh/año.</p>		
Reducción de emisiones	144,15 ton CO ₂ / año		
Calendario de ejecución estimado	2017-2020		
Costes de ejecución estimados	13.067.400 €		
Estado a 2017	Iniciada		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía. FE transporte		
Observaciones			

Nº 49	Nombre	Incorporación de Sistema de Gestión de flota de vehículos de LIPASAM
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	<p>El objetivo es gestionar las de flotas de vehículos de LIPASAM para mejorar la eficiencia y reducir viajes innecesarios, y por tanto evitando emisiones a la atmósfera, a la vez que se perfecciona la eficacia en el control de rutas, y se reduce el consumo del combustible.</p> <p>Los sistemas de gestión son esenciales para alcanzar la excelencia operacional dentro de una empresa de transporte y, además, disminuyen gastos innecesarios.</p>	
Alcance	Flota de vehículos de LIPASAM	
Reducción de emisiones	103 ton CO ₂ / año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2019	
Costes de ejecución estimados	52.000 €	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato aportado por LIPASAM	
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	

Nº 50	Nombre	
Sector		Utilización de vehículos eléctricos en la flota de vehículos de supervisión de LIPASAM
Promotor	LIPASAM	
Descripción	La medida se basa en su aplicación a motocarros y vehículos multiusos de la flota de LIPASAM	
Alcance	Flota de vehículos de supervisión de LIPASAM	
Reducción de emisiones	16 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	250.000€	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	FE transporte	
Observaciones	0 €	

PRODUCCIÓN LOCAL DE ELECTRICIDAD

Nº 51	Nombre	Implantación de una planta solar fotovoltaica de 1 MW en la cubierta de los talleres y oficinas de TUSSAM
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	Implantación de una planta solar fotovoltaica de 1 MW en las cubiertas de los talleres y oficinas de TUSSAM. Ello permitirá alquilar la cubierta a una empresa especializada del sector energético. Por este motivo no supone una inversión para TUSSAM. Se estima que debido a la inexistencia de primas de productor de régimen especial hasta el año 2018 no se alcanzará la viabilidad económica del proyecto.	
Alcance	Aparcamiento de Autobuses de TUSSAM	
Reducción de emisiones	617,3 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	3.000.000 €	
Estado a 2017	Por iniciar	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Factor de emisión por MWh: 0,397 t CO ₂ /MWh.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 52	Nombre	Construcción de una planta de biomasa leñosa con restos de podas y talas (1 MW de potencia térmica)
Sector		
Promotor	Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad/Parques y Jardines	
Descripción	Se trata de aprovechar los restos de tala y poda de parques y jardines, públicos y privados, para la producción de electricidad y vapor (gasificación de la biomasa), que se vincularía a edificios públicos o bien a bancos de energía	
Alcance	Todos los espacios verdes de la ciudad	
Reducción de emisiones	9.500 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	4.500.000€	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	
Observaciones	El proyecto está en el marco de iniciativas I+D de la Junta de Andalucía, inicialmente impulsado por EMASESA desde el Ayuntamiento de Sevilla.	

Nº 53	Nombre	Planta Solar de 100 kw para autoconsumo
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	Planta Solar en las cocheras del Metrocentro, de 100 kw para autoconsumo	
Alcance	Cocheras de Metrocentro	
Reducción de emisiones	67,5 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2019-2020	
Costes de ejecución estimados	400.000 €	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	
Observaciones		

PRODUCCIÓN LOCAL DE CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN

Nº 54	Nombre	
Sector		Implantación de nuevas instalaciones privadas de energía solar, fomentadas por bonificaciones
Promotor	Agencia de la Energía y la Sostenibilidad de Sevilla	
Descripción	Implantación en el municipio de captadores solares térmicos a través del establecimiento de incentivos a su implantación, subvenciones autonómicas y bonificaciones en el impuesto de bienes inmuebles.	
Alcance		
Reducción de emisiones	3.779,28 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2005-2020	
Costes de ejecución estimados	12.000€	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	En el periodo 2007-2012 se ha instalado una media anual de captadores solares térmicos de 3.812,66 m ² . Estimándose un incremento del 10% sobre la citada media anual en el periodo 2013-2020, se considera una previsión de un total de 59.912 m ² de placas instaladas para 2020, con un ahorro de 0,5 t de CO ₂ por cada 2 m ² . En total (14 años) supone un ahorro de 26.455 t de CO ₂ eq. Por lo que se aplica al año 3.779,28 t.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 La estimación de costes se realiza sobre las necesidades del servicio para la certificación energética prevista en la OM de gestión de la energía, el cambio climático y la sostenibilidad de Sevilla.	

Nº 55	Nombre	Captadores solares térmicos de ACS parques auxiliares
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	<p>El objetivo es calentar agua captando la máxima radiación solar. La energía solar térmica está demostrando ser el sistema para producción de agua caliente más económico y ecológico de entre todos los existentes en la actualidad. El principal beneficio es la reducción de emisiones de CO₂.</p> <p>La producción de agua caliente sanitaria (ACS) es la principal aplicación de la energía solar térmica, debido a las bajas temperaturas de preparación y a la homogeneidad de su consumo a lo largo del año.</p> <p>El Código Técnico de la Edificación exige que en las nuevas edificaciones y en la rehabilitación de las existentes haya una contribución mínima de la energía solar para cubrir las necesidades energéticas de ACS</p>	
Alcance	Energía solar térmica en todos los parques auxiliares de LIPASAM	
Reducción de emisiones	68,3 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	95.000 €	
Estado a 2017	No iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato aportado por LIPASAM	
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	

OTROS

Nº 56	Nombre		
Sector		Programas de Educación Ambiental	
Promotor	Corporación de Empresas Municipales		
Descripción	Programas con material de difusión y sensibilización en materia de ahorro energético y desarrollo sostenible. Se estima una asistencia de 8250 personas por año.		
Alcance			
Reducción de emisiones	411,15 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2015-2020		
Costes de ejecución estimados	75.000€		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Se estima que cada persona asistente a los programas puede contribuir con una reducción de 0,05 ton al año.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 57	Nombre	
Sector		Aumento de la recogida lateral de residuos
Promotor	LIPASAM	
Descripción	Sustituir los recorridos de recogida de residuos sólidos urbanos de carga trasera por carga lateral. El ahorro energético se produce debido a que recoger una tonelada de residuos con carga lateral ahorra un 12% de combustible frente a la recogida de carga trasera.	
Alcance	La medida se basa en su aplicación a todo el municipio de Sevilla	
Reducción de emisiones	687,9 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2014-2020	
Costes de ejecución estimados	5.920.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Determinación de ahorros en base al cambio de sistema de recogida. FE de combustibles.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 58	Nombre	
Sector		Recuperación y aprovechamiento de biogás de vertedero
Promotor	LIPASAM	
Descripción	Recuperación del biogás producido en el vertedero Cónica Montemarta para generación de electricidad. La ciudad de Sevilla aporta el 50% de los residuos.	
Alcance	Planta de tratamiento de residuos mancomunada	
Reducción de emisiones	9.008 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2012-2020	
Costes de ejecución estimados	- €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Determinación en base al ahorro inducido por el aprovechamiento del biogás.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 No aparece la estimación de costes ya que se trata de una gestión mancomunada.	

Nº 59	Nombre		
Sector		Implantación de recogida contenerizada de aceite doméstico	
Promotor		LIPASAM	
Descripción		Realizar la recogida del aceite doméstico adaptándola a la nueva Ordenanza Municipal, para entregarlos a un gestor autorizado para su valorización.	
Alcance		Todos los productores de aceite doméstico	
Reducción de emisiones		105,9 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado		2018-2022	
Costes de ejecución estimados		180.000 €	
Estado a 2017		En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Determinación según el proyecto específico de LIPASAM		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 (ha sido revisada la reducción de emisiones)		

Nº 60	Nombre		
Sector		Compostaje doméstico o comunitario	
Promotor	LIPASAM		
Descripción	Se trata de la separación en origen del biorresiduo o fracción orgánica de los residuos urbanos (FORU) para su reciclado in situ, mediante compostaje doméstico o comunitario. La medida va destinada a familias, colegios o comunidades de vecinos, en ámbitos semiurbanos y urbanos. La implementación de la medida conlleva la distribución de compostadoras entre la población objetivo, así como una campaña de concienciación/formación entre los hogares y comunidades implicados		
Alcance	Toda la población de Sevilla		
Reducción de emisiones	461,71 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2018-2022		
Costes de ejecución estimados	651.000 €		
Estado a 2017	No iniciada		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Inversión: 250 euros (por cada t de biorresiduo con destino a compostaje doméstico comunitario. Incluye coste compostadoras y campaña de formación/sensibilización. Por cada compostadora instalada en una vivienda se produce una mitigación de 172 kg de CO ₂ /año. Según datos del SIMA, existen 268.435 hogares en Sevilla. La medida está destinada al 1% de los hogares. Por tanto: $268.435 \times 0,01 \times 172 = 461,71$ t de CO ₂ evitadas al año. La reducción en el consumo de energía se calcula de la siguiente manera: según datos del documento "Hoja de Ruta de los sectores difusos 2020" se produce una reducción de 5,81 kWh/año por cada compostadora. Entonces: $5,81 \times 268.435 \times 0,01 = 15.596$ kWh/año por cada compostadora.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 (revisada)		

Nº 61	Nombre	
Sector		Plantación arbolado con criterios de sumidero de CO2
Promotor	Parques y Jardines	
Descripción	Plantación de arbolado en viario y espacios verdes de la ciudad, con criterios de mayor captación de CO2. Y fomento para el establecimiento de estos criterios en nuevos diseños de jardinería vertical y azoteas verdes.	
Alcance	Espacios verdes	
Reducción de emisiones	19.000 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2022	
Costes de ejecución estimados	1.800.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Las capacidades de absorción de CO2 por los árboles dependen de cada especie, de los suelos, o del ciclo de vida de cada individuo, entre otros factores. La medida pretende aumentar la capacidad de sumidero anual de la ciudad con sus árboles en la proporción estimada. Para ello será necesario atender a este criterio en la sustitución de arbolado y en nuevas siembras, especialmente en los espacios públicos urbanos y en la red de carreteras del entorno de la ciudad.	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 (modificada)	

Nº 62	Nombre	Identificación de espacios y proyección de zonas verdes en jardinería vertical en Sevilla	
Sector			
Promotor	Parques y Jardines		
Descripción	Inventario de escenarios en los que sea posible la colocación de estructuras y soportes para la dotación de espacios verdes siguiendo el nuevo concepto de jardinería vertical. Tras el inventario se trata de proyectar estos espacios mediante modelos, realizando al menos un proyecto de demostración para determinar la viabilidad de esta innovación. Ello permitiría aumentar la zona verde de la ciudad, con especies capaces de contribuir como sumideros de CO ₂ .		
Alcance	Toda la ciudad		
Reducción de emisiones	112,5 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2020-2030		
Costes de ejecución estimados	125.000 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Al tratarse de 15 hectáreas de jardinería vertical y considerando que se captan 7.500 kg de CO ₂ por hectárea, resulta un total de 112,5 t CO ₂ / año.		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016 (revisado)		

Nº 63	Nombre	Programas de educación y concienciación para fomentar el uso del Transporte Público en los colegios
Sector		
Promotor	TUSSAM	
Descripción	Se promocionará en centros educativos en el nivel de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO), campañas de concienciación dirigidas al alumnado para fomentar el uso del Transporte Público. Estas campañas pretenden que en su vida diaria adopten comportamientos que influyan en una mejor percepción del Transporte Público y en una mayor utilización, lo que se traducirá en una reducción futura del uso del vehículo privado y una reducción de emisiones de CO2. La campaña consiste en organizar durante todo el curso escolar visitas de alumnos de la ESO a nuestra sede en Avda de Andalucía, con exposición de las ventajas del Transporte Público, visita al Centro de Control, los Talleres, planta solar fotovoltaica, planta de repostado de GNC y resto de instalaciones. Haciendo hincapié en el reciclado de baterías, neumáticos, aceite de motor usado, líquido refrigerante y separación del resto de residuos según su clase.	
Alcance	Diversos centros educativos en el nivel de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO)	
Reducción de emisiones	27,5 tn CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2015-2020	
Costes de ejecución estimados	100.000 €	
Estado a 2017	En desarrollo	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Se considera que con el fomento del uso del transporte público se van a reducir 1,1 millones de Km/año en vehículo privado Factores de conversión: Emisión 0,25 kg CO ₂ / Km. 1 l gasoil = 2,68 kg CO ₂ ; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor emisión por Mwh: 0,397 t CO ₂ /Mwh	
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016	

Nº 64	Nombre		
Sector		Campañas publicitarias de fomento del uso del Transporte Público	
Promotor	TUSSAM		
Descripción	<p>Cada año se realizan por parte de TUSSAM entre 5 y 7 campañas publicitarias para fomentar el uso del transporte público y la reducción del uso del vehículo privado. Estas campañas pretenden que los ciudadanos de Sevilla en su vida diaria adopten comportamientos que influyan en una mejor percepción del Transporte Público y en una mayor utilización, lo que se traducirá en una reducción futura del uso del vehículo privado y una reducción de emisiones de CO₂. Las campañas son de diversa índole y hacen incapié tanto en el uso del autobús como del tranvía.</p>		
Alcance	Ciudadanía en general		
Reducción de emisiones	450 tn CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2015-2020		
Costes de ejecución estimados	2.000.000 €		
Estado a 2017	En desarrollo		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	<p>Se considera que con el fomento del uso del transporte público se van a reducir 1,8 millones de Km/año en vehículo privado Factores de conversión: Emisión 0,25 kg CO₂/ Km. 1 l gasoil = 2,68 kg CO₂; 1 l gasoil = 9,96 kWh. Factor emisión por Mwh: 0,397 t CO₂/Mwh</p>		
Observaciones	Continuación del anterior PACES 2016		

Nº 65	Nombre	Instalación de contenedores de vidrio inteligentes
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	<p>Aplicación de sistemas inteligentes a los contenedores de vidrio de la ciudad para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de su gestión, ya que el 65% de los contenedores destinados a los envases de cristal se vacían con muy pocos vidrios (cuando están únicamente a un 25% de llenado).</p> <p>Se trata de una medida basada en el proyecto <i>Life Ewas</i> que consiste en el uso de metodologías eficientes y sostenibles para la gestión de residuos mediante el uso de herramientas TIC que permiten reducir las emisiones contaminantes.</p> <p>La tecnología aplicada se basa en sensores láser instalados en su interior que transmiten en tiempo real la información de llenado (el nivel óptimo es que estén al 80% de su capacidad) a un software y una plataforma desarrollada por <i>Wellness Smart Cites & Solutions</i>. Esa información permite reajustar la frecuencia de las rutas de recogida y planificar mejor para reducir los costes económicos y ambientales. Las estimaciones del proyecto indican que la necesidad de recogida de vidrio con estos sensores se está reduciendo en un 66% en los contenedores, al pasar de 100 servicios anuales a 34, los camiones circulan 400 horas menos y las rutas de recogida pasan de hacerse tres de cada 12 días a uno de cada siete, con el ahorro en combustible y en ruidos que supone. En definitiva, su instalación implica menos rutas de camiones, menos gasto de combustible y menos contaminación en general.</p>	
Alcance	215 sensores en tres zonas de Sevilla: Santa Justa, Polígono San Pablo y Porvenir	
Reducción de emisiones	6,4 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2016-2018	
Costes de ejecución estimados	185.000 €	
Estado a 2017	Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato según proyecto específico de LIPASAM	
Observaciones	<p>Plan Director Territorial de Gestión de Residuos No Peligrosos de Andalucía 2010-2019</p> <p>Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía 2012-2020</p>	

Nº 66	Nombre	Recogida de biorresiduos en grandes generadores
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	Se trata de implantar, en los mercados, un sistema de recogida selectiva de biorresiduos (son desechos biodegradables que proceden de alimentos o restos vegetales) que posteriormente se trasladará al resto de la ciudad. El objetivo es dar un paso más en la diferenciación de los residuos y trasladarlos después a una planta de tratamiento para ser valorizados, mediante la elaboración de compostaje u otro tipo de aprovechamiento. Así, a los tradicionales contenedores de envases, vidrios y papel y cartón, se añade otro, de color marrón, específicamente para biorresiduos.	
Alcance	Mercados de abastos y otros grandes generadores	
Reducción de emisiones	548,1 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2017-2018	
Costes de ejecución estimados	515.250 €	
Estado a 2017	Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato según proyecto específico de LIPASAM	
Observaciones	Programa de Gestión y Prevención de los Residuos en Sevilla	

Nº 67	Nombre	Adaptación de recogida neumática a recogida separada de biorresiduo
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	En relación con la medida anterior (65), esta se concibe como una segunda fase, puesto que una vez puesta en marcha la recogida de biorresiduos en mercados de abastos, se continuará con la implantación del sistema, una vez valorados los resultados, ampliándola al resto de la zona norte de la ciudad, que cuenta con recogida neumática.	
Alcance	Ampliación progresiva a toda la ciudad	
Reducción de emisiones	887,4 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	185.109 €	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato según proyecto específico de LIPASAM	
Observaciones	Programa de Gestión y Prevención de los Residuos en Sevilla	

Nº 68	Nombre	Recogida selectiva de biorresiduo mediante contenedor de carga lateral
Sector		
Promotor	LIPASAM	
Descripción	<p>Del mismo modo que las medidas anteriores (65 y 66), esta medida guarda una estrecha relación y se ha definido como una evolución de estas medidas, siendo una tercera fase de consolidación.</p> <p>En definitiva, se trata de implantar el contenedor de carga lateral para recogida de biorresiduos de forma progresiva.</p> <p>Los contenedores de carga lateral se caracterizan por su gran capacidad y su particularidad reside en que para su vaciado se emplea un tipo de camión especial que maniobra colocándose paralelo al lado del contenedor, mientras que con unos sensores ópticos se detecta la posición y distancia a que se encuentra éste.</p>	
Alcance	Ampliación progresiva a toda la ciudad	
Reducción de emisiones	12.818 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	2.208.900 €	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato aportado por LIPASAM	
Observaciones	Programa de Gestión y Prevención de los Residuos en Sevilla	

BANCO DE IDEAS (iniciativas en estudio por las diferentes Áreas o Empresas Municipales) con previsión de aplicación en el ámbito temporal del PACES (2030):

Nº 01	Nombre	Instalación de aerogeneradores domésticos
Sector		
Promotor	EMVISESA	
Descripción	<p>La energía eólica también puede ser aprovechada a pequeña escala en las ciudades, a nivel doméstico. Los aerogeneradores domésticos pueden servir para obtener gran parte de la electricidad consumida en los hogares.</p> <p>Esta medida se basa en la instalación de aerogeneradores domésticos en los hogares de Andalucía con el fin de aprovechar el viento como energía renovable, a partir de la creación de una línea de ayudas y basada en una campaña previa de información que constituye la siguiente medida asociada.</p>	
Alcance	No se ha fijado	
Reducción de emisiones	-	
Calendario de ejecución estimado	-	
Costes de ejecución estimados	-	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Cuantificable una vez definido el alcance de la medida.	
Observaciones		

Nº 02	Nombre	
Sector		Instalación de placas fotovoltaicas y aerogenerador en EDAR
Promotor	EMASESA	
Descripción	Instalación de placas fotovoltaicas y aerogenerador en EDAR "El Ronquillo"	
Alcance	EDAR "El Ronquillo"	
Reducción de emisiones	-	
Calendario de ejecución estimado		
Costes de ejecución estimados	23.428,05 €	
Estado a 2017	Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato no aportado	
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	

Nº 03	Nombre	Instalación de minicentral hidroeléctrica en “El Gergal”
Sector		
Promotor	EMASESA	
Descripción		
Alcance	EDAR “El Gergal”	
Reducción de emisiones	Todavía no se ha realizado un dimensionamiento	
Calendario de ejecución estimado		
Costes de ejecución estimados	Todavía no presupuestado	
Estado a 2017	Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato no aportado	
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.	

Nº 04	Nombre		
Sector		Construcción de una planta de cogeneración para suministrar calefacción/refrigeración urbana	
Promotor	AESS		
Descripción	<p>La cogeneración es un sistema que permite producir electricidad y agua caliente a la vez, mejorando la eficiencia en términos de aprovechamiento de energía, reduciendo las emisiones de dióxido de carbono en comparación con las calderas de gasoil, y al mismo tiempo aumentando la producción propia.</p> <p>Se trata de generar energía a base de residuos, incluidos los residuos sólidos municipales y los residuos derivados de combustible, que constituyen una valiosa fuente de energía renovable.</p> <p>Una planta de energía a base de residuos, convierte los residuos en electricidad o calor para procesamiento industrial y para sistemas de calefacción urbana, un medio de recuperación de energía ecológicamente sólido y rentable. Las plantas de energía queman residuos a altas temperaturas y usan el calor para obtener vapor. A su vez, el vapor impulsa una turbina que produce electricidad.</p>		
Alcance	No determinado todavía		
Reducción de emisiones	Todavía no es posible estimar hasta definir alcance		
Calendario de ejecución estimado	-		
Costes de ejecución estimados	-		
Estado a 2017	No Iniciada		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Dato no cuantificable hasta determinar el alcance de la medida		
Observaciones	Estrategia Energética de Andalucía 2020. Plan de Acción 2016-2017. Junta de Andalucía.		

Nº 05	Nombre	Programa de Educación Ambiental en hogares	
Sector			
Promotor	Agencia de la Energía y la Sostenibilidad de Sevilla		
Descripción	<p>“Hogares Verdes” es un programa educativo dirigido a familias preocupadas por el impacto ambiental y social de sus decisiones y hábitos cotidianos. Con esta iniciativa se desea acompañarlas en el proceso de cambio hacia una gestión más responsable de su hogar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - promoviendo el autocontrol del consumo doméstico de agua y energía. - introduciendo medidas y comportamientos ahorradores. - ayudando a hacer una compra más ética y más ecológica. <p>El objetivo final de esta iniciativa es reducir las emisiones domésticas de CO2 en un 5,2 % en el plazo de dos años y disminuir entre un 6 y un 10% el consumo doméstico de agua. Se proporciona a cada participante (un total de 29) de la iniciativa un kit que consta de un perlizador, una alcachofa de ducha, un reloj de arena, una bombilla led y un multímetro.</p>		
Alcance	Familias que voluntariamente desean participar en el Programa		
Reducción de emisiones	194,3 ton CO ₂ /año		
Calendario de ejecución estimado	2018-2020		
Costes de ejecución estimados	25.000 €		
Estado a 2017	En proceso		
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Estimación de ahorro por familia de 6,7 ton al año		
Observaciones	<p>Continuación del anterior PACES 2016</p> <p>Se desarrollan además otras acciones de Educación Ambiental a diferentes niveles (formal y no formal).</p>		

Nº 06	Nombre	
Sector		Estudio y ensayos para el aprovechamiento y valorización de la naranja amarga en Sevilla
Promotor	Parques y Jardines	
Descripción	Se trata de realizar diferentes ensayos con estos residuos, una vez agotadas las posibilidades de su consideración como subproducto, para determinar su viabilidad como abono, combustible, o subproducto de procesos naturales o industriales que permitan una valorización de la naranja amarga en Sevilla.	
Alcance		
Reducción de emisiones	434,52 ton CO ₂ /año	
Calendario de ejecución estimado	2020	
Costes de ejecución estimados	200.000 €	
Estado a 2017	En proceso	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	Se retiran aproximadamente 4.303 t de naranjas amargas en Sevilla. Se estima que con la implantación de esta medida se evitaría el destino a vertedero del 50% del total. Por tanto, 2.151,1 t. Siendo el factor de emisión 202 kg de CO ₂ /t residuo, entonces $2.151,1 \times 0,202 = 434,52$ t CO ₂ /año se evitan.	
Observaciones	Contenida en PACES 2016 (revisado)	

Nº 07	Nombre	Programa de Sensibilización “Instalaciones y Procesos Verdes”
Sector		
Promotor	AESS	
Descripción	<p>La actuación consiste en diseñar e impartir un programa de visitas guiadas que permitan explorar los proyectos de sostenibilidad y “procesos verdes” más emblemáticos de la ciudad, haciendo llegar a los ciudadanos y otros colectivos la importancia de materializar medidas y actuaciones como las del presente PACES, así como otras relacionadas con la sostenibilidad.</p> <p>Cobrarán especial importancia aquellos lugares o instalaciones en donde se gestionan procesos medioambientales básicos como las plantas de tratamiento de residuos, de tratamiento de agua potable y de aguas residuales, u otras acciones de la propia AESS.</p>	
Alcance	Instalaciones Verdes y otras infraestructuras emblemáticas desde el punto de vista de la sostenibilidad	
Reducción de emisiones	No cuantificable	
Calendario de ejecución estimado	2018-2030	
Costes de ejecución estimados	No presupuestados	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	No cuantificable	
Observaciones	Estrategia Andaluza de Educación Ambiental. Junta de Andalucía, 2006.	

Nº 08	Nombre	Programa de visitas al edificio de la sede de EMVISESA (parque empresarial Arte Sacro)
Sector		
Promotor	EMVISESA	
Descripción	Esta medida se dirige a colectivos docentes y alumnado de distintos niveles y ámbitos (alumnado de secundaria, universitarios, master, FP especializada, etc.) al edificio de la Sede de EMVISESA con el fin de convertirlo en ejemplo arquitectónico de edificio basado en unos elevados parámetros de ahorro y eficiencia energética, y por tanto, una alta sostenibilidad al reducir buena parte de sus emisiones.	
Alcance	Alumnos de secundaria, universitarios y especializados (energías renovables, arquitectura, etc.)	
Reducción de emisiones	No cuantificable	
Calendario de ejecución estimado	2018-2020	
Costes de ejecución estimados	Pendiente de definición el programa de visitas	
Estado a 2017	No Iniciada	
Referencias para la estimación de la reducción de emisiones	No cuantificable	
Observaciones	Estrategia Andaluza de Educación Ambiental. Junta de Andalucía, 2006.	

5.3. Justificación del análisis cuantitativo

5.3.1. Reducción de emisiones

En este apartado se exponen los parámetros de cálculo, factores de conversión y sus fuentes, empleados en el análisis de la reducción de las emisiones que comporta cada medida.

Los parámetros de cálculo se expresan ordenados según las medidas, las cuales a su vez siguen la estructura del Plan de Acción: Edificios y equipamientos de instalaciones municipales, edificios del sector terciario, edificios residenciales, alumbrado público, transporte y movilidad, producción local de electricidad, producción local de calefacción refrigeración y otros (sensibilización, residuos, etc.).

Se indica para cada parámetro de cálculo, su denominación, el valor y la unidad y la fuente.

Edificios y equipamientos de instalaciones municipales

- Consumo energético medio de edificio de oficinas: 188,9 kWh/m²
Fuente: *Guía de auditorías Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid.*
- Distribución de consumos energéticos en edificio tipo de oficinas: Refrigeración (60%) – Calefacción (15%) – Electricidad (25%)
Fuente: *Acciona Eficiencia Energética. Experiencia Real en Edificios “Cero Emisiones”.*
- Factor de conversión de la electricidad: 0,308 ton CO₂/MWh (año 2016)
Fuente: *Oficina de Cambio Climático de Catalunya.*
- Emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de refrigeración: 0,38 kg CO₂/m²
Fuente: *Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. (pág.45)*
- Emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de calefacción: 0,32 kg CO₂/m²
Fuente: *Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción. (pág.45)*
- Ahorro energético por actuaciones de rehabilitación: Control presencia iluminación (10%) – Control presencia climatización (10%) – Protección solar exterior (gestión) (10%) – Protección solar exterior (15%) – Cambio luminarias (15%) - Cambio máquinas climatización (15%).
Fuente: *Consumos, medidas y potenciales ahorros en edificios. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética.*
- Ahorro por monitorización energética y gestión de consumos energéticos en edificios municipales de oficinas: 35 % emisiones de CO₂

- Fuente: OPERE -Sistema de monitorización energética de los edificios del Campus Vida. Proyecto Life – OPERE del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la USC
- Índice Térmico de un edificio de colegio: **115.98 kWh/m²**
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25.
 - Factor emisión gas natural: **0,204 kgCO₂/kWh**
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25.
 - Factor emisión gas butano: **0,244 kgCO₂/kWh**
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25.
 - Factor emisión gas propano: **0,244 kgCO₂/kWh**
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25.
 - Factor emisión gas propano: **0,244 kgCO₂/kWh**
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25.
 - Instalación de Free-Cooling: ahorro del **5 %** de las emisiones de CO₂ debidas a refrigeración.
Fuente: Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 73.

Edificios del sector terciario

- Consumo energético edificio tipo centro comercial: 225,5 kWh/m²
Fuente: Guía de Auditorías energéticas en Centros Comerciales, Comunidad de Madrid.
- Distribución consumos energéticos edificio tipo centro comercial: Calefacción y A/A (**39%**) – Iluminación (**48%**) – Transporte mecánico (**4%**) – Frío industrial (**5%**) – Otros (**4%**).
Fuente: Guía de Auditorías energéticas en Centros Comerciales, Comunidad de Madrid.
- Ahorro potencial de consumo energético anual de un C. Comercial: 20%-35%.
Fuente: <http://www.crea.es/noticias/potencial-ahorro-energetico-los-centros-comerciales>

Edificios del sector residencial

- Consumos energéticos de referencia edificios existentes calefacción viviendas en bloque: 52,9 kWh/m²
Fuente: Escala de calificación energética para edificios existentes. IDEA: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, mayo 2011.
- Consumos energéticos de referencia edificios existentes refrigeración viviendas en bloque: 41,2 kWh/m²
Fuente: Escala de calificación energética para edificios existentes. IDEA: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, mayo 2011.
- Consumos energéticos de referencia edificios existentes ACS viviendas en bloque. 12,3 kWh/m²

Fuente: Escala de calificación energética para edificios existentes. IDEA: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, mayo 2011.

- Ahorro energético por actuaciones de rehabilitación en viviendas en bloque: Monitorización (20%) – Mejoras del aislamiento (20%) – Modernización instalaciones (15%) – Energías renovables (12%).
Fuente: *Consumos, medidas y potenciales ahorros en edificios. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética.*
- Emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de refrigeración: 0,38 kg CO₂/m²
Fuente: *Escala de calificación energética para edificios existentes. (pág.45)*
- Emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de calefacción: 0,32 kg CO₂/m²
Fuente: *Escala de calificación energética para edificios existentes. (pág.45)*
- Emisiones de CO₂ de referencia para el servicio de ACS: 0,32 kg CO₂/m²
Fuente: *Escala de calificación energética para edificios existentes. (pág.45)*
- Consumos energéticos electrodomésticos de etiqueta A: Nevera (197 kWh/año); lavavajillas (254 kWh/año); Lavadora (251 kWh/año).
Fuente: *IDAE-Curso de etiqueta energético electrodomésticos.*
- Consumos energéticos electrodomésticos de etiqueta D: Nevera (657 kWh/año); lavavajillas (372 kWh/año); Lavadora (456 kWh/año).
Fuente: *IDAE-Curso de etiqueta energético electrodomésticos.*
- Consumos energéticos electrodomésticos de etiqueta D: Nevera (657 kWh/año); lavavajillas (372 kWh/año); Lavadora (456 kWh/año).
Fuente: *IDAE-Curso de etiqueta energético electrodomésticos.*

Alumbrado público e iluminación

- Ahorro energético edificio tipo supermercado por cambio iluminación: 78.680 kWh/año
Fuente: *Guía técnica de iluminación eficiente. Sector Residencial y Terciario CAM.*
- Ahorro energético edificio tipo hipermercado por cambio iluminación: 423.000 kWh/año
Fuente: *Guía técnica de iluminación eficiente. Sector Residencial y Terciario CAM.*
- Ahorro energético edificio tipo edificio oficinas por cambio iluminación: 152.677 kWh/año
Fuente: *Guía técnica de iluminación eficiente. Sector Residencial y Terciario CAM.*

Transporte y Movilidad

- Emisiones de CO₂ de vehículo privado motorizado (turismo y ligeros): 0,250 kg de CO₂/km
Fuente: *Dato aportado por TUSSAM y verificado.*

- Emisiones de CO₂ por viajero en transporte público: 0,03 kg de CO₂/km
Fuente: *Dato aportado por TUSSAM y verificado.*
- Emisiones de CO₂ por turismo diesel: 2,6 kg de CO₂/litro
Fuente: *Dato aportado por TUSSAM y verificado.*
- Emisiones de CO₂ por turismo gasolina: 2,3 kg de CO₂/litro
Fuente: *Dato aportado por TUSSAM y verificado.*
- Reducción de energía por sistema regenerativo de frenado de trenes: 20%
Fuente: *<http://www.juntadeandalucia.es/html/especiales/especialmetro-sevilla/transporte-limpio.html>.*
- Consumo eléctrico anual Metro de Sevilla: 19.000.000 kWh/año
Fuente: *<https://www.metro-sevilla.es/es/noticias/metro-sevilla-ha-contribuido-reducir-mas-22700-toneladas-co2-su-puesta-funcionamiento>*
- Incremento consumo combustible vehículo por presión de inflado de 0,3 bares menor que la recomendada por el fabricante: 3%
Fuente: *Folleto IDAE: Uso eficiente del coche para consumidores y usuarios. Conduzca y utilice su vehículo de forma inteligente y sostenible*

5.3.2. Valoración de costes

En las fichas de las medidas, se especifica el coste fijado en cada caso o bien se presenta una aproximación de los costes de la medida una vez que éstas han sido presupuestadas por cada uno de los organismos, departamentos o empresas municipales responsables de su ejecución. En algunos casos se trata de una mera estimación, cuando el plazo para la puesta en marcha no permite contar con un análisis presupuestario (generalmente más allá de 2020).

6. Conclusiones.

Hemos presentado el IER de la ciudad de Sevilla, actualizado para el periodo 2005-2016, mostrando las emisiones exactas, en toneladas equivalentes de CO₂, por sectores y años.

	Electricidad	Tráfico Rodado	Combustibles	Agricultura	Ganadería	Aguas Residuales	Residuos	TOTAL
2005	1.345.719	1.231.201	335.587	6.422	1.827	82.063	157.873	3.160.692
2006	1.402.275	1.250.710	313.589	5.466	2.037	81.452	165.203	3.220.732
2007	1.422.431	1.273.183	312.143	5.527	2.229	21.460	54.177	3.091.150
2008	1.215.049	1.172.586	307.949	5.146	2.439	37.069	52.554	2.792.792
2009	1.101.461	1.125.345	341.350	5.495	2.359	31.270	56.122	2.663.402
2010	792.800	1.056.550	306.925	5.133	1.953	33.909	24.018	2.221.288
2011	912.783	979.076	316.370	5.231	2.490	38.030	7.351	2.261.331
2012	998.274	878.803	221.602	5.283	2.433	21.049	8.687	2.136.131
2013	742.450	881.122	264.571	5.175	2.027	19.093	5.380	1.919.818
2014	741.232	858.671	254.033	5.847	1.993	19.047	5.355	1.886.177
2015	992.077	868.876	260.210	3.142	2.018	18.975	5.330	2.150.627
2016	775.172	877.914	268.971	3.294	2.042	18.930	5.306	1.951.628

De los datos se desprende que los sectores que presentan unas mayores emisiones son el tráfico rodado (45 %), el consumo de electricidad (40 %) y ya muy por debajo el consumo de combustibles, que supone un 14 % de las emisiones totales. También se ha analizado esta distribución de emisiones por sectores.

Por lo tanto, entre 2005 y 2016 (periodo que comprende a efectos de IER el presente PACES 2017), la reducción supone un 38%; es decir, ya se han reducido 1.209.064 ton CO₂ eq/año, como consecuencia del conjunto de actuaciones que se han desarrollado en la ciudad en ese periodo. Muchas de estas aparecen en el primer PAES 2010, en el PAES 2013, y en sus revisiones de 2015 y 2016.

Según el nuevo compromiso del Pacto de Alcaldes suscrito por Sevilla en 2015, el 40% del IER 2005 (año de referencia) supone alcanzar una reducción de 1.264.276,8 ton CO₂ eq/año en 2030. Por lo tanto, para lograr ese objetivo será necesario reducir 55.213 ton CO₂ eq/año.

Y esa reducción deberá propiciarse a través del plan de acción que hemos presentado en el apartado anterior; para un mix energético equivalente (con especial mención al sector eléctrico), esa sería la meta para el caso de Sevilla. Pero dadas las fluctuaciones del mismo, es conveniente prever el máximo ahorro posible.

Veamos a continuación un resumen de las medidas propuestas entre 2017 y 2030, atendiendo a la reducción de emisiones calculada/estimada en cada caso:

A). Edificios y equipamientos municipales:

Son un total de 20 medidas, que suponen un total de 4.604,31 ton CO2 eq/año.

B). Edificios y equipamientos/ Instalaciones del sector terciario:

Se contiene una medida, que supone 250 ton CO2 eq/año.

C). Edificios residenciales:

Son 4 medidas, que suponen un total de 205.468,1 ton CO2 eq/año.

D). Alumbrado público:

Un total de 9 medidas (26 a 34), con un total de 7.283,7 ton CO2 eq/año.

E). Transporte:

Se han incorporado 16 medidas (35 a 50), con 230.493,65 ton CO2 eq/año de reducción.

F). Producción local de electricidad:

Son tres medidas las contempladas, con 10.184,8 ton CO2 eq/año.

G). Producción local de calefacción/ refrigeración:

Se contienen dos medidas, que suponen 3.847 ton CO2 eq/año.

G). Otros:

Se han incorporado en este caso las medidas 56 a 68 (13 medidas) , que suponen una reducción de 44.524,56 ton CO2 eq/año.

Esto supone un total de 506.656,7 ton CO2 eq/año, muy por encima de las 55.213 ton CO2 eq/año que se requieren.

Así, de lograr este objetivo, la ciudad de Sevilla habría alcanzado una reducción en 2030 de 1.715.854,3 ton CO2 eq/año. Es decir, un 54,28%, superando el compromiso en un 14,28%.

Complementariamente, el presente PAES incorpora un Banco de proyectos que se pretende vayan engrosando la lista de nuevas medidas, mejorando la posición de la ciudad en su decidida actitud de hacer frente al cambio climático.

Con todo, estamos ante un proceso dinámico, que precisa de una actualización permanente de esta planificación, siempre atenta a las propuestas que dimanen de los diferentes procedimientos de participación pública establecidos en el marco de la Agencia de la Energía y para la Sostenibilidad de Sevilla.

Listado de medidas del PACES2017 y correspondencia de códigos con PAES anteriores

Código PACES 2017	Título de la medida	Código PAES anteriores
1	Puesta en marcha de instalaciones de energía fotovoltaica en edificios municipales "Sevilla Ciudad Solar"	EEMM003
2	Eficiencia en bombeo instalaciones IMD	IMD001
3	Eficiencia energética en piscinas - aprovechamiento de la luz solar	IMD002
4	Realización de auditorías energéticas en centros IMD	IMD003
5	Aumento de la eficiencia de iluminación en centros deportivos	IMD004
6	Eficiencia energética en cubrimiento de piscinas	IMD005
7	Eficiencia energética en centros deportivos	IMD006
8	Plan eficiencia instalaciones de TUSAM	TUSS001
9	Edificios 100 % Renovables: Construcción y renovación	EDIF02
10	Establecimiento de un fondo energético para la financiación de la renovación de edificios, a partir de los ahorros obtenidos gracias a renovaciones ya realizadas	EDIF03
11	Monitorización energética y gestión de consumos en instalaciones municipales	EFIC01
12	Proyecto piloto de edificio basado en elevados parámetros de eficiencia energética para el seguimiento y análisis de su aplicación al resto de edificios municipales	EFIC03
13	Sustitución de gas propano y gas butano por gas natural en 16 edificios de colegios públicos municipales	EFIC04
14	Sistemas de "Free-Cooling" en edificios y empresas municipales	EFIC07
15	Cambio del sistema de agua caliente sanitaria por solar térmica en las instalaciones y edificios de TUSAM	EFIC08
16	Realización de auditorías energéticas y aplicación del correspondiente Plan de mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA	EFIC10
17	Gestión energética en EDAR (ISO 50001) de EMASESA	EFIC11
18	Actuaciones de obra para mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA	EFIC12

Listado de medidas del PACES2017 y correspondencia de códigos con PAES anteriores

Código PACES 2017	Título de la medida	Código PAES anteriores
19	Implantación de un sistema de control energético en edificios de EMASESA	EFIC13
20	Renovación del sistema de climatización de las oficinas de TUSSAM de Avenida de Andalucía	EFIC16
21	Instalación de sistemas de gestión energética en espacios comerciales	EDIF05
22	Instalación de energía solar térmica en viviendas promovidas por el Ayuntamiento	EMVIS001
23	Implantación de técnicas arquitectónicas bioclimáticas	-----
24	Promoción de acciones para la rehabilitación energética de viviendas	EDIF01
25	Concienciación para la renovación de electrodomésticos	EFIC05
26	Sustitución luminarias sin reflector por otras con reflector y de menor potencia	GMU001
27	Sustitución lámparas mercurio por sodio de menor potencia	GMU002
28	Sustitución luminarias abiertas para evitar disminución de rendimiento por suciedad	GMU003
29	Sustitución de farolas de diseño tradicional	GMU004
30	Colocación de reguladores de tensión en cabeceras	GMU005
31	Centralización del control de alumbrado público	GMU006
32	Sustitución de luminarias en todos los edificios de EMASESA	EFIC09
33	Sustitución de la iluminación de los patios de las instalaciones de LIPASAM por LED	EFIC14
34	Adhesión al Programa <i>GreenLight</i> de la Comisión Europea	EFIC06
35	Programa de concienciación para la renovación del parque de vehículos por incentivos	AESS006
36	Adaptación de edificios para acoger infraestructuras de puntos de recarga para vehículos eléctricos	GMU007
37	Utilización de vehículos eléctricos en la flota de vehículos de LIPASAM	LIPA001
38	Ampliación de la red de carriles reservados para autobús en distintas zonas de la ciudad	MOVIL004
39	Ampliación del recorrido del tranvía desde San Bernardo hasta la Estación de ferrocarriles de Santa Justa	MOVIL006
40	Implantación de zonas de bajas emisiones	MOVIL013
41	Programa para compartir coche	MOVIL016
42	Cursos de Conducción eficiente para taxis y vehículos industriales	MOVIL017
43	Adquisición de vehículos ecológicamente eficientes para el parque móvil municipal	PARQUE001
44	Implantación de Sistema de Conducción eficiente en la flota de TUSSAM	TUSS009
45	Ampliación de la Estación de carga de GNC para permitir el repostado de 300 autobuses durante la noche	TUSS011
46	Campaña de información sobre una correcta comprobación de la presión de los neumáticos	MOV15
47	Ampliación de la flota de autobuses de Gas Natural Comprimido (GNC) en 93 unidades	MOV16
48	Puesta en marcha de nuevas líneas BRT: Sevilla Este-Centro Histórico	MOV17
49	Incorporación de Sistema de Gestión de flota de vehículos de LIPASAM	TRANS01
50	Utilización de vehículos eléctricos en la flota de vehículos de supervisión de LIPASAM	LIPA012
51	Implantación de una planta solar fotovoltaica de 1 MW en la cubierta de los talleres y oficinas de TUSSAM	TUSS004
52	Construcción de una planta de biomasa leñosa con restos de podas y talas (1 MW de potencia térmica)	EERR03
53	Planta Solar de 100 kw para autoconsumo	EERR04
54	Implantación de nuevas instalaciones privadas de energía solar, fomentadas por bonificaciones	AESS003
55	Captadores solares térmicos de ACS parques auxiliares	EFIC15
56	Programas de Educación Ambiental	CEMS001
57	Aumento de la recogida lateral de residuos	LIPA002

Listado de medidas del PACES2017 y correspondencia de códigos con PAES anteriores

Código PACES 2017	Título de la medida	Código PAES anteriores
58	Recuperación y aprovechamiento de biogás de vertedero	LIPA005
59	Implantación de recogida contenerizada de aceite doméstico	LIPA006
60	Compostaje doméstico o comunitario	LIPA008
61	Plantación arbolado con criterios de sumidero de CO2	PYJ001
62	Identificación de espacios y proyección de zonas verdes en jardinería vertical en Sevilla	PYJ003
63	Programas de educación y concienciación para fomentar el uso del Transporte Público en los colegios	TUSS007
64	Campañas publicitarias de fomento del uso del Transporte Público	TUSS008
65	Instalación de contenedores de vidrio inteligentes	RESI01
66	Recogida de biorresiduos en grandes generadores	RESI02
67	Adaptación de recogida neumática a recogida separada de biorresiduo	RESI03
68	Recogida selectiva de biorresiduo mediante contenedor de carga lateral	RESI04

Gráficos

Grafico i.	Evolución de las emisiones del consumo de electricidad en 2005-2016.....	34
Grafico ii.	Evolución de las emisiones del tráfico rodado en 2005-2016.....	36
Grafico iii.	Evolución de las emisiones del consumo de combustibles en 2005-2016	37
Grafico iv.	Evolución de las emisiones de la agricultura en 2005-2016	38
Grafico v.	Evolución de las emisiones de la ganadería en 2005-2016	39
Grafico vi.	Evolución de las emisiones de las aguas residuales en 2005-2016	40
Grafico vii.	Evolución de las emisiones de los residuos en 2005-2016	41
Grafico viii.	Evolución de las emisiones de GEI en Sevilla en el periodo 2005-2016.....	42
Grafico ix.	Evolución del consumo de energía eléctrica en Sevilla en el periodo 2005-2016	43
Grafico x.	Evolución de las emisiones de GEI, exceptuando las derivadas del consumo eléctrico en 2005-2016	43
Grafico xi.	Distribución porcentual de las emisiones de GEI por sectores en el municipio de Sevilla en el año 2016.....	44
Grafico xii.	Evolución consumo eléctrico y las emisiones asociadas en Sevilla entre 2005-2016..	45
Grafico xiii.	Distribución porcentual de las emisiones por consumo de electricidad según ámbitos en Sevilla en 2016.....	46
Grafico xiv.	Evolución del consumo eléctrico y las emisiones asociadas en Sevilla entre 2005-2016	46
Grafico xv.	Distribución porcentual de las emisiones por tráfico rodado según tipos de vehículos en Sevilla en 2016.....	47
Grafico xvi.	Evolución de las emisiones asociadas al consumo de combustibles en Sevilla entre 2005-2016	48
Grafico xvii.	Evolución del consumo de combustibles en Sevilla entre 2005-2016.....	49
Grafico xviii.	Evolución emisiones agrícolas y la superficie cultivada en Sevilla entre 2005-2016	50
Grafico xix.	Distribución porcentual de las superficies de los diferentes cultivos en 2016 en Sevilla	50
Grafico xx.	Evolución emisiones ganaderas y nº de cabezas de ganado en Sevilla entre 2005-2016	51
Grafico xxi.	Evolución de nº de cabezas de ganado por tipos en Sevilla entre 2005-2016.....	51
Grafico xxii.	Evolución emisiones de aguas residuales y nº de habitantes en Sevilla entre 2005-2016	52
Grafico xxiii.	Evolución de las emisiones de los residuos y el metano consumido en instalaciones de residuos en Sevilla entre 2005-2016.....	53
Grafico xxiv.	Evolución de las emisiones anuales de GEI en Sevilla en el periodo 2005-2016	55
Grafico xxv.	Contribución de las emisiones de GEI por sectores en Sevilla en 2016 (%)	58

Tablas

<i>Tabla i.</i>	Factores de emisión de la energía eléctrica (“La Energía en España”. Ministerio de Industria, Energía y Turismo)	23
<i>Tabla ii.</i>	Factores de emisión CO ₂ , NO ₂ y CH ₄ del tráfico rodado. Fuente: elaboración propia en base a los datos del Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España e información adicional. Años 1990-2012. Comunicación a la Secretaría del Convenio Marco sobre Cambio Climático y Protocolo de Kioto. MAPAMA ¡ Error! Marcador no definido.	
<i>Tabla iii.</i>	Factores de Emisión: Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono, MAPAMA, OECC, versión 9, Julio 2017.	25
<i>Tabla iv.</i>	FE _{T,a} . Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP (MARM).	26
<i>Tabla v.</i>	FEE _{Ta} . Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP (MARM). Tabla 10.5.	27
<i>Tabla vi.</i>	EF3(S). Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP.....	28
<i>Tabla vii.</i>	Factores de emisión de la combustión de biogás. Fuente: tabla 9.4.8. del documento Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP	28
<i>Tabla viii.</i>	Factores de corrección de metano de tratamientos de aguas residuales	29
<i>Tabla ix.</i>	Factores de emisión de la combustión de biogás. Fuente: tabla 9.4.8. del documento Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP	29
<i>Tabla x.</i>	Fuentes de datos primarias empleadas para el IER (elaboración propia).....	30
<i>Tabla xi.</i>	Consumo de electricidad en el municipio de Sevilla por sectores (SIMA).....	31
<i>Tabla xii.</i>	Emisiones de CO ₂ asociadas al consumo de energía eléctrica.....	33
<i>Tabla xiii.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas al tráfico rodado en el municipio de Sevilla	35
<i>Tabla xiv.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas al consumo de combustibles en el municipio de Sevilla.....	36
* Los datos de las emisiones por tipo de combustible reflejan la discontinuidad de los datos de partida sobre el consumo de combustibles por fuentes, tal como se explicó en el apartado anterior, en relación a los datos para los años 2013 a 2016. La Agencia Andaluza de la Energía, solo suministra información a nivel provincial sobre el consumo de energía final para el sector residencial, industrial, servicios y primario de GLP genérico, no suministrando información específica sobre butano y propano. Lo mismo sucede con el fuelóleo, respecto al cual no hay datos disponibles.....		
<i>Tabla xv.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a la agricultura en el municipio de Sevilla...	37
<i>Tabla xvi.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a la ganadería en el municipio de Sevilla	38
<i>Tabla xvii.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a las aguas residuales en el municipio de Sevilla	39
<i>Tabla xviii.</i>	Emisiones de GEI en 2005 a 2016 asociadas a las aguas residuales en el municipio de Sevilla	41
<i>Tabla xix.</i>	Evolución de las Emisiones de GEI por sectores y en conjunto para el periodo 2005-2016 en el municipio de Sevilla.....	44
<i>Tabla xx.</i>	Consumo de electricidad en el municipio de Sevilla por sectores (SIMA).....	151
<i>Tabla xxi.</i>	Consumo de electricidad de las instalaciones RCDE de Sevilla y estimación para el cálculo de las emisiones del IER (AMAyA)	151
<i>Tabla xxii.</i>	Factores de emisión de la energía eléctrica (Ministerio de Industria, Energía y Turismo y Oficina Catalana de Cambio Climático*)	152
<i>Tabla xxiii.</i>	Parque municipal de vehículos por categorías y tipo de combustible (SIMA)	153

<i>Tabla xxiv.</i>	Categorías de vehículos intermedias y finales en las que se desagrega el parque de vehículos municipal. Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012, Volumen 2: Análisis por actividades SNAP-97. (MAPAMA)	157
<i>Tabla xxv.</i>	Relaciones entre los datos de aprovechamientos de SIMA y las superficies pastoreadas aportadas por la CAP. Año 2007. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SIMA y la CAP.	165
<i>Tabla xxvi.</i>	Factores de emisión por combustión de metano en el biogás	177
<i>Tabla xxvii.</i>	Medidas del PACES 2016	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla xxviii.</i>	Emisiones de GEI derivadas de las medidas a eliminar del PACES 2016 por su estado ya finalizado	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla xxix.</i>	Evolución de las emisiones de GEI en Sevilla	55
<i>Tabla xxx.</i>	Resumen de la reducción de emisiones de las medidas del PACES 2016 (80 medidas) y las medidas del PACES 2016 eliminando medidas ya finalizadas (54 medidas)	¡Error! Marcador no definido.
<i>Tabla xxxi.</i>	Emisiones de GEI en el municipio de Sevilla en el año base (2005), en la actualidad (2016) y año objetivo (2030)	56
<i>Tabla xxxii.</i>	Nuevas medidas a incluir en el PACES 2017	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO I. Metodología y estimaciones para el cálculo de emisiones del IER 2013-2016

En este apartado se exponen los resultados y el procedimiento de cálculo en detalle del Inventario de Emisiones de Referencia o emisiones de GEI para los años 2013 a 2016 para el municipio de Sevilla.

Los sectores objeto del análisis, tal como se han descrito en los apartados anteriores son el consumo de energía eléctrica, el tráfico rodado, consumo de otros combustibles (no de automoción), agricultura, ganadería, aguas residuales y residuos.

Consumo de electricidad

El consumo de electricidad no implica emisiones directas de GEI. En cambio, para generar la energía eléctrica es precisa la operación de plantas e instalaciones con emisiones de GEI asociadas. Estas emisiones son fundamentalmente originadas por la quema de combustibles fósiles en plantas termoeléctricas, por lo que el principal gas de efecto invernadero asociado al consumo de electricidad es el CO₂.

El enfoque general ha sido el de calcular las emisiones asociadas a la actividad del municipio de Sevilla. Por este motivo se ha considerado interesante analizar las emisiones asociadas al consumo de electricidad que se produce en cada uno de estos sectores, en vez de limitar la estimación de emisiones en este campo a las instalaciones de generación eléctrica ubicadas en el municipio.

Para su cálculo, basado en el enfoque descrito, se aplica la siguiente operación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (en toneladas/año)} = (C_{\text{elect},a} - C_{\text{NC},a}) * FE_a$$

Siendo:

C_{elect,a} Consumo de electricidad en MWh durante el año *a*.

C_{NC,a} Consumo de electricidad en MWh de las instalaciones afectadas por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión ubicadas en el municipio durante el año *a*.

FE_a Factor de emisión del sistema eléctrico en tCO₂ por MWh de energía eléctrica consumida correspondiente al año *a*.

C_{elect,a}

La base de datos del **Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía** (en adelante **SIMA**), aporta valores de **consumo de energía eléctrica a nivel municipal** con la siguiente desagregación: agricultura, industria, comercio-servicios, sector residencial, administración y servicios públicos y resto.

Consumo de electricidad (MWh/año)

	Agricultura	Industria	Comercio - Servicios	Residencial	Admón. y Serv. Públicos	Resto	TOTAL
2013	6.094	267.461	773.392	1.135.421	392.245	9.955	2.584.567
2014	5.386	257.142	747.755	1.051.385	382.218	9.835	2.453.722
2015	5.724	257.889	762.048	1.098.138	383.027	9.351	2.516.177
2016	4.670	257.655	761.034	1.133.473	375.002	8.458	2.540.292

Tabla xxiv. Consumo de electricidad en el municipio de Sevilla por sectores (SIMA)

CNC.a

El objetivo del IER es conocer las emisiones de GEI en Sevilla asociadas a los principales sectores difusos para el establecimiento y planificación de las medidas del PACES. No obstante, es posible que en su territorio se ubiquen instalaciones industriales reguladas por la *Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (RCDE)*. El consumo de electricidad de estas instalaciones afectadas por el RCDE, ubicadas en el municipio, ya disponen de una regulación específica de sus emisiones de GEI, por lo que no deben ser consideradas en las emisiones del municipio.

Los valores aplicados se basan en la información aportada por la **Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía** (en adelante **AMAyA**) para los años anteriores aportados para el cálculo de las emisiones municipales de la Herramienta Huella de Carbono de los Municipios Andaluces de la Junta de Andalucía. Estos datos hacen referencia al consumo municipal en instalaciones RCDE para los años 2006 a 2008.

Consumo RCDE Sevilla (AMAyA)		
2006	37.829	335.731
2007	20.898	358.549
2008	33.754	319.668
Promedio	30.827	337.983

Tabla xxv. Consumo de electricidad de las instalaciones RCDE de Sevilla y estimación para el cálculo de las emisiones del IER (AMAyA)

FE_a

El Factor de Emisión del sistema eléctrico en tCO₂ por MWh de energía eléctrica consumida, refleja las emisiones CO₂ por cada MWh de energía eléctrica consumida.

El dato varía en función del año para el cual se calculan las emisiones, y los datos se han obtenido de la publicación anual "*La Energía en España*", del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Según estas publicaciones, los factores de emisión de la energía eléctrica para los años a calcular son los siguientes:

Factor de Emisión	
2013	0,290
2014	0,305
2015	0,398*

Tabla xxvi. Factores de emisión de la energía eléctrica (Ministerio de Industria, Energía y Turismo y Oficina Catalana de Cambio Climático*)

Tráfico Rodado

Las emisiones de GEI asociadas al tráfico rodado son debidas en su gran mayoría al CO₂ generado por la combustión de los combustibles fósiles (fundamentalmente gasolinas y gasóleos), aunque también se generan emisiones de CH₄ y N₂O en cantidades relativamente muy reducidas.

Para estimar las emisiones de GEI se parte del número de vehículos en el municipio aportado por SIMA. Las categorías de vehículos consideradas son las siguientes:

- **Turismos:** Son vehículos de 4 ruedas destinados al transporte de viajeros con capacidad inferior a nueve plazas, incluyendo al conductor.
- **Motocicletas:** Este grupo está comprendido por motocicletas con o sin sidecar, motocarros y coches de inválidos. No se incluyen los ciclomotores.
- **Camiones y Furgonetas:** Los camiones incluyen a los camiones propiamente dichos y otros vehículos articulados especiales como caravanas, hormigoneras, volquetes, grúas y de servicio contra incendios. Las furgonetas incluyen a las furgonetas simples o mixtas, las ambulancias, coches fúnebres, camionetas y todo terreno. Pese a que en algunos años SIMA aporta valores diferenciados para estos dos grupos, puesto que para otros los integra en un grupo común estas dos categorías son tratadas conjuntamente.
- **Autobuses:** Son vehículos destinados al transporte de viajeros con una capacidad mínima de diez plazas, incluyendo el conductor.
- **Tractores Industriales:** Es todo vehículo automóvil capaz de arrastrar a otros vehículos o los destinados especialmente a este fin. No se incluyen los agrícolas.
- **Otros:** Es la categoría que engloba al resto de vehículos no incluidos en los grupos anteriores. Entre otros están los remolques, semiremolques, palas cargadoras y excavadoras, apisonadoras, etc.

Nº de vehículos por categorías y combustible				
Turismos				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otros</i>
2016	320.571	145.656	174.710	205
2015	319.027	146.431	172.415	181
2014	319.367	148.660	170.585	122
2013	323.605	153.972	169.245	388
Motocicletas				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otros</i>
2016	56.804	56.684	22	98
2015	54.786	54.678	19	89
2014	53.178	53.078	18	82
2013	51.847	51.744	29	74
Furgonetas y Camiones				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otros</i>
2016	42.196	4.955	37.213	28
2015	41.958	5.051	36.890	17
2014	42.155	5.166	36.975	14
2013	42.714	5.492	37.212	10
Autobuses				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otro</i>
2016	1.090	1	1.024	65
2015	1.046	1	1.007	38
2014	1.013	1	990	22
2013	1.029	2	1.004	23
Tractores industriales				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otro</i>
2016	1.663	0	1.663	0
2015	1.653	0	1.653	0
2014	1.550	0	1.550	0
2013	1.560	8	1.552	0
Ciclomotores				
	<i>Total</i>	<i>Gasolina</i>	<i>Gasoil</i>	<i>Otro</i>
2016	41.660	41.660	0	0
2015	42.230	42.230	0	0
2014	42.163	42.163	0	0
2013	43.401	43.401	0	0

Tabla xxvii. Parque municipal de vehículos por categorías y tipo de combustible (SIMA)

Estas categorías aportadas por el SIMA no se corresponden con las categorías para las cuales se dispone de factores de emisión, por lo que para calcular las emisiones es necesario realizar una correspondencia entre estas categorías del SIMA y de las que se dispone de factores de emisión.

Se ha procedido a desagregar los vehículos del SIMA en las categorías consideradas por la fuente de los "Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP". Esta desagregación combina diferente información para cada tipo de vehículos: combustible, cilindrada, tipo de motor, tecnología conforme a la cual se homologa el vehículo¹⁶, etc.

¹⁶ Las primeras regulaciones de las emisiones de contaminantes a la atmósfera en Europa se aprobaron por iniciativa de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (CEPE), siendo su expresión formal ECE15/00 a ECE15/04. Con el paso del tiempo la Comunidad Europea asumió progresivamente la regulación de las emisiones de los vehículos, publicando un conjunto de regulaciones conocidas generalmente como "normas Euro". Los vehículos se desagregan en función de la norma conforme a la cual fueron homologados.

- **Autobuses:** desagregados en autobuses de tipo urbano y autocares de otro tipo. Cada una de estas dos subcategorías se subdividen en función de la tecnología que emplean.
- **Camiones y furgonetas.** Son desagregados en primer lugar entre vehículos pesados (camiones) y ligeros (furgonetas). Los vehículos pesados son desagregados, en primer lugar, en función del tonelaje total y asignados a los grupos con PMA entre 7,5 y 32 toneladas. Posteriormente, se desagregan en función de la tecnología. Las furgonetas o vehículos ligeros de transporte de mercancías son desagregadas en función del combustible empleado y en base a la tecnología.
- **Turismos:** desagregados sucesivamente en función del combustible empleado, la cilindrada y la tecnología.
- **Motocicletas:** desagregados inicialmente en función del tipo de motor (dos o cuatro tiempos), posteriormente en función de la cilindrada y, finalmente en función de la tecnología.
- **Ciclomotores:** no desagregados. Se considera una categoría única.
- **Tractores industriales.** asignados a los vehículos pesados con PMA superior a 32 toneladas y desagregados en función de la tecnología.

La desagregación se efectúa en función de los datos aportados por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en el siguiente documento: “*Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012, Volumen 2: Análisis por actividades SNAP-97*”.

Empleando estos datos a nivel nacional del parque vehicular se ha procedido a desagregar el parque vehicular de Sevilla, en un total de 110 categorías finales. El procedimiento empleado para ello es el siguiente:

$$CF_{sev_{f,i,a}} = Cl_{sev_{i,a}} * CF_{nac_{f,i,a}} / Cl_{nac_{i,a}}$$

Siendo

$CF_{sev_{f,i,a}}$	Número de vehículos de la categoría final f , perteneciente a la categoría intermedia i en Sevilla durante el año a .
$Cl_{sev_{i,a}}$	Número de vehículos de la categoría intermedia i en Sevilla durante el año a .
$CF_{nac_{f,i,a}}$	Número de vehículos de la categoría final f , perteneciente a la categoría intermedia i a nivel nacional durante el año a .
$Cl_{nac_{i,a}}$	Número de vehículos de la categoría intermedia i a nivel nacional durante el año a .

Para aplicar esta metodología se cumplen las siguientes condiciones:

$$\sum_i CF_{sev_{f,i,a}} = Cl_{sev_{f,a}}$$

$$\sum_i CF_{nac_{f,i,a}} = Cl_{nac_{f,a}}$$

En la tabla siguiente se indican las correspondencias entre las categorías intermedias (columna categorías) y las categorías finales (resultantes de la combinación de las columnas combustible, tipo y tecnología).

CLASE	COMBUSTIBLE	CATEGORÍA	
AUTOCAR Y BUS URBANO	Gas Natural	BUS	EEV
		BUS	Euro I - 91/542/EEC
	Diésel	BUS	Euro II - 91/542/EEC
		BUS	Euro III - 2000 Standards
AUTOCAR		CONVENC	
AUTOCAR		EURO I - 91/542/EEC S I	
		AUTOCAR	EURO II - 91/542/EEC S II
		AUTOCAR	EURO III - COM(97) 627
		AUTOCAR	EURO IV - COM(1998) 776
		AUTOCAR	EURO V - COM(1998) 776
		BUS URBANO	EURO I - 91/542/EEC S I
		BUS URBANO	EURO II - 91/542/EEC S II
		BUS URBANO	EURO III - COM(97) 627
		BUS URBANO	EURO IV - COM(1998) 776
		BUS URBANO	EURO V - COM(1998) 776
CICLOMOTOR	Gasolina	97/24/EC SII	
LIGEROS	Diesel	CONVENCIONAL	
		EURO 1 - 93/59/EEC	
	Gasolina	EURO 2 - 96/69/EC	
		EURO 3 - 98/69/EC S 2000	
		EURO 4 - 98/69/EC S 2005	
		EURO 5 - 2008 Standars	
		CONVENCIONAL	
		EURO 1 - 93/59/EEC	
		EURO 2 - 96/69/EC	
		EURO 3 - 98/69/EC S 2000	
		EURO 4 - 98/69/EC S 2005	
		EURO 5 - 2008 Standars	
MOTOCICLETAS	Gasolina	Dos Tiempos	CONVENCIONAL
		250-750	2002/51/EC SI
			2002/51/EC SII
			97/24/EC
50-250	CONVENCIONAL		
	2002/51/EC SI		
	2002/51/EC SII		
>750	CONVENCIONAL		
	2002/51/EC SII		
		97/24/EC	
		CONVENCIONAL	

CLASE	COMBUSTIBLE	CATEGORÍA	
			2002/51/EC SI 2002/51/EC SII 97/24/EC
PESADOS	Gasoleo	14-32	CONVENCIONAL EURO I - 91/542/EEC S I EURO II - 91/542/EEC S II EURO III - 2000 Standard EURO IV - 2005 Standard EURO V - 2008 Standard
		>32	CONVENCIONAL EURO I - 91/542/EEC S I EURO II - 91/542/EEC S II EURO III - 2000 Standard EURO IV - 2005 Standard EURO V - 2008 Standard
		3,5 - 7,5	CONVENCIONAL EURO I - 91/542/EEC S I EURO II - 91/542/EEC S II EURO III - 2000 Standard EURO IV - 2005 Standard EURO V - 2008 Standard
		7,5-14	CONVENCIONAL EURO I - 91/542/EEC S I EURO II - 91/542/EEC S II EURO III - 2000 Standard EURO IV - 2005 Standard EURO V - 2008 Standard
	Gasolina		CONVENCIONAL
TURISMO	Gasoleo	<=2	CONVENCIONAL EURO 1 - 91/441/EEC EURO 2 - 94/12/EC EURO 3 - 98/69/EC S 2000 EURO 4 - 98/69/EC S 2005 EURO 5 - EC 715/2007
		>2	CONVENCIONAL EURO 1 - 91/441/EEC EURO 2 - 94/12/EC EURO 3 - 98/69/EC S 2000 EURO 4 - 98/69/EC S 2005 EURO 5 - EC 715/2007
	Gasolina	<1,4	ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 EURO 1 - 91/441/EEC EURO 2 - 94/12/EC

CLASE	COMBUSTIBLE	CATEGORÍA	
			EURO 3 - 98/69/EC S 2000 EURO 4 - 98/69/EC S 2005 EURO 5 - EC 715/2007
		1,4-2	ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 EURO 1 - 91/441/EEC EURO 2 - 94/12/EC EURO 3 - 98/69/EC S 2000 EURO 4 - 98/69/EC S 2005 EURO 5 - EC 715/2007
		>2	ECE 15/00-01 ECE 15/02 ECE 15/03 ECE 15/04 EURO 1 - 91/441/EEC EURO 2 - 94/12/EC EURO 3 - 98/69/EC S 2000 EURO 4 - 98/69/EC S 2005 EURO 5 - EC 715/2007
	Híbridos Gasolina		EURO IV - 98/69/EC S 2005 EURO V - EC 715/2007

Tabla xxviii. Categorías de vehículos intermedias y finales en las que se desagrega el parque de vehículos municipal. Fuente: Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2012, Volumen 2: Análisis por actividades SNAP-97. (MAPAMA)

Una vez desagregado el parque del municipio de Sevilla en las categorías finales en función de la tabla anterior, se calcula el **kilometraje recorrido** por cada tipología de vehículo en tres pautas diferenciadas: recorridos de carácter urbano, recorridos de carácter rural o interurbano por carretera convencional, y recorridos por autopista y autovía. Esta estimación se realiza en función de los kilometrajes publicados por el MAPAMA en el *Inventario Nacional de Emisiones*. Estos datos, así como la distribución porcentual de los recorridos anuales entre las pautas de conducción interurbana (I), rural (R) y urbana (U), pueden consultarse en el fichero Excel "**EmisionesTráficoRodado.xls**".

Una vez llegado a este punto, se procede al **cálculo inicial del consumo de combustibles**. En base a los valores anteriormente descritos se ha calculado, el kilometraje recorrido por cada vehículo en cada una de las diferentes pautas para Sevilla. Aplicando a estos recorridos los factores de consumo por kilómetro calculados a partir de los valores del MAPAMA, se puede hacer una primera estimación del combustible de automoción consumido (gasolina y gasóleo de automoción) en el municipio.

Las ecuaciones de cálculo de los consumos de combustibles empleadas en esta etapa son dos:

$$\text{ConsumoPrevi,c (toneladas/año)} = \sum_{i,p,c} N_{\text{veh},c} * \text{KmPrevi,p} * \text{FCc,i,p} * 10^{-6}$$

Siendo:

ConsumoPrev_{i,c} Consumo del combustible *c* calculado directamente en base al parque de vehículos de SIMA y los recorridos y factores de consumo por kilómetro aportados por el Inventario Nacional de Emisiones.

Nveh_{i,c}
KmPrev_{i,p} Número de vehículos de la categoría *i* que consumen el combustible *c*.
Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (obtenido del Inventario Nacional de Emisiones. Ver tabla siguiente).

FC_{c,i,p} Consumo medio del combustible *c* de los vehículos de la clase *i* por kilómetro recorrido en la pauta *p* expresadas en gr de combustible/km.

Por último, se lleva a cabo la **estimación de los recorridos finales, consumos y emisiones**. Así, los parámetros que se emplea en las operaciones de cálculo de emisiones es el siguiente:

$Km_{i,p} = KmCalc_{i,p} * FCK_c$
$C_{i,p} = CCalc_{i,p} * FCK_c$

Siendo:

Km_{i,p} Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (dato corregido).

KmCalc_{i,p} Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (calculado a partir de los datos del Inventario Nacional de Emisiones de GEI).

C_{i,p} Consumo anual medio por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (dato corregido expresado en toneladas).

CCalc_{i,p} Consumo anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p* (obtenido a partir del Inventario Nacional de Emisiones de GEI y expresado en toneladas).

FCK_c Factor de corrección de kilometrajes para el combustible *c* (gasolina o gasóleo) calculado como la relación entre los consumos obtenidos de la AAE y los calculados conforme a lo indicado en los apartados anteriores

En base a estas ecuaciones se asigna el consumo estimado de los vehículos con los que cuenta en su parque vehicular, datos que, como se ha expuesto anteriormente, han sido obtenidos a partir del SIMA.

A partir de los consumos calculados se calculan las emisiones de CO₂ aplicando factores de emisión por cantidad de combustible consumidos.

En cambio, las emisiones de N₂O y CH₄ son calculadas a partir del dato de kilometraje recorrido. Las emisiones de N₂O son relativamente independientes de la temperatura del motor y los sistemas de control de las emisiones de los vehículos. Por tanto, la estimación

de estas emisiones se realiza en base a la aplicación de factores de emisión por kilómetro recorrido en cada una de las tres pautas consideradas.

En cambio, en el caso de las emisiones de CH₄, los vehículos recién arrancados y que circulan “en frío” emiten cantidades sensiblemente superiores a las de aquellos que ya han recorrido una cierta distancia y ya han adquirido temperatura. Por este motivo, para ciertas categorías de vehículos, la estimación de emisiones de este gas se aborda desde diferente enfoque. En un primer momento se estiman las emisiones totales por kilómetro aplicando un factor de emisión representativo de las emisiones en caliente. Posteriormente se estima el kilometraje total que los vehículos recorren en frío. Sobre este kilometraje se aplica un factor de incremento de las emisiones en relación con las emisiones en caliente.

De este modo el cálculo de las emisiones de cada tipo de vehículos considerado se efectúa a través de la aplicación de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (t/año)} = \sum \sum_{i,p} N_{veh_i} * C_{i,p} * FE_{CO_2,i,p}$$

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O (t/año)} = \sum \sum_{i,p} N_{veh_i} * Km_{i,p} * FE_{N_2O,i,p} * 10^{-6}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (t/año)} = \text{Emisiones CH}_4\text{caliente} + \text{Emisiones CH}_4\text{frío}$$

$$\text{Emisiones CH}_4 \text{ caliente} = \sum \sum_{i,p} N_{veh_i} * Km_{i,p} * FE_{cal_{CH_4,i,p}} * 10^{-6}$$

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ frío} = \sum \sum_{i,p} N_{veh_i} * Km_{i,p} * FE_{cal_{CH_4,i,p}} * B_i * (FE_{frío}/FE_{cal_i} - 1) * 10^{-6}$$

Siendo:

- N_{veh_i}** Número de vehículos de la categoría *i*.
- Km_{i,p}** Kilometraje anual medio recorrido por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p*. (dato corregido).
- C_{m_{i,p}}** Consumo anual medio por cada uno de los vehículos de la categoría *i* en la pauta *p*. (dato corregido expresado en toneladas).
- FE_{CO₂,i,p}** Emisiones medias de CO₂ de los vehículos de la clase *i* por tonelada de combustible consumida en la pauta *p* expresadas en t CO₂/t de combustible.
- FE_{N₂O,i,p}** Emisiones medias de N₂O de los vehículos de la clase *i* por kilómetro recorrido en la pauta *p* expresadas en gr N₂O/km.
- FE_{cal_{CH₄,i,p}}** Emisiones medias de CH₄ de los vehículos de la clase *i* por kilómetro recorrido en la pauta *p* una vez que el vehículo ha adquirido temperatura, expresadas en gr CH₄/km.
- B_i** Fracción del kilometraje anual que es recorrido en frío por los vehículos de la clase *i*.
- 10⁻⁶** Relación entre las emisiones de CH₄ en frío y en caliente de los vehículos de la clase *i*.

FE_{frio}/FE_{cal}_i, Factor de conversión de gramos a toneladas

Todos los datos y procesos de cálculo explicados en este epígrafe se recogen en el documento “**EmisionesTráficoRodado.xls**”

Consumo de combustibles

El objeto del sector Consumo de combustibles es calcular las emisiones debidas al consumo de combustibles fósiles en las actividades del sector residencial, primario, administración y servicios. Los combustibles fósiles considerados son los siguientes:

- Gas natural
- Carbón
- Gasóleo no automoción
- Gases Licuados de Petróleo (GLP)

Además, se incluye información sobre los consumos de energía procedentes de fuentes renovables. Las fuentes de energías renovables consideradas son las siguientes:

- Biomasa: el consumo de esta fuente no supone la emisión de gases de efecto invernadero.

Es importante destacar la importancia de evitar una doble contabilidad del consumo de combustibles. En el caso de los combustibles de automoción, estos son considerados en el sector Tráfico rodado, por lo que no se calculan en este apartado.

La metodología de cálculo propuesta se corresponde con el método de nivel 1 propuesto por las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, en la cual se calculan las emisiones a partir del contenido en carbono de los combustibles considerados. Se aplica la siguiente fórmula de cálculo:

$$\text{Emisiones de CO}_2 \text{ (t/año)} = C_{i,a} * PCI_i * FE_i$$

Donde:

- C_{i,a}** Consumo de combustible *i* durante el año *a* expresado en Nm³ (gas natural), litros (GLP) o t (resto de combustibles).
- PCI_i** Poder calorífico inferior del combustible *i* expresado en TJ/Nm³ (gas natural) o TJ/t (resto de combustibles).
- FE_i** Factor de emisión del CO₂ por unidad de energía del combustible *i* consumida correspondiente expresado en tCO₂/TJ.

El origen de los datos empleados para aplicar esta metodología es el siguiente:

Consumo anual de combustible (C_{i,a})

Los datos de consumo anual a nivel municipal para el periodo analizado (2013-2016) se han estimado en base a los datos del consumo de energía final por sectores y provincias de la Agencia Andaluza de la Energía, y los datos del Número de habitantes del Padrón Municipal.

Poder calorífico inferior de los combustibles (PCI_i) y Factor de emisión de los combustibles (FE_i)

Se aplican los valores recogidos en el documento “Factores de emisión, Registro de Huella de Carbono, Compensación y Proyectos de Absorción de Dióxido de Carbono, versión 9, julio 2017” del MAPAMA.

Agricultura

- Emisiones directas de óxido nítrico y metano de la agricultura

La actividad agrícola genera emisiones de GEI tanto directas como indirectas. Las primeras, que son estudiadas en el presente apartado, son generadas en la misma zona en la que se desarrollan estas actividades, circunstancia que las diferencia de las emisiones indirectas, que se generan en un área diferente tras un proceso de transporte de los nutrientes que las originan.

Emisiones directas de óxido nítrico provenientes de suelos cultivados

La aportación de nitrógeno a los suelos por parte de las actividades agrícolas y ganaderas incrementa la cantidad de este elemento disponible para los procesos de nitrificación y desnitrificación, por lo que se incrementan las emisiones de N₂O.

Los aportes de nitrógeno al suelo y otros medios pueden ser de tipo directo (purines, estiércol, fertilizantes y otros productos nitrogenados aplicados intencionadamente) o indirectos, como los asociados a los procesos de lixiviación, volatilización, escorrentía, etc. En este apartado se analizan las emisiones asociadas al primer tipo de procesos, excluyendo las generadas por aportes de nitrógeno a los suelos consecuencia del pastoreo.

Para ello se ha de estimar en primer lugar la cantidad de compuestos nitrogenados aplicados a los suelos. Esta información se obtiene de la publicación “Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española” editada por el MAPAMA, documento a partir del cual se han calculado los índices de aportes de nitrógeno por cada hectárea de diferentes tipos de cultivos.

Por tanto, el dato de partida de los cálculos es la superficie de los diferentes cultivos presente en el municipio Sevilla. Al número de hectáreas de cada cultivo se aplican los índices deducidos de la publicación anterior.

El SIMA aporta datos de superficies de cultivos para por años, clasificándolos en herbáceos y leñosos.

Una vez introducidos los datos de las superficies de los diferentes cultivos, se aplica la siguiente ecuación para estimar las emisiones directas de N₂O¹⁷.

$$\text{Emisiones directas N}_2\text{O (t/año)} = (F_{SN} + F_{EA} + F_{NB}) * FE_1 * 44/28$$

Siendo:

F_{SN} Cantidad anual de nitrógeno aportado en los fertilizantes sintéticos aplicados al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x.

F_{EA} Cantidad anual de nitrógeno en el estiércol animal aplicado intencionadamente a los suelos, ajustada para tener presente el volumen que se volatiliza como NH₃ y NO_x, excluyendo el aplicado en pastoreo.

F_{NB} Cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de nitrógeno que se cultivan anualmente.

FE₁ Factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes directos de nitrógeno a los suelos.

44/28 Factor de conversión de nitrógeno en N₂O.

El origen de estos datos es el siguiente:

Cantidad anual de nitrógeno en los fertilizantes sintéticos aplicados al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x. (F_{SN})

El aporte de nitrógeno a los suelos en los fertilizantes sintéticos es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$F_{SN} = \sum_c [SC_{c,m} * TFM_c] * (1 - \text{Frac}_{\text{gasF}})$$

Siendo:

F_{SN} Cantidad anual de nitrógeno aportado en los fertilizantes sintéticos aplicados al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x (t N).

SC_{c,m} Hectáreas cultivadas del cultivo *c* en el municipio *m*.

TFM_c Fertilización mineral por hectárea de superficie del cultivo *c*, deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (t N /ha cultivada).

¹⁷ Ecuación basada en la Ecuación 4.20 del Capítulo 4, Agricultura, del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Simplificada para no tener presente el cultivo de Histosoles y aportar directamente emisiones de N₂O. Tampoco se tienen presentes los aportes de nitrógeno asociados a los residuos agrícolas reincorporados al suelo

Frac_{gasF} Fracción de los aportes de nitrógeno en fertilizantes que se volatilizan como NH₃ y NO_x (en t de NH₄-N y NO_x-N / t de N).

El número de hectáreas de cultivo (**SC_{c,m}**) empleado en esta ecuación es el deducido a partir de los datos aportado por SIMA. La tasa de fertilización mineral por hectárea se ha calculado a partir de los datos de aportes de esta fuente de nitrógeno a cada tipo de cultivo indicados en el Balance de Nitrógeno de España. Se calcula una tasa por tipo de cultivo a partir de los datos a nivel Andalucía.

La fracción de los aportes de nitrógeno en fertilizantes (**Frac_{gasF}**) que se volatilizan varía con el año de estudio conforme a los datos indicados por el MAPAMA en la Tabla 10.1.5 del documento “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP”¹⁸.

Cantidad anual de nitrógeno en el estiércol animal aplicado al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x. (F_{EA})

El aporte de nitrógeno a los suelos en estiércol animal es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$F_{EA} = \sum_c [SC_{c,m} * TEA_c] * (1-Frac_{gasM})$$

Siendo:

F_{EA} Cantidad anual de nitrógeno aportado en el estiércol al suelo, ajustada para tener en cuenta la volatilización de NH₃ y NO_x (t de N).

SC_{c,m} Hectáreas cultivadas del cultivo *c* en el municipio *m*.

Frac_{gasM} Fracción de los aportes de nitrógeno en estiércol que se volatilizan como NH₃ y NO_x (kg de NH₄-N y NO_x-N/kg de N).

TEA_c Aporte de nitrógeno en estiércol por hectárea de superficie del cultivo *c*, deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (t de N/ha cultivada).

Al igual que en el caso del cálculo de los aportes de N por la aplicación de fertilizantes, para los aportes de N a través de estiércol se emplean los datos de superficies de cultivo (**SC_{c,m}**) del SIMA y las tasas de aporte de N por hectárea (**TEA_c**) calculadas a partir del documento Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española. Estas tasas se han calculado dividiendo los aportes de N a nivel Andalucía del año 2006 indicados por este documento entre las superficies de cada categoría de cultivo indicadas en el mismo.

La fracción de los aportes de nitrógeno orgánico (**Frac_{gasM}**) que se volatilizan varía con el año de estudio, que incluye los valores publicados por el MAPAMA en la Tabla 10.1.5. del

¹⁸ Pese a que en esta tabla del documento “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP” se indica que los valores incluidos son porcentajes, se considera que esta indicación es una errata, y que los valores indicados son fracciones en términos de kg de N volatilizado por kg de N aportado.

documento “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP”¹⁹.

Cantidad de nitrógeno fijado por las variedades fijadoras de nitrógeno que se cultivan anualmente (F_{NB})

El aporte de nitrógeno a los suelos en los fertilizantes sintéticos es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$F_{NB} = \sum_c [SC_{c,m} * TFB_c]$$

Siendo:

F_{NB} Cantidad anual de nitrógeno aportado al suelo por fijación biológica (t de N).

$SC_{c,m}$ Hectáreas cultivadas del cultivo *c* en el municipio *m*.

TFB_c Aporte de nitrógeno por fijación biológica por hectárea de superficie del cultivo *c*, deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).

Para aplicar esta ecuación se emplean los datos de superficies de cultivo ($SC_{c,m}$) del SIMA y las tasas de aporte de N por hectárea (TFB_c) calculadas a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española.

Factor de emisión de N_2O por cantidad de nitrógeno aportado a los suelos anualmente (FE_1)

Se aplica un valor de 0,0125 toneladas de N_2O -N / tonelada N, que ha sido tomado del Cuadro 4.17 del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de fases de efecto invernadero. Capítulo 4 (Agricultura).

Emissiones de metano provenientes del cultivo de arroz

Las condiciones anaeróbicas que se dan en los campos de arroz generan emisiones de metano a partir de la descomposición de la materia orgánica presente en los arrozales. Puesto que en el municipio de Sevilla no existen superficies de arroz, no se describe la metodología a aplicar.

Emissiones de óxido nitroso provenientes del pastoreo

El SIMA, bajo el apartado “distribución general de tierras por aprovechamiento”, aporta los datos de superficies de aprovechamientos municipales distinguiendo entre barbechos,

¹⁹ Pese a que en esta tabla del documento “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP” se indica que los valores incluidos son porcentajes, se considera que esta indicación es una errata, y que los valores indicados son fracciones en términos de kg de N volatilizado por kg de N aportado.

prados naturales, pastizales, monte maderable, monte abierto, monte leñoso y erial a pastos.

Estas superficies son muy superiores a las que la Consejería de Agricultura y Pesca indica en sus estadísticas que es pastoreada. De este modo, las superficies indicadas en SIMA son realmente superficies totales con diferentes tipos de cobertura vegetal, mientras que solo una parte de ellas son realmente pastoreadas. Ya que exclusivamente las superficies pastoreadas reciben aportes de nitrógeno desde el ganado, y por tanto generan emisiones antropogénicas de GEI, se ha realizado una corrección considerando las relaciones existentes entre los valores aportados por estas dos fuentes. Puesto que se carece de datos detallados de la Consejería de Agricultura para el conjunto del periodo estudiado, la corrección se realiza en base a los valores correspondientes al año 2007, asumiéndose que las relaciones apreciadas se mantienen constantes para el resto de años estudiados.

Superficies globales (ha) SIMA	Barbecho y otras tierras	Prados naturales	Pastizales	Monte maderable	Monte abierto	Monte leñoso	Erial a pastos
	716.024	44.669	806.070	1.000.611	973.521	607.831	575.877
Aprovechamientos (ha) CAP	Rastrojeras pastadas + Barbechos pastados	Prados naturales	Pastizales	Monte maderable	Monte abierto	Monte leñoso	Erial a pastos
	813.364	35.508	640.594	--	773.272	514.786	321.844
S SIMA/S CAP	1:1,136	1:0,795	1:0,795	1:0	1:0,794	1:0,847	1:0,559

Tabla xxix. Relaciones entre los datos de aprovechamientos de SIMA y las superficies pastoreadas aportadas por la CAP. Año 2007. Fuente: elaboración propia a partir de datos de SIMA y la CAP.

En base a los datos calculados de superficies pastoreadas conforme a la metodología anteriormente expuesta, se emplean la siguiente ecuación para estimar las emisiones directas de N₂O²⁰.

$$\text{Emisiones directas N}_2\text{O (t/año)} = N_{\text{Past}} * FE_2 * 44/28$$

Siendo:

N_{Past} Cantidad anual de nitrógeno aportado al suelo por el pastoreo (en toneladas).

FE₂ Factor de emisión correspondiente a las emisiones procedentes de aportes de nitrógeno a los suelos por el pastoreo.

44/28 Factor de conversión de nitrógeno en N₂O.

Cantidad anual de nitrógeno aportado al suelo por el pastoreo (N_{Past})

²⁰ Ecuación basada en la Ecuación 4.20 del Capítulo 4, Agricultura, del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Simplificada para no tener presente el cultivo de Histosoles y aportar directamente emisiones de N₂O. Tampoco se tienen presentes los aportes de nitrógeno asociados a los residuos agrícolas reincorporados al suelo

El aporte de nitrógeno por parte de esta actividad es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$N_{\text{Past}} = \sum_c [SC_{c,m} \cdot TPast_c]$$

Siendo:

N_{Past}	Cantidad anual de nitrógeno aportado al suelo por pastoreo (en toneladas).
$SC_{c,m}$	Hectáreas cultivadas del cultivo c en el municipio m .
$TPast_c$	Aporte de nitrógeno por pastoreo por hectárea de superficie del cultivo c , deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).

Factor de emisión de N_2O por cantidad de nitrógeno aportado a los suelos anualmente por el pastoreo (FE_2)

Se aplica el valor incluido en el Cuadro 4.12 del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 4 (Agricultura). Se ha seleccionado el valor propuesto para Praderas y Pastizales de 0,02 t N_2O -N / t N. Este valor también ha sido seleccionado por el MAPAMA para elaborar el Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de España.

- Emisiones indirectas de N_2O asociadas a la agricultura

Las emisiones de N_2O asociadas a los aportes de nitrógeno a los suelos se generan tanto de manera directa, es decir como consecuencia del incremento de la nitrificación y desnitrificación calculadas en el apartado anterior, como por varias vías indirectas, que se calculan en el presente apartado.

Entre estas últimas cabe destacar las emisiones de N_2O que se generan a partir del nitrógeno que las actividades agrícolas aportan a otros medios a través de dos procesos:

- lixiviación y escorrentía del nitrógeno aportado a los suelos,
- deposición atmosférica de nitrógeno contenido en los fertilizantes y estiércoles aplicados a los suelos.

Estos procesos generan flujos de nitrógeno hacia diferentes medios, donde se originan las emisiones de N_2O . La mayoría del nitrógeno se dirigirá hacia los medios acuáticos (ríos, lagunas, estuarios, etc.) por lo que las emisiones se generarán desde estos medios en gran medida.

Se ha de tener presente que en las operaciones realizadas en el apartado de aguas residuales se estiman las emisiones asociadas al aporte de nitrógeno a los cauces y medios desde la población humana, por lo que estas emisiones no son estudiadas en el

presente apartado, que se centra en el aporte de nitrógeno desde las actividades agrícolas.

La ecuación empleada para estimar las mismas es la siguiente²¹:

$$\text{Emisiones indirectas N}_2\text{O (t/año)} = ((\text{SC}_{c,m} * \text{TFM}_c * \text{Frac}_{\text{gasF}} + \text{SC}_{c,m} * \text{TEA}_c * \text{Frac}_{\text{gasM}}) * \text{FE}_4 + (\text{SC}_{c,m} * \text{TFM}_c + \text{SC}_{c,m} * \text{TEA}_c) * \text{Frac}_{\text{lixiv}} * \text{FE}_5) * 44/28$$

Siendo:

SC_{c,m}	Hectáreas cultivadas del cultivo <i>c</i> en el municipio <i>m</i> .
TFM_c	Fertilización mineral por hectárea de superficie del cultivo <i>c</i> , deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).
Frac_{gasF}	Fracción de los aportes de nitrógeno en fertilizantes que se volatilizan como NO _x y NH ₃ . (kg de NH ₄ -N y NO _x -N / t de N).
TEA_c	Aporte de nitrógeno en estiércol por hectárea de superficie del cultivo <i>c</i> , deducida a partir del Balance de Nitrógeno de la Agricultura Española (en t de N /ha cultivada).
Frac_{gasM}	Fracción de los aportes de nitrógeno en estiércol que se volatilizan como NO _x y NH ₃ (kg de NH ₄ -N y NO _x -N / t de N).
Frac_{lixiv}	Fracción de nitrógeno lixiviado en t de N lixiviado / t de N aplicado.
FE₄	Factor de emisión de N ₂ O de la deposición atmosférica de N en las superficies acuáticas y suelos en t de N ₂ O-N / t de N depositado desde la atmósfera.
FE₅	Factor de emisión de N ₂ O correspondiente a la lixiviación y escorrentía en t de N ₂ O-N / t de N lixiviación y escorrentía.
44/28	Factor de conversión entre nitrógeno y óxido nítrico.

La mayoría de los parámetros empleados en esta ecuación ya han sido descritos con anterioridad. El origen de los parámetros no empleados anteriormente es el siguiente:

Fracción de nitrógeno aplicado lixiviado (Frac_{lixiv})

Se asume que el 30% del nitrógeno aportado a los suelos es lixiviado, dirigiéndose a otros medios. Por tanto, el valor de este parámetro es de 0,3 toneladas de N lixiviado / t de N aportado a los suelos. Este valor se ha tomado de la Tabla 4-24 del documento Directrices

²¹ Basada en las ecuaciones 4.31 y 4.34 del Capítulo 4, Agricultura, del documento Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (IPCC, 2000)

del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero. Manual de referencia. Capítulo 4 (Agricultura).

Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N₂O procedentes de la deposición atmosférica de N en los suelos y superficies acuáticas (FE₄)

Para la estimación de las emisiones indirectas de N₂O se emplean los valores por defecto aportados por el IPCC, que para este factor es de 0,01 t de N₂O-N/t de NH₄-N y NO_x-N depositado. El origen de este dato es el Cuadro 4-18 del Capítulo 4 (Agricultura) del documento *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.

Factor de emisión correspondiente a las emisiones de N₂O procedentes de la lixiviación y escorrentía en t de N₂O-N/t de N lixiviación y escorrentía (FE₅)

Se emplean un factor de emisión de 0,025 t N₂O-N/t de N perdido por lixiviación y escorrentía, tomado del Cuadro 4-18 del Capítulo 4 (agricultura) del documento *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.

Ganadería

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al sector ganadero se encuentran fundamentalmente asociadas a procesos biológicos como la fermentación entérica.

En los apartados siguientes se indican las metodologías propuestas para estimar las principales fuentes emisoras vinculadas a la ganadería.

- Emisiones de metano generadas en la fermentación entérica del ganado doméstico

Las emisiones de este grupo tienen su origen en la fermentación entérica en condiciones anaerobias en el intestino del ganado. Su estimación se realiza a través de la aplicación de la siguiente ecuación²².

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (ton/año)} = \sum_T [N_T * FE_{T,a}] * 10^{-3}$$

Siendo:

N_T Número medio de cabezas de ganado de la categoría *T* durante el año *a* de estudio (en cabezas•año).

FE_{T,a} Factor de emisión de metano generado en la fermentación entérica correspondiente a la categoría *T* en kg de CH₄/(cabeza•año) en el año *a*.

²² Basada en la Ecuación nº 10.20 del Volumen 4 (Agricultura) de Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006). Adaptada parcialmente para operar con toneladas en lugar de con miles de toneladas.

10⁻³ Factor de conversión de kilogramos de CH₄ a toneladas de CH₄.

El origen de estos dos datos es el siguiente:

Número medio de cabezas de ganado (N_T)

Los datos se han estimado a partir de los aplicados para el cálculo de la “Huella de Carbono de los Municipios Andaluces”²³ de la Junta de Andalucía, en la que se ofrecen datos municipales desde el año 2000 al 2013. A partir de estos datos, se han elaborado estimaciones para los años 2014 a 2016.

Factor de emisión de metano proveniente de la fermentación entérica por cabeza de ganado (FE_{T, a})

El factor de emisión expresa las emisiones estimadas en kilogramos de CH₄ por cabeza de ganado y año. Se han localizado dos fuentes que aportan factores de interés, los cuales se recogen en la siguiente tabla. De entre ellas se ha optado por emplear los factores propuestos por el MAPAMA²⁴.

Estos valores son relativamente similares a los valores propuestos por IPCC en sus directrices para la elaboración de inventarios nacionales.

- Emisiones de metano de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Dado que el estiércol se encuentra compuesto mayoritariamente por materia orgánica, su descomposición en medio anaeróbico genera metano. Estas condiciones anaerobias tienen lugar en las instalaciones ganaderas, originando importantes emisiones directas de GEI. Al igual que para la categoría anterior, las emisiones de esta actividad se estiman a través de una metodología de nivel 1 propuesta por el IPCC, consistente en la aplicación de un factor de emisión por cabeza de ganado. La ecuación empleada es la siguiente²⁵.

$$\text{Emisiones de CH}_4 \text{ (ton/año)} = \sum_T [N_T * FEE_{Ta}] * 10^{-3}$$

Siendo:

N_T Número medio de cabezas de ganado de la categoría *T* durante el año de estudio (en cabezas•año).

FEE_{Ta} Factor de emisión de metano proveniente de la gestión de estiércol por cabeza de ganado correspondiente a la categoría *T* en kg CH₄/(cabeza•año) en el año *a*.

²³ <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/gei/views/public/calculoEmisionesPublic.xhtml>

²⁴ Concretamente, los datos empleados son los incluidos en la Tabla 10.4.5 del documento “Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP” (MARM)

²⁵ Basada en la Ecuación nº 10.22 del Volumen 4 (Agricultura) de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006). Adaptada parcialmente para operar con toneladas en lugar de con miles de toneladas

10^{-3} Factor de conversión de kilogramos a toneladas.

El número de cabezas de ganado (N_T) se ha calculado como se indica en el apartado anterior. Los factores de emisión empleados son los siguientes.

Factor de emisión de metano proveniente de la gestión de estiércol por cabeza de ganado ($FEE_{T,a}$)

Este factor aporta las emisiones estimadas en kilogramos de CH_4 por cabeza de ganado y año. Se emplean los valores considerados por el MAPAMA para la realización del Inventario de emisiones de GEI de España.

- Emisiones de óxido nítrico de la ganadería provenientes de la gestión de estiércol

Durante el almacenamiento y la gestión del estiércol previamente a su deposición en los campos, parte del nitrógeno es transformado en N_2O , generándose emisiones directas de este gas. Estas emisiones dependen del contenido de nitrógeno, que es deducido a partir de la cabaña ganadera, así como del tipo de tratamiento del estiércol. Para considerar ambos factores, se aplica la siguiente ecuación para estimar las emisiones de N_2O de esta fuente²⁶.

$$\text{Emisiones } N_2O \text{ (t/año)} = [\sum_{S,T} (N_T * Nex_{Ta} * MS_{T,S} * EF_{3(S)})] * 44/28 * 10^{-3}$$

Siendo:

N_T Número medio de cabezas de ganado de la categoría T durante el año de estudio (cabezas•año).

Nex_{Ta} Excreción anual media de nitrógeno por cabeza de ganado de la categoría T (kg N/cabeza• año), para el año a .

$MS_{T,S}$ Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada categoría T de ganado tratada en el sistema S de gestión de estiércol.

$EF_{3(S)}$ Factor de emisión de N_2O directo para el sistema S de gestión de estiércol (kg de N_2O -N/kg N aportado al sistema S de gestión).

$44/28$ Factor de conversión de nitrógeno en N_2O .

10^{-3} Factor de conversión de kilogramos a toneladas.

N_T es deducido a partir de los datos aportados por el SIMA y la Consejería de Agricultura y Pesca. El resto de los parámetros empleados en esta ecuación tiene el origen indicado a continuación.

²⁶ Basada en la Ecuación nº 10.25 del Volumen 4 (Agricultura) de Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero (IPCC, 2006). Adaptada para operar con toneladas en lugar de con kilogramos.

Excreción anual media de nitrógeno por cabeza de ganado de la categoría T. ($N_{ex,Ta}$)

Se emplean los valores de excreción por cabeza considerados por el MAPAMA para elaborar el Inventario de Nacional de Emisiones.

Fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada categoría T de ganado tratada en el sistema S de gestión de estiércol. ($MS_{T,S}$)

Los valores empleados han sido deducidos a partir del contenido de la Tabla 10.9.4. del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.

Factor de emisión de N_2O para el sistema S de gestión de estiércol ($EF_{3(S)}$)

Los factores de emisión de N_2O procedentes de los estiércoles animales según su sistema de gestión empleados se han tomado de la Tabla 10.9.5 del Volumen 2 del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008: Análisis por Actividades SNAP*.

Las emisiones de los sistemas de pastoreo se considera que se producen en la categoría de suelos gestionados, por lo que no son incluidas en esta categoría.

Aguas Residuales

Las emisiones asociadas a las aguas residuales estudiadas en la presente metodología comprenden la generación de metano en las líneas de tratamiento de aguas y fangos de las depuradoras, la combustión del biogás que se genera en estas instalaciones y las emisiones difusas de óxido nitroso asociadas al incremento del nitrógeno presente en los medios acuáticos como consecuencia de la actividad humana.

- Emisiones de metano debidas al tratamiento de aguas residuales

Las emisiones de GEI de mayor importancia del sector son las asociadas a la generación de metano en los procesos de tratamiento de aguas residuales. Éstas se producen tanto en la línea de fangos como en la de agua, siendo estimadas en base a una metodología común consistente en la aplicación de un factor de emisión característico de cada uno de los posibles tratamientos a los datos de actividad en términos de carga contaminante (p.ej. la demanda biológica de oxígeno).

Al igual que en otros sectores, a la hora de implementar esta metodología se ha optado por primar la facilidad de obtención de datos de partida frente a la precisión. La carga contaminante asociada al sector residencial puede ser estimada a partir de la población, aplicando un valor relativamente preciso como es 60 gr. de DBO/habitante/día²⁷. Esta

²⁷ Este valor es el empleado en el Inventario de Emisiones realizado por el MAPAMA. También se encuentra recogido en las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Concretamente en Cuadro 6.4. del Volumen 5 (Residuos)

aproximación incluye en los cálculos un margen de error controlado. De este modo, el dato de partida para este sector es el número de habitantes.

En base a ello, la metodología empleada para estimar las emisiones de metano de los diferentes tratamientos de aguas residuales se basa en la siguiente ecuación²⁸:

$$\text{Emisiones de CH}_4\text{(t/año)} = (\text{TOW} \cdot \text{S} \cdot \text{FE}_j) - \text{R}$$

Siendo:

TOW	Carga contaminante total (en t DBO)
S_j	Porcentaje de la carga contaminante dirigida al tratamiento (en fracción) ²⁹
FE_j	Factor de emisión del tratamiento j (en kgCH ₄ /kgDBO)
R	CH ₄ recuperado (en toneladas/año)

Las emisiones globales son la suma de las emisiones originadas por todos los tratamientos a los cuales se dirigen las aguas del municipio de Sevilla. El origen de los datos empleados para aplicar esta metodología es el siguiente:

Carga total contaminante (TOW)

La carga contaminante, expresada en tDBO/año, es calculada en función de la población indicada en el SIMA y otros datos complementarios aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{TOW} = \text{Pob} \cdot \text{Feq} \cdot \text{BOD} \cdot 10^{-6} \cdot 365$$

Siendo

POB	Número de habitantes
Feq	Factor de conversión de habitantes empadronados a habitantes equivalentes. Considerando los datos de habitantes equivalentes de Andalucía según el Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera ³⁰ (13.694.385 habitantes equivalentes) y la población de Andalucía se ha calculado un factor de 1,68 habitantes equivalentes/habitantes empadronados.
BOD	Demanda biológica de oxígeno por habitante y día. Se emplea un valor de 60 gDBO/hab/día, que es el valor sugerido por el IPCC en el Cuadro 6.4 del Volumen 5 de las Directrices de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Este valor coincidente con el empleado en el inventario de emisiones de GEI desarrollado por el MARM.

²⁸ Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Volumen 5: Residuos. Ecuación 6.1. Modificada para operar con toneladas anuales en lugar de miles de toneladas anuales y para operar con el factor S como un porcentaje de la TOW.

²⁹ En la fórmula original este parámetro se encuentra expresado en cantidad de DBO y no en términos de fracción.

³⁰ Este dato se ha obtenido de la tabla 9.10.2.1. del documento Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP.

- 10⁻⁶** Factor de conversión de gramos a toneladas. (0,000001 t/g).
- 365** Factor de conversión de días a años (365 días/año).

Porcentaje de la carga contaminante dirigida al tratamiento (S)

El parámetro S se emplea para estimar el porcentaje de la DBO total que es dirigida a un determinado tratamiento. Se ha optado por asumir un único tipo de tratamiento para el conjunto de las aguas tratadas en el municipio.

Se ha asignado un sistema de tratamiento prioritario al municipio de Sevilla, a partir del dato aportado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

La clasificación empleada en la base de datos aportada por la CMA considera 15 tipos de instalaciones. Dado que no se dispone de factores de emisión para todas estas categorías, se ha establecido una correlación entre estas categorías y las consideradas por el IPCC y el MAPAMA, para las cuales sí se conocen factores de emisión, siendo posible apreciar las correspondencias asumidas entre ambas clasificaciones.

Para el caso de Sevilla, la categoría a correlacionar con la considerada por el IPCC y MAPAMA es “*tratamiento aerobio bien gestionado*”. En el estudio se asume por defecto el siguiente planteamiento³¹: 25% de la DBO dirigida a la línea de aguas, que se asemeja a la categoría “Tratamiento aerobio bien gestionado” de IPCC. 75% de la DBO dirigida a la línea de fangos, de la cual, un 85% es tratada en condiciones anaerobias y un 15% en condiciones aerobias.

Factor de emisión del tratamiento j (FE_j)

En el Volumen 5 (Residuos) de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero se propone la siguiente ecuación, que es aplicada para el cálculo de este factor:

$$FE_j = B_0 * FCM$$

Siendo

- B₀** Capacidad máxima de producción de CH₄. Se asume un valor de 0,6 kgCH₄/kg de DBO, propuesto por las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* en el Cuadro 6.2 del Volumen 5 (Residuos). Este valor es el empleado en el documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.
- FCM** Factor de corrección del metano. Se toman los valores del Cuadro 6.3 del Volumen 5 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, excepto para aquellos tratamientos en los que se dispone de datos del Inventario Nacional de

³¹ Este planteamiento es similar al adoptado en las páginas 9.71 y 9.72 del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*. Página 9.72

Emissiones a la Atmósfera, en cuyo caso se han tomado los valores de esta última fuente.

Metano CH₄ recuperado (en toneladas/año) (R)

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía es la fuente de los datos de biogás consumido en las estaciones de tratamiento de aguas residuales, diferenciando el tipo de dispositivo de combustión.

Finalmente, se calcula la cantidad de metano contenido en el biogás consumido, para lo cual se ha aplicado la siguiente ecuación:

$$R = \sum BG_i * P_{CH_4} * D_{CH_4} / 1000$$

Siendo

R Cantidad de metano consumido atribuida al municipio en el conjunto de dispositivos de combustión, expresada en t/año.

BG_i Cantidad de biogás consumido en cada uno los dispositivos de combustión.

P_{CH₄} Porcentaje de metano en el biogás. Se asume un valor de 64% en términos de volumen.

D_{CH₄} Densidad del metano. Se asume un valor de 0,7143 kg de CH₄ / m³ de CH₄.

- *Emissiones de metano y óxido nítrico generadas por la combustión del biogás proveniente de aguas residuales*

La combustión del biogás en las EDAR genera reducidas cantidades de CH₄ y N₂O que son cuantificadas en este apartado. Para calcular las emisiones atribuibles al municipio se aplica la siguiente ecuación.

$$ECM_x = \sum (R_i * FE_{i,x}) / 10^6$$

Siendo

ECM_x Emisiones del contaminante x por combustión de biogás.

R_i Metano consumido en las instalaciones de tipo i.

FE_{i,x} Factor de emisión en términos gramos del contaminante x emitidos por tonelada de CH₄ quemada en las instalaciones de tipo i.

La cantidad de metano consumido empleada en esta ecuación coincide con el metano recuperado del apartado anterior, y es deducida a partir de los datos de volúmenes de biogás consumidos facilitados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. En cuanto a los factores de emisión, su origen se indica a continuación.

Factores de emisión

Los factores de emisión empleados son los incluidos en la tabla 9.4.8. del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*, expresados en g de CH₄ emitido / g de CH₄ consumido o g de N₂O emitido / g de CH₄ consumido.

- Emisiones de óxido nítrico provenientes de las aguas residuales

Las emisiones de óxido nítrico asociadas a las aguas residuales pueden producirse como emisiones directas provenientes de las plantas de tratamiento o como emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales después de la eliminación de los efluentes en ríos, lagos o en el mar.

Las emisiones directas derivadas de la nitrificación y desnitrificación en instalaciones de tratamiento de aguas residuales son consideradas menores, por lo que los cálculos propuestos se centran en las emisiones indirectas de N₂O derivadas de la presencia de compuestos nitrogenados en efluentes que se eliminan en medios acuáticos.

En base a estas hipótesis, la ecuación empleada para calcular las emisiones de esta fuente es la ecuación 9.10.2.8 del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*:

$$\text{Emisiones de N}_2\text{O (t/año)} = \text{Cons}_{\text{Proteína}} * \text{Frac}_{\text{NPR}} * \text{N}_{\text{pob}} * \text{FE}_6 * (44/28) * 10^{-3}$$

Siendo:

Cons_{Proteína}	Consumo anual per cápita de proteína, en kg/habitante/año.
Frac_{NPR}	Fracción de nitrógeno contenido en la proteína.
N_{Pob}	Población municipal.
FE₆	Factor de emisión.
Factor 44/28	conversión de kg de N ₂ O-N en kg de N ₂ O.
Factor 10⁻³	conversión de kilogramos (kg) a toneladas (t).

Consumo anual per cápita de proteína, en kg/habitante/año (Cons_{Proteína})

Los valores empleados han sido tomados de la *tabla 9.10.2.11.a.* del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.

Fracción de nitrógeno contenido en la proteína (Frac_{NPR})

Se aplica el valor empleado en *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP* (0,16, kg de N / kg de proteína), que coincide con el indicado en el cuadro 6.11 del Volumen 5 de las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*.

Población del municipio objeto de estudio (N_{Pob})

Para cada año se considera que la población es el promedio del valor indicado en SIMA como población empadronada a fecha 1 de enero de dicho año y el valor indicado por esta fuente para el 1 de enero del año siguiente.

Factor de emisión (FE_6)

Se aplica un factor de 0,01 kg N_2O-N /kg N en las aguas de saneamiento. Este valor ha sido tomado del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*.

Residuos

Puesto que la totalidad de los residuos del municipio tienen como destino una planta de recuperación y compostaje, las emisiones de metano generadas en vertederos son inexistentes. Únicamente se calculan, por tanto, las emisiones asociadas a la combustión de biogás.

- Emisiones asociadas a la combustión de biogás

La combustión del biogás genera cantidades de CH_4 y N_2O que son cuantificadas en este apartado de la metodología. Para calcular las emisiones atribuibles a cada municipio se aplica la siguiente ecuación.

$$ECM_x = \sum (R_i * FE_{i,x}) / 10^6$$

Siendo

ECM_x	Emisiones del contaminante x por combustión de biogás.
R_i	Metano consumido en las instalaciones de tipo i. (t de CH_4).
$FE_{i,x}$	Factor de emisión en términos de gramos del contaminante x emitido por tonelada de metano consumido en las instalaciones de tipo i.

La cantidad de metano consumido empleada en esta ecuación coincide con la empleada en el cálculo de las emisiones de las aguas residuales y es deducida a partir de los datos de volúmenes de biogás consumidos facilitados por la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía. En cuanto a los factores de emisión, su origen se indica a continuación.

Factores de emisión ($FE_{i,x}$)

Los factores de emisión empleados son los incluidos en la tabla 9.4.8. del documento *Inventarios Nacionales de Emisiones a la Atmósfera 1990-2008. Volumen 2: Análisis por Actividades SNAP*. En la tabla siguiente se incluyen los mismos, expresados en g de CH₄ emitido / g de CH₄ destruido o g de N₂O emitido / g de CH₄ destruido.

Dispositivo de combustión	g CH ₄ / t CH ₄	g N ₂ O/t CH ₄
Antorchas	8.000	90
Calderas	20.000	90
Motores	28.000	90
Turbinas	56.000	90

Tabla xxx. Factores de emisión por combustión de metano en el biogás

ANEXO 2. Anejo: Cálculos para la Reducción de Emisiones

EDIF2 – Edificios 100% renovables: construcción y reconversión							
Aplicación a 10 edificios de 3000 m2			kWh/año 10				
Consumo energético	188.9 kWh/m2	5.667.000	edif.3000m2	<i>Guía de auditorías energéticas en edificios de oficinas en la Comunidad de Madrid</i>			
Total 10 Edificios	5.667.000	kWh/año	kgCO2	tonCO²			
Refrigeración	60%	3.400.200	1.292.076	1.292			
Calefacción	15%	850.050	272.016	272			
Electricidad	25%	1.416.750	1.417	436	<i>Factor Conversión electricidad 2016</i>		
				2.000			
EDIF3 – Establecimiento de un fondo energético por el Ayuntamiento para la financiación de la renovación de edificios, a partir de los ahorros obtenidos gracias a renovaciones ya realizadas (aplicación a 10 edificios)							
Ahorros anuales por renovación en edificio tipo de 5.000 m2 (solo retornos de inversión de inmediata a 10 años)							
Actuación	Ahorro anual (€/año)	Ahorro energético estimado (%)	10 edificios (kWh/año)	Reparto Consumos (%)		Reducción Energía (kWh/año)	Reducción emisiones (tonCO ² /año)
Control presencia iluminación	13.500	10	5.667.000	Refrigeración (60%)	3.400.200	Sumas columna E	646
Control presencia climatización	13.500	10		Calefacción (15%)	850.050		81
Protección solar exterior (gestión)	13.500	10		Electricidad 250%)	1.416.750		153
Incluir protección solar exterior	20.250	15					880
Cambio luminarias	20.250	15					
Cambio máquinas climatización	20.250	15					
<i>Ahorro total anual (€/año)</i>	101.250						
<i>Ahorro de los 10 edificios (€/año)</i>	1.012.500						
<i>Ahorro de los 10 edificios en 2030(€/año)</i>	13.162.500						

EFIC1 – Monitorización energética y gestión de consumos en instalaciones municipales

Reducción del 35% de las emisiones de CO2	Aplicación a 10 edificios tipo	2000 ton CO ² /año	700	<i>OPERE - Sistema de monitorización energética de los edificios del Campus Vida. Proyecto Life - OPERE del Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la USC</i>
---	--------------------------------	-------------------------------	------------	---

EFIC3 – Proyecto piloto de edificio basado en elevados parámetros de eficiencia energética en el edificio de la sede de EMVISESA (Parque Empresarial Arte Sacro) para el seguimiento y análisis de su ampliación al resto de edificios municipales

Ahorro de energía	Reducción de CO2
<i>MWh/a</i>	<i>tCO2/a</i>
53	13.12

EFIC4 – Sustitución de gas propano y gas butano por gas natural en 16 edificios de colegios públicos municipales

Índice Térmico Colegio (kWh/m²)	<i>Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 27</i>		
115,98			
Factores Emisión Combustibles (kgCO2/kWh)	<i>Eficiencia energética instalaciones municipales FEMP. Pag 25</i>		
Gas Natural	0,204		
GLP o Propano	0,244		
Butano	0,244		
N° de colegios	Promedio m2	Total supf afectada	Total kWh demanda
16	1800	28.800	3.340.224
Emisiones actuales (kg y ton CO2/año)	Emisiones posteriores (kgCO2/año)	Reducción de CO2	
815.015	815	681.406	681 <i>tCO2/a</i>
			133.61

EFIC7– Sistemas de "Free-Cooling" en edificios y empresas municipales

N° de edificios	% Ahorro CO2	% Ahorro consumo
10	5% de las emisiones debidas a refrigeración	5% del consumo de refrigeración
Consumo 10 Edificios (kWh/año)	5.667.000	
Consumo refrigeración (kWh/año)	3.400.200	
Emisiones CO2 Refrigeración (ton/año)	1.292	
Reducción CO2 (ton/año)	64.60	

EFIC9 – Sustitución de luminarias en todos los edificios de EMASESA	
45 MWh/año de ahorro energético	<i>Dato aportado por EMASESA</i>
0.308 ton CO ₂ /MWh	<i>Mix eléctrico españo 2016</i>
13.9	

EFIC12 – Actuaciones de obra civil/electromecánica que suponen una mejora de la eficiencia y ahorro energético de EMASESA	
230.71 MWh/año de ahorro	<i>Dato aportado por EMASESA</i>
0.308 ton CO ₂ /MWh	<i>Mix eléctrico españo 2016</i>
71.1	

EDIF2 – Edificios 100% renovables: construcción y reconversión	
21 C. Comerciales	578.796 m ² <i>Fco. Javier Gallardo García - Sales Manager Engineering, Construction, Facility Management (https://es.linkedin.com/pulse/viabilidad-de-proyectos-centros-comerciales-en-sevilla-gallardo)</i>
Consumo energético edificio tipo	225,5 kWh/m ²
kWh/año en el 25% de la Supf. Existente	32.629.625 kWh/año <i>Promedio de 118 y 333 kWh/m² (Guía de Auditorías energéticas en C.Comerciales, Comunidad de Madrid)</i>

Distribución Consumos		Consumos kWh/año	Consumos MWh/año	Emisiones (ton CO ₂ /año)	
Calefacción y A/A	39%	12.725.554	12.726	3.919	<i>Factor Conversión electricidad 2016</i>
Iluminación	48%	15.662.220	15.662	4.824	
Transporte Mecánico	4%	1.305.185	1.305	402	
Frío Industrial	5%	1.631.481	1.631	502	
Otros	4%	1.305.185	1.305	402	
				10.050	

Ahorro potencial de consumo energético anual de un C.Comercial 20%-35%. <http://www.creaa.es/noticias/potencial-ahorro-energetico-los-centros-comerciales>

Distribución Consumos		Consumos kWh/año	Consumos MWh/año	Reducción Emisiones (ton CO ₂ /año)	
Calefacción y A/A	39%	3.563.155	3.563	1.097	<i>Factor Conversión electricidad 2016</i>
Iluminación	48%	4.385.422	4.385	1.351	
Transporte Mecánico	4%	365.452	365	113	
Frío Industrial	5%	456.815	457	141	
Otros	4%	365.452	365	113	
				2.814	

EDIF1 - Rehabilitación energética de viviendas

Censos de Población y Viviendas 2011. Edificios. Resultados Municipales

Sevilla

Viviendas principales según superficie útil por tamaño del municipio

m2	30	37,5	53	68	83	98	113	135	165	200
	750	11.939	41.764	71.177	72.031	27.301	17.622	14.842	5.307	5.702
Nº de viviendas	268.435									
Total m2 de viviendas	22.500	447.713	2.213.492	4.840.036	5.978.573	2.675.498	1.991.286	2.003.670	875.655	1.140.400
	22.188.823									
Promedio supf. Vivienda	83	m2								
20 % viviendas se someten a la medida	53.687	20 % de las viviendas								
	4.437.765	20 % de m2 de viviendas								
Demanda - Consumos energéticos de referencia edificios existentes	Demanda calefacción bloques (kWh/m2)	Demanda refrigeración bloques (kWh/m2)	Demanda ACS Bloques (kWh/m2)							
	52,9	41,2	12,3							
kWh 20% viviendas	234.757.742	182.835.897	54.584.503							

Porcentajes de ahorro según actuación*	Monitorización	Mejoras aislamiento	Modernización instalaciones	E. Renovables	Consumos, Medidas y Potenciales Ahorros en Edificios. Asociación de Empresas de Eficiencia Energética
	20%	20%	15%	12%	

*Porcentaje de ahorro potencial estimado con respecto al coste de la unidad de consumo a la que se reere.

Demanda - Consumos energéticos con ahorro por actuaciones de rehabilitación (kWh del 30% de las viviendas)	Demanda calefacción bloques (kWh/m2)	Demanda refrigeración bloques (kWh/m2)	Demanda ACS Bloques (kWh/m2)	keCO2/m ²	tonCO2/m ²	En todos los casos, las emisiones de CO2 de referencia para el servicio de agua caliente sanitaria se obtendrán multiplicando la demanda neta de referencia de agua caliente sanitaria por un coeficiente de paso cuyo valor será de 0.38 en el caso de localidades peninsulares (pag.45-"Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción")
	157.287.687	73.134.359	14.737.816			
	50.332.060	27.791.056	5.600.370			Para edificios destinados a vivienda, las emisiones de CO2 para calefacción se obtendrán multiplicando la demanda de calefacción del apartado III.1 por el coeficiente de paso de tabla III.3 (0,32) (pg.55)
Ahorro emisiones	50.332	27.791	5.600		83.723	Para edificios destinados a vivienda, las emisiones de CO2 de referencia para el servicio de refrigeración se obtendrán multiplicando la demanda de refrigeración de referencia obtenida en el apartado III.1 por el coeficiente de paso de la tabla III.4 (0,38)(pag.45-"Escala de calificación energética para edificios de nueva construcción")

EFIC5 - Incentivos para la renovación de electrodomésticos

Nº de viviendas	268.435	Consumos energéticos		
15% de viviendas	40.265	Clase D (kWh/año)	Clase A (kWh/año)	
Neveras	40.265	657	197	IDAE -Curso de etiqueta energético electrodomésticos
Lavavajilla	40.265	372	254	
Lavadoras	40.265	456	251	

Ahorro emisiones				
Clase D	Clase A	Clase D	Clase A	9.707
59.793.525	28.276.767	18.416	8.709	tonCO2/m²

EFIC06 – Adhesión al programa GreenLight de la Comisión Europea

Ahorros energético edificios tipo	kWh/año	<i>Guía técnica de iluminación eficiente. Sector Residencial y Terciario CAM</i>						
Supermercado mediano	78.680	1.573.600						
Hipermercado	423.000	1.269.000						
Edificio Oficinas	152.677	1.526.770	4.369	kWh/año ahorrados				
Aplicación a 20 supermercados/3hipermercados/10 edificios oficinas			1.346	ton CO2/año reducidas				

0,250 kg de CO₂/km para transporte vehiculo privado
 0,03 kg de CO₂/km por pasajero en transporte público
 turismo diésel turismo emite 2,6 kg de CO₂ por litro
 turismo gasolina turismo emite 2,3 kg de CO₂ por litro

MOV1- Aparcamientos disuasorios

Creación de 1000 plazas de aparcamiento			
Media de entrada a Sevilla (Km/veh)	10 km		
Km Totales ahorrados/día	10.000	km día	
Km Totales ahorrados/año	18.250.000	km/año	
Reducción emisiones anuales	4.563	tonCO ₂ /año	

MOV14- Elaboración de planes de acción para el transporte sostenible de empleados municipales, elaborados por cada una de las administraciones del Ayuntamiento

Es necesario el dato del número de empleados municipales para poder calcular las emisiones

EFIC2- Sistema Regenerativo de energía procedente del frenado de los trenes

Reducción de un 20% en el consumo de la energía	http://www.juntadeandalucia.es/html/especiales/especialmetro-sevilla/transporte-limpio.html		
Consumo eléctrico anual Metro Sevilla (kWh/año)	19.000.000	https://www.metro-sevilla.es/es/noticias/metro-sevilla-ha-contribuido-reducir-mas-22700-toneladas-co2-su-puesta-funcionamiento	
MWh/año ahorrados	MWh/año ahorrados	Ton CO ₂ /año evitadas	
5.700.000	5.700	1.756	

MOV15 – Campaña de información sobre una correcta comprobación de la presión de los neumáticos

Una presión de inflado de **0,3 bares menor** que la recomendada por el fabricante, repercute en un incremento de consumo del orden del **3%**.

Folleto IDAE: Uso eficiente del coche para consumidores y usuarios. Conduzca y utilice su vehículo de forma inteligente y sostenible

Consumos anuales parque municipal vehículos Sevilla (2016) ton/año	Calculado en el IER para las emisiones del tráfico rodado en 2016	Reducción del consumo (ton/año)		Reducción del consumo (kg/año)					
67.582	ton gasolina / año	2.027	ton gasolina / año	2.027.460	kg gasolina / año				
178.149	ton diesel / año	5.344	ton diesel / año	5.344.470	kg diesel / año				
turismo diésel: 2,6 kg CO ₂ /litro	<i>Datos aportados por TUSSAM</i>	Reducción de emisiones (tonCO ₂ /año)							
turismo gasolina: 2,3 kg CO ₂ /litro		6.224	ton gasolina / año	100% de los vehículos	40% de los vehículos				
Gasolina= 0,748 kg/litro	Gasolina= 3,07 kg CO ₂ /kg gasolina	16.408	ton diesel / año	22.632	9.053				
Diesel= 0,863 kg/litro	Diesel= 3,01 kg CO ₂ /kg diesel	Gasolina= 3,07 kg CO ₂ /kg gasolina		Diesel= 3.01 ka CO ₂ /ka diesel					