



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Estudio de herramientas adecuadas para medir las emisiones de gases de efecto invernadero municipales

Autor: Ángela Guevara Sala

Institución: Ayuntamiento de Granada

e-mail: agenda21@granada.org

Otros Autores: Nuria Guzmán Vico, Lorena García Martín, Pilar Martín Rodríguez, Verónica Márquez Hitos, Francisco Muñoz Collado y Jerónimo Vida Manzano.

RESUMEN

Granada inició su andadura frente al cambio climático en 2006, marcando las líneas de actuación, en cuanto al desarrollo municipal en materia de energía. Estas líneas tienen su continuidad en el plan de acción 2009-2013 por una Granada sostenible para el Milenario, segundo plan de acción promovido por la Agenda 21 Local. Más recientemente Granada firma el 27 de marzo de 2009 el Pacto de los Alcaldes, manifiesto propuesto por la Comisión Europea, en el que las autoridades se comprometen a reducir en más del 20% las emisiones de CO₂ con respecto a 1990, mediante el ahorro de energía y el uso de energías renovables. La Agenda 21 Local de Granada ha sido promotora de dichos compromisos y por tanto ha asumido como propias las metas planteadas y el esfuerzo necesario para su consecución. El primer paso es, pues, realizar el diagnóstico o inventario de emisiones para poder conocer el punto de partida y los sectores que tienen más influencia en el efecto invernadero. A nivel local el inventario sirve a las autoridades municipales para conocer el impacto de sus decisiones en el clima. Para ello se cuenta hasta ahora con tres herramientas específicas que están en continua evolución y perfeccionamiento ya que se busca el equilibrio entre la simplicidad y la precisión de los cálculos. Herramienta 1 - FEMP: Cálculo del Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del cambio Climático de la Federación de Municipios y Provincias. Herramienta 2 - CE: Línea de base del inventario de emisiones del Pacto de Alcaldes, de la Comisión Europea. Herramienta 3 - JA: Cálculo de la Huella de carbono de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. La oficina técnica de la Agenda 21 inicia un estudio comparativo entre estas herramientas, centrado en los sectores de actividad implicados, flexibilidad en su uso, años de referencia y la metodología empleada en el cálculo, con el objetivo de discernir entre las similitudes, diferencias y adecuación de las diferentes aplicaciones. Los resultados del estudio nos dan las claves y criterios de selección del que será el inventario de emisiones de gases que contribuyen al cambio climático en Granada.

Palabras Clave: Inventario de emisiones; Pacto de Alcaldes; Herramientas; CO₂; efecto invernadero; Cambio climático; Huella de Carbono;

1. Introducción

Está ampliamente aceptado que los gases de efecto invernadero producidos por el género humano están causando daños en el medio ambiente. Precisamente, el **IV Informe de Evaluación del IPCC sobre Cambio Climático**, por el cual el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, obtuvo el Premio Nobel de la Paz 2007 compartido con Al Gore, relaciona directamente el cambio climático con la actividad humana.

El **cambio climático** ha dejado de ser la preocupación de los ecologistas para ser reconocido como **un reto**. Todo el mundo cree que es importante disminuir estas emisiones: científicos, ambientalistas, políticos, empresas, consumidores,... Existen ya etiquetas que nos informan del índice de carbono o cantidad de emisiones emitidas por el producto en el proceso de fabricación.

En este contexto aparece un nuevo indicador que pretende medir la contribución de la actividad humana en el efecto invernadero, es la **Huella de Carbono**.

La huella de carbono es la conversión de todos los impactos ambientales de una organización (consumos y desechos) a carbono o a emisiones equivalentes de CO₂. Dicho de otra forma, **es el conjunto total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas directa o indirectamente por un individuo, organización, evento o producto**. El cálculo de la huella de carbono puede y debe ser el primer paso para reducir las emisiones que provocan el cambio climático. Los GEI o GHG (Greenhouse gases) son emisiones de CO₂ y otros gases producto, en su mayoría, de la combustión de combustibles fósiles, que producen efecto invernadero en la atmósfera y calentamiento del planeta.

En este contexto aparecen las calculadoras de CO₂ o herramientas para el cálculo de las emisiones GEI y Huella de Carbono. Estas herramientas son una ayuda y contribuyen a que las organizaciones sean entidades socialmente responsables y a la concienciación de la ciudadanía, mediante el mensaje de que hay otras formas de vivir (de menor impacto en el planeta) sin perder calidad de vida (sino todo lo contrario) mediante prácticas más sostenibles.

Granada inició su andadura frente al cambio climático en 2006, marcando las líneas de actuación, en cuanto al desarrollo municipal en materia de energía. Estas líneas tienen su continuidad en el Plan de Acción 2009-2013 por una Granada sostenible para el Milenario, segundo plan de acción promovido por la Agenda 21 Local.

Más recientemente Granada firma el 27 de marzo de 2009 el Pacto de los Alcaldes, manifiesto propuesto por la Comisión Europea, en el que las autoridades se comprometen a reducir en más del 20% las emisiones de CO₂ con respecto a 1990, mediante el ahorro de energía y el uso de energías renovables.

La Agenda 21 Local de Granada ha sido promotora de dichos compromisos y por tanto ha asumido como propias las metas planteadas y el esfuerzo necesario para su consecución. El primer paso es, pues, realizar el diagnóstico o inventario de emisiones

para poder conocer el punto de partida y los sectores que tienen más influencia en el efecto invernadero. A nivel local el inventario sirve a las autoridades municipales para conocer el impacto de sus decisiones en el clima.

Para ello contamos con numerosas herramientas y guías. Algunas nos sirven para medir las emisiones y otras nos marcan también las pautas para comunicar el inventario, reducir o compensar las emisiones. Tres de esas herramientas nos han sido facilitadas por diferentes organismos de redes (europea, nacional y regional), directamente relacionadas con la lucha por el clima, a las que pertenecemos.

- Herramienta ligada al Pacto de Alcaldes, de la Comisión Europea.
- Herramienta de la Red de Ciudades por el Clima de la FEMP
- Herramienta para el Cálculo de la Huella de la Junta de Andalucía.

No obstante, a lo largo de nuestro trabajo nos encontramos con más herramientas que quieren normalizar la situación y facilitar la tarea de diagnosticar y evaluar el impacto de una entidad (pública o privada), una localidad o un producto. Las metodologías son diversas y se plantea la duda de cuál es la herramienta más adecuada para nuestra ciudad.

El objetivo de este estudio es discernir entre las similitudes, diferencias y adecuación de las diferentes aplicaciones. Los resultados nos dan las claves y criterios de selección del que será el inventario de emisiones de gases que contribuyen al cambio climático en Granada.

2. Metodología

La Oficina Técnica de la Agenda 21 realiza un estudio comparativo entre las herramientas principales a nuestra disposición, en este momento, con dos enfoques.

➤ **Análisis de las diferentes metodologías**

Se seleccionan, de entre todas las herramientas que llegan a nuestras manos, las que están teniendo mayor trascendencia y que tratan de normalizar un método válido para comparar inventarios de diversos usuarios.

No obstante, aparecen continuamente nuevas herramientas que serán seguramente propuestas válidas que habrá que tener en cuenta.

Así pues en este estudio se comparan en detalle 7 propuestas:

Herramienta 1 – PAES: Inventario de emisiones del Pacto de Alcaldes, de la Comisión Europea.

Herramienta 2 - FEMP: Cálculo del Indicador común Europea A2 para el Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático, de la Red de Ciudades por el Clima de la Federación de Municipios y Provincias.

Herramienta 3 - JA: Cálculo de la Huella de Carbono de la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano perteneciente a la Consejería de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de la Junta de Andalucía.

Herramienta 4 – GHG Protocol o Protocolo de GEI: Estándar Internacional para el cálculo y comunicación del Inventario de emisiones de WRI and WBCSD (World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development).

Herramienta 5 – ISO 14064: Estándar internacional desarrollado por ISO (International Standard Organization).

Herramienta 6 – PAS2050: Normativa para el Cálculo de la Huella de Carbono de una actividad, desarrollada por Carbon Trust y Defra (Department for environment, food and rural affairs del Gobierno Británico).

Herramienta 7 – MC3: Método de las cuentas contables para el cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica, de Jose Luis Domenech.

Mediante la comprensión de los documentos que describen cada una de las herramientas (directrices o guías y herramientas de cálculo) se van determinando las diferencias y similitudes en base a unos criterios ideados para descubrir las peculiaridades más interesantes. Los criterios para la comparación son:

- Destinatarios de la herramienta
- Metodología utilizada
- Unidades
- GEI tenidos en cuenta
- Alcance de las emisiones
- Factores de emisión empleados
- Sectores contabilizados
- Emisiones debidas al transporte
- Otras diferencias

- Inconvenientes o puntos débiles
- Ventajas o puntos fuertes

➤ **Aplicación a la ciudad de Granada**

Se han usado las tres herramientas propuestas por las redes sobre el cambio climático a las que pertenecemos para el **cálculo real de las emisiones** de gases de efecto invernadero del municipio de Granada.

Se han recopilado **datos que incluyen los consumos de recursos, producción y tratamiento de residuos y parque móvil** para calcular las emisiones procedentes de los sectores difusos (en la mayoría de las herramientas), ya que el sector industrial más contaminante se rige por la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación y sus emisiones están controladas mediante el registro Eper o PRTR- España.

Los datos recogidos proceden de diversas fuentes de información tales como datos del INE o del SIMA y datos del Ayuntamiento de Granada.

Se utilizan los **mismos datos** en las tres herramientas pero esto se presenta dificultoso en algunos casos precisamente por las diferencias detectadas en el punto anterior.

3. Estudio comparativo

3.1 Análisis de las diferentes metodologías

Como se ha indicado en la sección 2 se ha desarrollado un análisis de cada una de las herramientas en base a los documentos que la definen. A continuación se ofrece una breve descripción general de cada herramienta.

3.1.1 Herramientas de estudio

▶ **Herramienta PAES: Inventario de emisiones del Pacto de Alcaldes, de la Comisión Europea.**

Los signatarios del Pacto de Alcaldes, por una Energía Sostenible Local, tienen el compromiso de presentar un **Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)** en el año siguiente a su adhesión, y, de esta manera, mostrar cómo van a alcanzar su objetivo de reducción del CO₂ para 2020. Con el fin de ayudar a los signatarios del Pacto a realizar su objetivo, la Mesa del Pacto entre Alcaldes ha elaborado, en estrecha colaboración con el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, una plantilla de PAES. Este documento, es una plantilla en Excel que se compone de tres partes principales dedicadas a los siguientes aspectos:

- **Visión a largo plazo y estrategia general:** Se especificará aquí el objetivo global de emisión de CO₂ previsto, las áreas de actuación prioritarias, la asignación de personal y las capacidades financieras.
- **Resultados fundamentales del inventario de referencia de las emisiones:** se indicará en esta hoja de cálculo, el nivel actual de consumo de energía y se determinan cuáles son las principales fuentes de emisión de CO₂.

- **Elementos fundamentales del Plan de Acción para la Energía Sostenible:** Se definen las medidas previstas a corto y a largo plazo para poner en práctica la estrategia general, junto con los plazos, la distribución de responsabilidades y los presupuestos asignados.

Escogemos pues la segunda parte de la aplicación para realizar la comparativa.

La característica principal de la plantilla es que está **diseñada para resumir los datos más importantes de su inventario** y no como instrumento para calcular sus emisiones de CO₂. Esto podría sugerir que apartáramos esta herramienta del estudio pero es una plantilla necesaria para la participación en el Pacto de Alcaldes y al fin y al cabo nos da los criterios para el cálculo de las emisiones y por eso la tenemos en cuenta en el estudio.

La segunda característica más importante es que, en el marco del Pacto entre Alcaldes, el inventario de referencia de las emisiones (así como el Plan de Acción) **se basan en el consumo final de energía**, del Ayuntamiento y todos los sectores sobre los que tiene competencia, incluida la industria que no está incluida en el mercado de emisiones.

► **Herramienta – FEMP Municipios: Herramienta de la Red Española de Ciudades por el Clima de la FEMP (Federación de Municipios y Provincias).**

La FEMP pone a nuestra disposición una aplicación para el Cálculo del Indicador común Europeo A2 ICCG (Contribución Local al Cambio Climático Global). Mediante el ICCG se pretende calcular las emisiones de GEI no sólo en el municipio, sino también las atribuibles a la actividad de la administración local. Para ello la herramienta dispone de dos partes una específica para el municipio y otra específica para la administración. En el estudio comparativo nos centramos en la parte de la aplicación destinada al municipio.

El ICCG **se calcula sumando las emisiones de GEI derivadas de la energía, de la agricultura (y ganadería) y de los residuos, restando las emisiones absorbidas por los sumideros**. Además, este indicador nos sirve para analizar la efectividad de las medidas que se han puesto en marcha en el municipio ya que nos ofrece un resumen de resultados anual y un informe de evolución.

En la categoría de energía se tiene en cuenta el consumo de energía eléctrica del sector industrial, residencial y servicios, la producción de electricidad a partir de energías renovables, restando sus emisiones y el consumo de combustibles en otros usos diferentes al transporte.

Se ofrece la posibilidad de contabilizar las emisiones totales con o sin las emisiones derivadas de la industria que se recogen en el PRTR-España, es decir las incluidas en la Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación. Esta aplicación dispone de un documento descriptivo y guía que facilita la comprensión de los cálculos realizados y se muestran las fórmulas y los factores de emisión empleados con la posibilidad de cambiarlos para cada año según las publicaciones del Inventario nacional de Emisiones o Informes de IPCC.

► **Herramienta – JA Huella de Carbono: Propuesta de la Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano de la Junta de Andalucía.**

Esta es una propuesta de la Consejería de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino de la Junta de Andalucía, que lidera un proceso de difusión y dinamización del Pacto de Alcaldes en la región andaluza. Su objetivo es que el 100% de los municipios se adhieran a la iniciativa de reducción para el 2020 y va por buen camino ya que Andalucía es la región europea con el mayor seguimiento e implicación en la iniciativa de la Comisión Europea.

Para ello, informa, facilita y coordina la aplicación de los compromisos, adquiridos **en el marco del Pacto de Alcaldes**, poniendo a disposición de todos los municipios andaluces una **herramienta de cálculo, cumplimentada a partir de bases de datos como el SIMA para el año de referencia seleccionado (2007)**, y gestionando plazos de entrega flexibles con la Comisión Europea. Además, está previsto que, de igual manera, faciliten un PAES cumplimentado en parte y a completar por los Ayuntamientos que deberán devolverlos a la Junta de Andalucía, que lo hará llegar a la Comisión Europea.

Así es, la aplicación informática basada en una hoja Excel, colgada en la web y con acceso restringido, contiene ya la mayoría de los datos necesarios para el cálculo pero se solicita la verificación de que los datos introducidos son los mejores disponibles y se da la posibilidad de cambiarlos por otros más fiables que el Ayuntamiento conozca a través de su gestión del municipio.

El principal problema de esta herramienta es la rigidez de la misma, aunque sabemos que se basa en la metodología planteada por el Inventario de emisiones, no se muestran las fórmulas empeladas para el cálculo y no se describe con detalle ni la metodología empleada ni los datos que se deben introducir. Es una herramienta sencilla pero que no da pie a entender y adaptar el inventario a las circunstancias de cada municipio.

► **Herramienta – GHG Protocol: Protocolo internacional elaborado por el WRI (World Resources Institute y el WBCSD (World Business Council for Sustainable Development)).**

El GHG Protocol es un Protocolo de GEI o Estándar Internacional para el cálculo y la comunicación del Inventario de emisiones surgido del trabajo de distintas empresas, gobiernos y ONGs ambientales. Pretende ofrecer un marco para contabilizar de manera estándar las emisiones de gases de efecto invernadero, de entidades públicas o privadas, a nivel local o internacional.

Tiene una **metodología extensa y complicada pero eficaz para la obtención de las emisiones GEI directas e indirectas**. Utiliza una visión intersectorial y contabiliza las emisiones, de cualquier sector, por ejemplo las debidas al uso de combustible en instalaciones productivas, a los viajes, a la combustión estacionaria y a las emisiones indirectas derivadas de la compra de electricidad. Incluso permite el tratamiento de todas las emisiones indirectas que se producen a partir de fuentes que no son propiedad de la empresa, como las actividades de extracción y producción de las materias primas y su transporte.

Las organizaciones deberán elegir justificadamente un año de base (o de referencia para marcar objetivos de reducción) a partir del cual los datos de emisiones fiables están disponibles.

Se está desarrollando ya la herramienta específica destinada a los gobiernos locales.

► **Herramienta – ISO 14064: Estándar internacional desarrollado por ISO (International Standard Organization) para calcular, monitorizar y validar los inventarios e informes de reducción de GEI.**

La norma ISO 14064:2006 contiene un conjunto de criterios para la contabilización y verificación de informes GEI, definiendo las mejores prácticas internacionales. La norma está estructurada de la siguiente manera:

- La parte 1 de la norma detalla los principios y requerimientos para el diseño, desarrollo, gestión y comunicación de los inventarios de GEI a nivel de una planta o de toda una organización
- La parte 2 de la norma se focaliza en proyectos específicamente diseñados para reducir las emisiones de GEI o aumentar la absorción de GEI.
- La parte 3 de la norma especifica requisitos para validar o verificar los informes o declaraciones sobre GEI.

Por tanto, esta norma ISO **nos da las especificaciones a cumplir si queremos obtener un inventario de emisiones normalizado**, comparable a nivel internacional, de nuestra organización. Nos ayuda a identificar las fuentes y sumideros de CO₂, a definir el alcance y línea de base así como de dónde obtener los datos, pero **no nos facilita la herramienta informática de cálculo** para hacerlo.

Existe ya un borrador de la norma ISO 14067 para el cálculo de la Huella de Carbono de los productos.

► **Herramienta – PAS2050: Normativa para el Cálculo de la Huella de Carbono de una actividad, desarrollada por Carbon Trust y Defra (Department for environment, food and rural affairs del Gobierno Británico).**

El Reino Unido es una región pionera en la elaboración de inventarios GEI tanto a nivel empresarial (desde el año 1990) como municipal (desde el año 2000).

Los organismos promotores de esta actividad son, principalmente, el Carbon Trust, entidad independiente sin ánimo de lucro financiada por el Gobierno del Reino Unido que lleva a cabo diversos proyectos relacionados con el cambio climático, el Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales.

De hecho, en este país será obligatorio a partir del 2016, en ciertos sectores, que la producción sea neutra en emisiones de CO₂ y se está estudiando la posibilidad de poner aranceles de exportación relacionados con las emisiones de CO₂ por producto. Por estas razones, se ha desarrollado una guía para la Huella de Carbono o índice de carbono de un producto, basado en el análisis de su ciclo de vida según las normas ISO 14040 y 14044, destinada a las organizaciones que suministran bienes o servicios.

Con el enfoque centrado en el producto versión revisada PAS 2050:2008, ofrece directrices para establecer los límites del producto o servicio, a través de la definición de un mapa de procesos y el análisis de las entradas y salidas de recursos, para posteriormente calcular las emisiones derivadas de esos procesos. La guía proporciona ejemplos pero ninguna aplicación informática para completar con datos la fórmula general: **Huella de carbono de una determinada actividad de datos = Actividad (masa / volumen / kWh / km) x factor de emisión (CO₂e por unidad).**

Basados en los mismos criterios que la norma PAS2050, en 2003, se inició un proyecto piloto con varias autoridades locales en el que se facilitó por primera vez una herramienta para el cálculo de emisiones a nivel municipal. Consiste en una herramienta de cálculo Excel que abarca los distintos sectores presentes en un municipio y que identifica los datos de entrada que se deben cumplimentar. Ya hay informes estadísticos con los resultados de este proyecto pero la herramienta informática, aparentemente, no está disponible.

► **Herramienta – MC3: Método de las cuentas contables para el cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica, de Juan Luis Domenech.**

Juan Luis Domenech, Biólogo por la Universidad de Oviedo y actual Responsable de Medio Ambiente de la Autoridad Portuaria de Gijón, fue el coordinador del grupo de trabajo que desarrolló la huella ecológica corporativa. Fruto del trabajo de este grupo es la **propuesta metodológica para estimar la huella del carbono corporativa (HCC)**, basada en el “método compuesto de las cuentas contables” (MC3).

La metodología MC3 convierte a carbono todos los tipos de consumos posibles (combustibles, electricidad, materiales, obras, servicios, suelo, agua, recursos agrícolas, ganaderos, pesqueros y forestales). El cálculo comprende todas las categorías de consumo incluidas las fuentes derivadas del uso del suelo y del consumo de recursos orgánicos. **Permite calcular ciclos de vida “enfocados a la organización”** ya que incluye tanto las emisiones directas, realizadas en las instalaciones de la empresa, como las emisiones indirectas surgidas al adquirir bienes y servicios que incorporan energía en su obtención. El ciclo de vida estudiado recoge la demanda de superficie y la generación de emisiones desde la extracción de materias primas hasta la comercialización del bien, incluyendo la huella de la manufactura del producto y el transporte al lugar de venta. Se excluyen las emisiones derivadas del uso y eliminación del bien por parte del consumidor.

Se trata de un enfoque ACV no del todo completo ya que las actividades de cada organización no se descomponen en procesos unitarios en los que se estudia con todo detalle el consumo de energía o la cantidad de cada sustancia implicada, determinando cantidad la energía, materiales necesarios... para obtener una unidad de los bienes producidos. En lugar de realizar esta cuantificación, se recogen todas las entradas de bienes y servicios de la organización estudiada.

Es una hoja de cálculo excel totalmente transparente pues todos los factores de conversión están “a la vista”, que funciona como una matriz de consumos y superficies y puede ser empleada por cualquier entidad aunque de momento se ha probado sólo en entidades privadas.

El resultado puede expresarse en toneladas de CO₂ (Huella de Carbono) o en hectáreas (Huella ecológica).

Compatible con ISO 14064 que no ofrece herramienta de cálculo, permite el eco-etiquetado de bienes y servicios, y se está revisando para incluir las emisiones de otros gases de efecto invernadero además del CO₂.

3.1.2 Definición de Criterios para la comparación

Para el estudio comparativo se han definido unos criterios que pretenden resolver a las principales dudas que se generan a la hora de inventariar las emisiones GEI. Así pues, se han analizado las siete herramienta bajo esos criterios seleccionados.

Los primeros datos de cada herramienta son datos generales y “personales”, tales como autores, referencias, contexto, revisiones y objetivos.

Criterios establecidos:

- **Destinatarios:** esta característica influirá mucho en la definición de la herramienta en cuanto a sectores o categorías tenidos en cuenta.
- **Metodología:** tipo de aplicación para el cálculo.
- **Unidades:** cómo se expresa el resultado obtenido.
- **GEI:** Gases de efecto invernadero tenidos en cuenta para el inventario, independiente de las unidades del mismo.
- **Alcance:** si se contabilizan las emisiones indirectas o sólo las emisiones directas derivadas de los consumos y desechos.
- **Factores de emisión:** a partir de qué metodología se calcula el factor de emisión empleado y en concreto cuál se usa para el consumo de energía eléctrica.
- **Sectores:** actividades que se contabilizan y de qué manera, si sólo por su consumo de energía o también por otro tipo de emisiones directas.
- **Emisiones debidas al transporte:** por ser éste un sector difuso de gran influencia en el total de emisiones, se considera a parte para clarificar de qué manera se calculan sus emisiones.
- **Otras diferencias:** otras características importantes que marcan diferencias entre las herramientas como por ejemplo si propone un año de referencia, si permite realizar estimaciones o si el factor de emisión elegido debe ser fijo o se modifica anualmente.
- **Inconvenientes:** puntos débiles encontrados, desde nuestro punto de vista, para el cálculo de la huella de carbono municipal.
- **Ventajas:** Puntos fuertes a destacar que facilitan el cálculo o la definición de medidas para la reducción de emisiones a nivel municipal.
- **Observaciones:** Otros aspectos destacables.

3.1.3 Resumen comparativo

Los resultados del estudio comparativo se expresan en forma de tabla para mostrar las similitudes y diferencias entre las herramientas.

NOMBRE		PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
AUTORES		Comisión Europea.	MARM, FEMP Y Factor CO2.	DG CCMAU, CMA Junta de Andalucía.	WRI and WBCSD	ISO ONG	Defra y Carbon Trust	Juan Luis Doménech Quesada
REFERENCIAS		IPCC.	IPCC 2007. Indicador Común Europeo A2 de Contribución Local al Cambio Climático: ICCG.	IPCC e Inventario Nacional de Emisiones.	IPCC 1996 y 2006.	PAS2050 y GHC Protocol.	Normas ISO 14044 e ISO 14021, IPCC 2006 y 2007.	Huella ecológica. IPCC 2007.
CONTEXTO		Pacto de Alcaldes: meta -20% en 2020.	Estrategia Local del Cambio Climático, Red Española de ciudades por el clima.	Pacto de Alcaldes: meta -20% en 2020.		Protocolo de Kyoto.	Legislación del Reino Unido relativa a la neutralidad de carbón.	Huella ecológica aplicada al efecto invernadero.
REVISIONES		2009.	2007, 2009.	2009.	2001, 2004.	2006.	2008.	2000-2010.
OBJETIVOS		Resumir los aspectos más importantes de un inventario de emisiones en base al consumo final de energía.	Calcular las emisiones directas de un municipio debido a las actividades realizadas en el mismo.	Calcular la Huella de Carbono de manera sencilla para el cumplimiento de los compromisos del Pacto de Alcaldes.	Calcular de manera normalizada las emisiones GEI directas e indirectas de cualquier organización.	Asegurar la credibilidad de los inventarios e informes de reducción de emisiones GEI.		
DESTINATARIOS	ENTIDADES LOCALES		√		√			√
	MUNICIPIOS	√	√	√				√
	EMPRESAS				√	√	√	√
	PRODUCTOS O SERVICIOS					√	√	√
METODOLOGÍA		Plantilla EXCEL con 3 hojas: Estrategia, inventario, Plan.	Programa en base de datos con fórmulas visibles y modificables.	Hola de cálculo Excel con fórmulas ocultas y no modificables.	Diferentes hojas de cálculo Excel con fórmulas ocultas y no modificables.	Requisitos pero no herramienta.	Fórmula general: Carbon footprint of a given activity = Activity data (mass/volume/kWh/km) × Emission factor (CO2e per unit)	Hoja de cálculo con factores de conversión visibles y sustituibles que funciona una matriz de consumos-superficies .
UNIDADES		ton CO2 o ton equiv CO2 /año (absoluto o per cápita)	ton CO2 o ton equiv CO2 /año	ton equiv CO2 /año	ton equiv CO2 /año	ton equiv CO2 /año	ton equiv CO2 /año	hectáreas bioproductivas o ton de CO2
GASES	CO2	√	√	√	√	√	√	√
	CH4	√	√	√	√	√	√	
	NO2	√	√	√	√	√	√	
	HCFS				√	√	√	
	PFCs				√	√	√	
	SF6				√	√	√	
GWP si CO2=1		CH4=21 N2O=310	CH4=25 N2O=298	CH4=21 N2O=310		CH4=21 N2O=310	CH4=25 N2O=298	

NOMBRE		PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
ALCANCE	- DIRECTO	√ (IPCC)	√	√	√	√	√	√
	-INDIRECTO	√ (ACV)			√	√ (con posibles exclusiones)	√	√
FACTORES DE EMISIÓN	Método ACV o LCA	√					√	
	Método Standard IPCC	√	√	?	√	√		√
	Método ELCD	√						
	IN Emisiones		√	√		√		√
	Consumo eléctrico	España 0,440 tCO ₂ /Mwh o EU27 0,460	Varía anualmente según el mix. 2006: 0,375	0,45 tCO ₂ /mWh (Inventario Nacional 2007)	España 2006: 0,35 kgCO ₂ /kWh		Calculado según el ACV de la fuente de energía.	ton CO ₂ /GJ combustible (MMA 2006)
SECTORES	- PRODUCCIÓN ENERGÍA	√ (local)	√ (local y renovables)		√		√	
	- CONSUMO ENERGÍA	Todas las posibilidades para los sectores marcados abajo.	√	√	Todas las posibilidades para los sectores marcados abajo.	Todas las posibilidades para los sectores marcados abajo.	Todas las posibilidades para los sectores marcados abajo según ACV.	√
	Electricidad	√	√	√	√	√	√	√
	Calefacción/refrigeración	√			√	√	√	√
	Combustibles fósiles	√	√	√	√	√	√	√
	Energías renovables	√			√	√	√	√
	INDUSTRIA	√ (consumo E)	√ (Electricidad, combustión y proceso)	√ (Electricidad y combustibles)	√	√ (Electricidad, combustión y proceso)	√	√
	RESIDENCIAL	√ (consumo E)	√ (Electricidad y combustible)	√ (Electricidad y combustible)	√			
	SERVICIOS	√ (consumo E)	√ (Electricidad y combustible)	√ (Electricidad y combustible)	√	√ (Electricidad y combustible)	√	√
	AGRICULTURA/GAN.	√ (consumo E)	√ (actividades emisoras)	√ (actividades emisoras)	√	√ (actividades emisoras)	√	√
	ADMINISTRACIÓN	√ (consumo E)	√ (cálculo a parte)	√ (electricidad)	√		√	
	RESIDUOS	√ (consumo energía y tratamiento)	√ (emisiones tratamiento)	√ (emisiones tratamiento y eliminación)	√	√	√	√ (consumo E)
	AGUAS RESIDUALES	√ (consumo energía y tratamiento)		√ (emisiones tratamiento)	√	√	√	√ (consumo E)
TRANSPORTE	√	√	√	√	√	√	√	

NOMBRE		PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
EMISIONES TRANSPORTE por carretera	Turismos y taxis	√	√	√	√	√	√	
	Camiones y furgonetas	√	√	√	√	√	√	
	Autobuses y TP	√	√	√	√	√	√	
	Vehículos de dos ruedas	√		√	√	√	√	
	Por combustible usado	√	√	?	√	√	√	√
	Por combustible vendido	(error 5%)				√		
OTRAS DIFERENCIAS	Según parque móvil		√	√	√			
	AÑO BASE/DE REFERENCIA	Se propone 1990 pero se recomienda que sea el año a partir del cual se encuentran datos fiables.	La última herramienta se diseñó para poder ser usada a partir de 2009.	Se ha elegido el año de base para todos los municipios andaluces adheridos al Pacto de Alcaldes el 2007.	Se debe elegir un año de manera razonada y a partir del cual hay datos fiables. También se puede tomar de referencia un promedio de varios años lo que suaviza las fluctuaciones.	Desde el diseño del proyecto hasta el final.	-	-
	ESTIMACIONES	No permite estimaciones partiendo de datos regionales o nacionales.	Permite extrapolaciones partiendo de datos regionales, autonómicos o nacionales.	No se dice nada al respecto.	Se permiten estimaciones sólo en el caso de desconocimiento de los datos reales y con métodos validados por expertos.	Se permiten pero con unas condiciones y requisitos a cumplir.	Admite tomar datos de proveedores fiables o estimaciones de datos publicados a nivel regional o nacional cuando no existen datos propios.	Al basarse en las cuentas contables de la empresa no se admitirían las estimaciones.
	CAMBIO FACTORES DE EMISIÓN	El factor de emisión elegido debe ser usado sin variación, para que las actuaciones municipales tengan su efecto en el cálculo y las variaciones no sean debidas a cambio del factor de emisión.	Se variará el factor de emisión anualmente según el mix estatal (emisiones según la producción eléctrica anual por tecnología). Toma los del IPCC 2006 en tCO ₂ e/TJ	No se puede modificar.	Los factores de emisión son en gran parte idénticos a los utilizados por el IPCC pero se recomienda que empresas que utilicen valores personalizados siempre que sea posible. Si cambia la empresa de manera sustancial se deben cambiar los factores de emisión y las emisiones de años anteriores recalculadas, para hacer comparables los resultados a lo largo del tiempo	Se insta a utilizar los últimos datos publicados.	Propone utilizar los valores promedio publicados por el IPCC o los Inventarios Nacionales.	Propone utilizar los valores promedio publicados por el IPCC o los Inventarios Nacionales pero se pueden sustituir por otros calculados sectorialmente.

NOMBRE		PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
	TRANSPORTE	El combustible usado en el transporte se debe calcular según los km medios recorridos, el parque móvil y el consumo medio de combustible por km de cada vehículo pero se podría calcular con el combustible vendido en ciudades donde los vehículos circulan poco fuera del municipio (5% error). Se tiene en cuenta todos los tipos de vehículos y de combustibles. La aviación y transporte fluvial no se incluye aunque sí el tren local regional si se tienen competencias para modificarlo.	Según parque móvil y con la metodología del inventario nacional de emisiones. Las emisiones del transporte se calculan a partir del parque móvil existente utilizando medias de recorridos y consumo del IDEA y factores de emisión del IPCC y del Inventario Nacional de emisiones de 2006. No se tienen en cuenta los vehículos de dos ruedas y de combustibles: diesel, gasolina y eléctrico.	Según parque móvil y con la metodología del inventario nacional de emisiones. Se tienen en cuenta todos los tipos de vehículos divididos según combustible en gasolina, gasóleo y otros.	Se debe incluir todo tipo de transporte (rodado, aéreo, naval y por tren) y todo tipo de combustible.	Se debe incluir todo tipo de transporte (rodado, aéreo, naval y por tren) y todo tipo de combustible.	Se debe incluir todo tipo de transporte (rodado, aéreo, naval y por tren) utilizado a lo largo de toda la vida del servicio o producto.	Emisiones del combustible consumido en el transporte, en cualquier tipo de transporte.
	AGRICULTURA	No se tienen en cuenta las emisiones por el cultivo del Arroz, por la quema de Residuos Agrícolas ni por aplicación de fertilizantes.	Se tienen en cuenta las emisiones por el cultivo del arroz y por la gestión de suelos agrícolas (aplicación de estiércol animal y de fertilizantes, cultivos fijadores de N y forrajeros y los residuos de cosechas reintegrados a los suelos).	Se tienen en cuenta las emisiones por el cultivo del arroz y las emisiones directas e indirectas de la aplicación de nitrógeno a los suelos.	Se incluirán las emisiones directas e indirectas.	Se incluirán las emisiones directas.	Todas las emisiones según ACV.	Se consideran las emisiones por consumo de energía y suelo y las no absorbidas, derivadas de los consumos de productos forestales, utilizando la tasa de absorción de 5,21 tCO ₂ /ha. Las superficies de cultivos, pastos, bosques, jardines o reservas marinas, que disponga la empresa contribuirán a compensar una parte de la huella de carbono, pues son consideradas conrahuella.

	PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
GANADERÍA	No se tiene en cuenta la fermentación entérica ni la gestión del estiércol.	Se tienen en cuenta la fermentación entérica, la gestión del estiércol (ganadería intensiva) y la producción animal (ganadería extensiva).	Se tienen en cuenta la fermentación entérica y la gestión del estiércol.	Todas las emisiones directas e indirectas.	Todas las emisiones directas.	Todas las emisiones según ACV.	Sólo emisiones por consumo de energía y suelo.
COMBUSTIBLES	Gas natural, gas licuado del petróleo, gasóleo de calefacción, gasóleo, gasolina, lignito, carbón, otros combustibles fósiles y energías renovables como (aceite vegetal, biocombustibles, otras biomasas, energía solar térmica, energía geotérmica).	Gas natural, gas licuado del petróleo, fuelóleo, gasóleo, carbón de los sectores residencial y servicios.	Gas natural, gas licuado del petróleo, fuelóleo, gasóleo, gasolina, gasolina de aviación, queroseno, carbón, otros.	Cualquier tipo de combustible fósil y energía alternativa.	Todos los combustibles.	Todos los combustibles.	Todos los combustibles incluidos los renovables.
INCONVENIENTES	Plantilla diseñada más para resumir los datos del inventario y planificar medidas de reducción que como instrumento de cálculo.	Las emisiones del transporte se calculan a partir del parque móvil existente utilizando medias de recorridos y consumos por lo que no es posible reducir este apartado que supone casi la mitad de las emisiones anuales. Sólo da cabida al transporte con diesel, gasolina o eléctrico. No tiene en cuenta la recogida selectiva de residuos.	Las emisiones del transporte se calculan a partir del parque móvil existente utilizando medias de recorridos y consumos por lo que es difícil reducir este apartado que supone casi la mitad de las emisiones anuales. Permite contabilizar al transporte con diesel, gasolina y otros combustibles del tráfico rodado. La aviación la tiene en cuenta en el consumo de combustible.	Este estándar ofrece una guía para contabilizar e informar sobre las emisiones de una entidad pero la entidad no se puede certificar en base a este estándar.	No facilita una herramienta de cálculo, sólo da las directrices y requisitos para el cálculo.	Análisis complejo pero enfoque del análisis del ciclo de vida.	Aún no se dispone de la versión que mida la huella de carbono en ton equivalentes de CO ₂ , aunque en la segunda revisión de la herramienta se incluirán los 6 principales gases de efecto invernadero y el potencial de calentamiento dado por el IPCC 2007 y la contabilidad de los sumideros .

NOMBRE	PAES	FEMP municipios	JA HUELLA DE CARBONO	GHG PROTOCOL	ISO 14064	PAS2050	MC3
VENTAJAS	Tiene en cuenta todo tipo de combustibles. Es flexible en cuanto a la elección de factores de emisión. Tiene en cuenta las energías renovables y la energía verde certificada.	Pretende no ser compleja simplificando el cálculo. Tiene en cuenta de forma positiva algunas medidas para la reducción como los sumideros o las energías renovables. Se centra en los sectores difusos competencia del Gobierno Local. Explica la metodología empleada para cada sector/página del indicador. Genera un informe de evolución con varios años calculados.	Utiliza datos del SIMA y los informes anuales de la CMA de la Junta de Andalucía. El municipio sólo ha de verificar los datos y actualizar aquellos de los que posea mejores fuentes locales.	A parte de la metodología para el cálculo propone un plan para la reducción de emisiones basado en MEDIR+REDUCIR+COMPENSAR. Existe un documento específico que adapta este estándar al sector público de USA (2008). Permite contabilizar la reducción de emisiones de los sumideros vegetales.	Ofrece un estándar internacional bajo el que verificar nuestro inventario de emisiones.	Tiene en cuenta los sumideros, la compensación y la producción de energías renovables en el cálculo. Enfoque de procesos con balances de masa que clarifican el cálculo.	Compatible con ISO 14064 que no ofrece herramienta de cálculo. Permite el ecoetiquetado de bienes y servicios. Es transparente pues todos los factores de conversión están "a la vista". Los factores de emisión pueden sustituirse por otros más precisos que los incluidos en la hoja de cálculo inicial. El enfoque por consumo de energía permite restar el ahorro de energía procedente por ejemplo del reciclaje de materias.
OBSERVACIONES	IPCC: Se puede elegir entre tener en cuenta otros gases o sólo el CO2 ya que se considera que en los sectores calculados las emisiones están compuestas en un 99% de CO2. Las energías renovables y de electricidad verde son 0. Se tienen en cuenta otros gases GEI, aunque se puede elegir.	Existe una versión para municipios y otra para ayuntamientos. El informe de evolución es real no permite calcular tendencias o estimaciones según la aplicación de medidas de reducción pero se espera que lo incluya en la siguiente versión.	Es una primera versión, la siguiente permitirá simular los efectos de las actuaciones.	Se dispone de diferentes guías y hojas de cálculo Excel con celdas multiopción para cada actividad emisora (electricidad, combustibles, calor/refrigeración, transporte...) con opciones a seleccionar para cada sector, fuente de energía, unidades,... Y con hojas de cálculo específicas para productores de productos químicos además de una hoja para el cálculo de incertidumbres y una compilación de los factores de emisión de todas las fuentes de energía. Se puede elegir el poder de calentamiento de los gases dados por el informe del IPCC de 1995, 2005 o 2007.	La ISO 14064-1:2006 especifica los principios y los requisitos de la organización para la cuantificación y presentación de informes de gases de efecto invernadero (GEI) y la absorción.. Un requisito de esta norma es cumplir con la legislación vigente y las buenas prácticas existentes en materia de cambio climático. Se publicará en 2012 la ISO 14067: Huella de Carbono de productos.	Estándar británico que indica los requisitos para identificar los límites y las fuentes de emisiones, de los datos y del cálculo pero no de la reducción y la comunicación del inventario. Pendiente de revisión. Los autores colaboran en la redacción de la ISO 14067 que se publicará en 2012. Da las directrices para calcular la precisión del cálculo.	La metodología MC3 convierte a carbono todos los tipos de consumos posibles (combustibles, electricidad, materiales, obras, servicios, suelo, agua, recursos agrícolas, ganaderos, pesqueros y forestales). Incluye todas las categorías de consumo incluidas las fuentes derivadas del uso del suelo y del consumo de recursos orgánicos.

Abreviaturas	
GEI	Gases de Efecto Invernadero (GHG en inglés)
PAES:	Plan de Acción de Energía Sostenible (SEAP en inglés)
BEI:	Baseline Emissions Inventory (Inventario de emisiones de referencia)
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ACV o LCA:	Análisis del Ciclo de Vida
ELCD	European Reference Life Cycle Database
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
HEAT	Harmonized Emissions Analysis Tool
GHC Protocol	International Local Government GHG Emissions Analysis Protocol
IN Emisiones	Inventario Nacional de emisiones publicado anualmente por el MARM
ICCG	Indicador de Cambio Climático Global
DG CCMAU, CMA	Dirección General de Cambio Climático y Medio Ambiente Urbano, Consejería de Medio Ambiente
PAS	Publicly Available Specification
ISO	International Organization for Standardization, ONG puente entre el sector público y el privado
DEFRA	Department for environment, food and rural affairs del Gobierno Británico
ISO 14021	Estándar internacional para la elaboración de Declaraciones y etiquetas ecológicas.
ISO 14044	Gestión ambiental: análisis del ciclo de vida
ISO 14064-1	Inventario de Gases de Efecto Invernadero
ISO 14064-2 y 3	Compensación y reducción de emisiones de proyectos.
ISO 14067	Huella de carbono de producto: cuantificación y comunicación (borrador)
ISO 14069	Huella de carbono de organización (borrador)
GWP	Calentamiento potencial global (GWP) para cada gas de efecto invernadero expresado en kg equivalente de CO ₂ /kg de gas.
BSI	British Standards Institution
PAS 2060	Huella de carbono de organización: Especificaciones para la demostración de la neutralidad en carbono de una organización.
WRI and WBCFSD	World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development

3.1.4 Análisis de los resultados

Se detectan numerosas diferencias que podrían causar grandes diferencias en los resultados finales. Desde el alcance (emisiones directas o análisis del ciclo de vida), hasta los gases de efecto invernadero considerados (sólo el mayoritario CO₂ o los seis principales propuestos por los últimos informes del IPCC y que por su gran poder de calentamiento global contribuyen tanto o más que el CO₂) o los sectores tenidos en cuenta.

Por otro lado, todas las herramientas están en continua evolución y perfeccionamiento ya que se busca el equilibrio entre la simplicidad y la precisión de los cálculos, y sirven de referencia a nuevas herramientas aplicadas a las corporaciones locales, que son las que toman las decisiones concernientes a los sectores difusos emisores de gases de efecto invernadero.

Aún no parece existir un estándar común internacional ni una herramienta versátil y simple aplicable a los municipios. No obstante, todas ellas ofrecen posibilidades útiles y válidas para el cálculo de un inventario de emisiones, más o menos adecuadas según las circunstancias de cada municipio.

De las estudiadas, a criterio de la Oficina Técnica de Agenda 21 Local de Granada, la más sencilla y comprensible es la herramienta de la FEMP para municipios porque en ella se explican con detalle los pasos del cálculo, es bastante flexible al poder modificar factores de emisión y tener visibles las fórmulas, y porque tiene en cuenta algunas medidas de reducción de CO₂ como los sumideros o la producción local de energías renovables. Además posee una versión gemela aplicable al Ayuntamiento.

3.2 Aplicación a la ciudad de Granada

Tras haber comparado las diferentes herramientas de que disponemos para realizar el inventario de emisiones de GEI de Granada, seleccionamos las tres, que por ser más cercanas a nuestro entorno y proceder de las redes a las que pertenecemos, nos parecen en principio más adecuadas a nuestra necesidad.

Así pues nos disponemos a utilizar, para el caso del municipio de Granada, las herramientas:

- Herramienta PAES, de la Comisión Europea.
- Herramienta FEMP Municipios, de la Red de Ciudades por el Clima
- Herramienta JA Huella de Carbono, de la Junta de Andalucía.

3.2.1 Datos utilizados para el cálculo de emisiones

La Oficina Técnica de la Agenda 21 Local ha trabajado durante más de un año en la creación de un sistema de indicadores, en su base de datos asociada y en la recopilación de los datos, incluyendo los indicadores asociados al cambio climático.

Así pues hay que seleccionar un año de referencia que nos marcará un inventario base a partir del cual nos marcaremos objetivos de reducción de emisiones, el ya conocido del Pacto de Alcaldes u otros que se apliquen a algunos sectores concretos, como el consumo de energía eléctrica o el tráfico, en el marco del segundo Plan de Acción de la Agenda 21 Local, de la Estrategia de Mitigación y Adaptación al cambio Climático de Granada y otros planes aprobados por la corporación granadina.

A partir del año 2000 se disponen de datos fiables publicados por los organismos estatales y regionales de estadística (como el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía o SIMA) pero no tanto de datos de consumos del Ayuntamiento por lo que finalmente se acepta el año 2007, propuesto por la Consejería de Medio Ambiente, como punto de partida de los planes de energía sostenible.

Se trata ahora de, introduciendo los datos que ya tenemos de los sectores difusos para el año 2007, obtener un diagnóstico de emisiones para la capital granadina, que nos mostrará los sectores más contaminantes en términos de emisiones GEI.

Sin embargo, debido a las peculiaridades de las herramientas de trabajo, no es posible utilizar en todas las categorías, los mismos datos, simplemente porque no existe el campo o celda para ello.


Se muestra a continuación una tabla explicativa de qué datos se han tenido en cuenta en cada herramienta y su justificación.

CATEGORÍAS	JA Huella carbono	FEMP Municipios	PAES
CONSUMO ELÉCTRICO	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de todos los sectores coincidentes con los datos del SIMA 2007. - Se cambia el dato de consumo eléctrico de servicios que aparece por el de nuestra tabla de indicadores (SIMA 2007). - Se deja el factor de emisión del consumo eléctrico en 0,45 t CO2/MWh. 	<ul style="list-style-type: none"> - Datos de los tres sectores más importantes: residencial, servicios e industria. Los consumos de la Administración se cuentan en otra hoja de cálculo. - Datos del SIMA 2007. - Se cambia el factor de emisión propuesto (MIX: 0,375) por el de 0,45 t CO2/MWh. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalaciones municipales y alumbrado: dato del SIMA 2007 para administración porque el Ayuntamiento sólo dispone de los consumos del alumbrado e instalaciones municipales pero sin contar las empresas municipales. - Residencial y servicios: SIMA 2007. - Industria: suma de industria y agricultura del SIMA 2007. Fe: 0,45
CONSUMO DE COMBUSTIBLES	En blanco. La Consejería de Medio Ambiente lo había dejado en blanco y aún no hemos podido conseguir los datos de consumo de combustible aplicados al municipio, sólo datos provinciales del CORES (Corporación de Reservas Estrategias de Productos Petrolíferos).	Se podría incluir el dato estimado de algunos combustibles a partir de los datos de CORES pero la estimación no está aún validada por lo que se omiten estos datos. De todas formas no debe meterse el combustible usado en el transporte que ya se tiene en cuenta en otra categoría.	Se introducen los datos del consumo de combustibles fósiles facilitados por el Ayuntamiento de Granada: Gas natural y Gasóleo de calefacción. En años posteriores se podrán tener en cuenta otros combustibles que ya se están empezando a usar como la biomasa o el GLP.
RESIDUOS Y AGUAS RESIDUALES	<ul style="list-style-type: none"> - Se usan los datos de residuos de la página web del Ayto, para la fracción resto, que va a la planta de compostaje de Alhendín y no se tiene en cuenta la selectiva ya que en otros destinos (según el documento explicativo) se debe poner la cantidad que va a vertedero incontrolado. - Para las aguas residuales se deja el %, que es verificado, pero se cambia la población por la que nos da el Padrón de 2007: 236207 habitantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se toma el dato de 2007 de la web Ayto para total vertedero con recuperación, y no el del SIMA (residuos según destino) que es muy diferente, para no alejarnos mucho de la huella de carbono de la JA. - Las emisiones debidas al tratamiento de las aguas residuales no se tienen en cuenta porque no hay espacio para ello. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se introduce el dato de la FEMP Municipios en el campo opcional destinado a ello, para tener en cuenta las emisiones de la gestión de los residuos que son importantes. - Se añade el dato de emisiones emitidas por las aguas residuales obtenido gracias a la JA Huella de Carbono.
TRANSPORTE	- Se dejan los datos originales que coinciden con los del SIMA 2007 excepto por el dato de ciclomotores y del que desconocemos la fuente de datos. No tiene en cuenta los tractores industriales y otros vehículos como los eléctricos (que sí aparecen en el sima).	Se introducen los datos del sima 2007 excepto los vehículos de 2 ruedas porque no hay campos para hacerlo.	Se calculan las emisiones por combustible usado: Con datos del SIMA 2007 del parque móvil (por tipo de combustible) se obtienen los en la FEMP Municipios y se pasan a MW. El resultado se introduce en el PAES junto con el consumo de combustible de la flota municipal.
AGRICULTURA Y GANADERÍA	<ul style="list-style-type: none"> - Se cambian todos los datos por los publicados en el SIMA, excepto la superficie de pastoreo que lo dejo igual aunque se desconoce la fuente de datos. - Se dejan los datos que coinciden con los de nuestra tabla de indicadores (SIMA 1999), porque no hay posteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se usan los datos del SIMA 2007 y del MMA, excepto la parte de residuos reintegrados a suelo por no encontrar el dato. - En sumideros se añade el dato de los olivos del SIMA 2007. - Se introducen los datos del SIMA para la ganadería 	No se mete nada pues no se tienen en cuenta las emisiones de la gestión de residuos, suelos, ni sumideros tan sólo el consumo de energía eléctrica asociado a esos sectores.
INDUSTRIA	No existe esta categoría.	Aunque se tiene acceso a los datos y opción para introducirlos no se incluyen para no alejarse mucho de las demás herramientas.	No existe categoría para calcular estas emisiones.

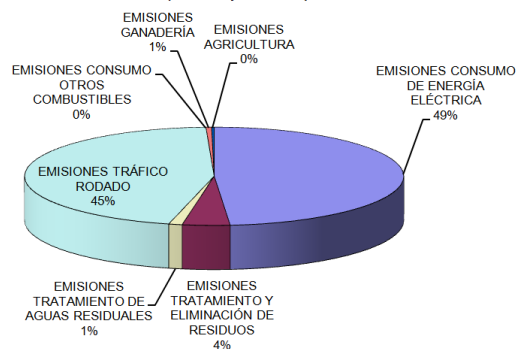
3.2.2 Resultados de los diferentes inventarios

Con los datos citados anteriormente se obtienen los siguientes resultados, presentados más abajo, tal y como nos los dan las herramientas al seleccionar la opción informe resumen. La tabla perteneciente al PAES es la propia plantilla Excel que hay que completar según los criterios explicados en su manual de instrucciones

JA Huella de Carbono


		HUELLA DE CARBONO GRANADA (GRANADA). AÑO 2007			
		CO ₂ t/ año	CH ₄ t/ año	N ₂ O t/ año	CO ₂ equiv t/ año
EMISIONES CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA		542.007			542.007
Ir a datos de consumo de energía eléctrica	Agricultura	1.063			1.063
	Industria	20.742			20.742
	Comercio-Servicios	239.375			239.375
	Sector Residencial	204.439			204.439
	Administración y Servicios públicos	72.020			72.020
	Resto de sectores	4.368			4.368
EMISIONES TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS			2.143		45.008
Ir a datos de tratamiento de residuos	Vertedero controlado		929		19.516
	Planta de compostaje		1.214		25.492
	Otros destinos				
EMISIONES TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			395	14	12.780
Ir a datos de tratamiento de aguas residuales	Generación de N ₂ O asociada al consumo de proteína			14	4.494
	Generación de metano en líneas de aguas y fangos		395		8.286
EMISIONES TRÁFICO RODADO		488.572	66	53	506.427
Ir a datos de tráfico rodado	Autobuses	41.620	6	5	43.361

	Vehículos de mercancías	159.872	10	8	162.561
	Turismos	282.042	39	36	294.164
	Motos	4.376	7	3	5.586
	Ciclomotores	662	4		755
EMISIONES GANADERÍA			230	2	5.336
Ir a datos de ganadería	Fermentación entérica		173		3.631
	Gestión de estiércol		57	2	1.705
EMISIONES AGRICULTURA				5	2.448
Ir a datos de agricultura	Emisiones directas agricultura			4	1.267
	Emisiones pastoreo			1	312
	Emisiones indirectas de la agricultura			3	869
EMISIONES CONSUMO OTROS COMBUSTIBLES					
Ir a datos de consumo de otros combustibles	Gas natural				
	Carbón				
	Fuelóleo				
	Gasolina				
	Gasolina de aviación				
	Queroseno de aviación				
	Gasóleo				
	Gases licuados de petróleo, butano y propano				
	Otros productos derivados del petróleo				
EMISIONES TOTALES		1.030.579	2.834	74	1.114.006



FEMP Municipios

Herramienta de cálculo para el Sistema de Indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático



MUNICIPIOS

AYUNTAMIENTOS

[VER INFORME DE EVOLUCION](#)

A2. Cambio climático global A3. Movilidad Residuos Recursos hídricos Uso Sostenible del Suelo Gobierno Local y Empresas Locales

RESUMEN


1. Indicador de Contribución Local al Cambio Climático Global (A2)

1a. Consumo de energía eléctrica y renovables


Sector	Consumo total	Unidad	Emissiones
Residencial	454309000,00	kWh	204433,05
Servicios	531944000,00	kWh	239374,80
Industria	46094000,00	kWh	20742,30
Total	1032347000,00	kWh	464556,15

Emissiones total	Unidad
443795,76	tCO ₂

Producción de renovables	Unidad	Emissiones evitadas
40130,00	kWh	18,03



Residencial
Servicios



Residencial
Servicios
Industria

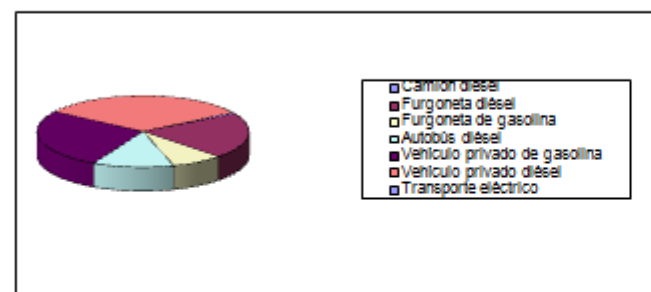
1b. Consumo de combustibles

Sector	Combustible	Consumo	Total sectorial	Unidad	Emisiones	Unidad	Total sectorial	Total	Unidad
Residencial	Gas natural	0,00	0,00	kWh	0,00	tCO ₂	0,00	0,00	tCO ₂
	Fuelóleo	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	Gasóleo	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	GLP	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	Carbón	0,00		t	0,00	tCO ₂			
Servicios	Gas natural	0,00	0,00	kWh	0,00	tCO ₂	0,00		
	Fuelóleo	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	Gasóleo	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	GLP	0,00		t	0,00	tCO ₂			
	Carbón	0,00		t	0,00	tCO ₂			
Transporte	Gasóleo	0,00	0,00	t	0,00	tCO ₂	0,00	0,00	tCO ₂
	Gasolina	0,00		t	0,00	tCO ₂			

1c. Transporte

Vehículo	Emisiones	Unidad
Camión diésel	0,00	tCO _{2e}
Furgoneta diésel	104557,90	tCO _{2e}
Furgoneta de gasolina	33512,67	tCO _{2e}
Autobús diésel	62220,17	tCO _{2e}
Vehículo privado de gasolina	134121,70	tCO _{2e}
Vehículo privado diésel	153351,42	tCO _{2e}
Transporte eléctrico	-2611,16	tCO _{2e}
Total	500363,86	tCO_{2e}

Reparto de emisiones por vehículo

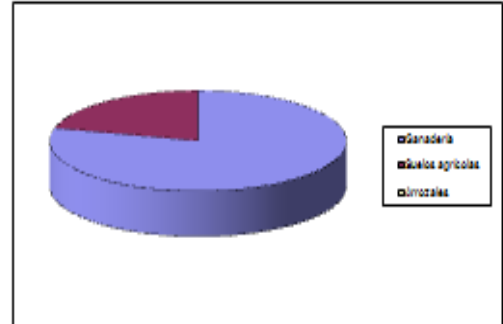


1d. Industria

Emisiones	Unidad
0,00	tCO _{2e}

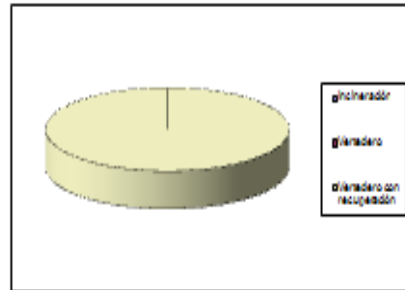
1e. Agricultura

Tipos de emisión	Emisiones	Unidad
Ganadería	Fermentación Entérica	5759,24
	Extracción de Excrementos	2114,33
	Producción animal	164,77
Suelos agrícolas	Aplicación de fertilizantes animal (FEA)	591,90
	Fertilizantes sintéticos (FSH)	697,96
	Cellulosa fijadora de N (FND)	387,86
	Cellulosa fijadora de P (FDP)	446,39
	Residuos de cosechas enterrados a las orillas	0,00
	Residuos	0,00
TOTAL	8038,34	IC0,r



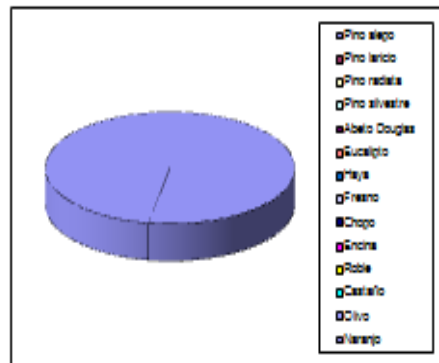
1f. Residuos

Tipos de Tratamiento	Emisiones	Unidad
Incineración	0,00	IC0,r
Vertedero	0,00	IC0,r
Vertedero con recuperación	68481,42	IC0,r
Bioqúipar Vertedero	0,00	IC0,r
TOTAL	68481,42	IC0,r



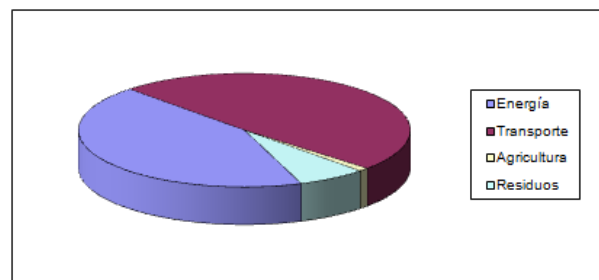
1g. Sembrados

Especie	tCO2 total por tonelada retenida
Pinaloipa	1,00
Pinalaricia	1,00
Pinaradiata	1,00
Pinazilvestre	1,00
Abeto Douglas	1,00
Eucalipto	1,00
Haya	1,00
Frêne	1,00
Chapa	1,00
Encina	1,00
Rble	1,00
Cartoña	1,00
Oliva	3530,15
Naranja	1,00



1h. Resumen reparto de emisiones

Energía	443795,76
Transporte	500363,86
Agricultura	10162,95
Residuos	68481,42





PAES



Plantilla del Plan de Acción para la Energía Sostenible (PAES)

INVENTARIO DE EMISIONES (2)

1 Año de referencia

2007

Larriqñatoriar del Pacto que calculen sus emisiones de CO2 per cápita deberán precisar aquí el número de habitantes durante el año de referencia:

[? Instrucciones](#)

2 Factores de emisión

Resultados principales del inventario de referencia de las emisiones

Las celdas verdes son campos obligatorios

Los campos grises no pueden modificarse

A. Consumo final de energía

Obsérvese que para separar los decimales se utiliza el punto [.]. No se permite utilizar separador de millares.

Categoría	CONSUMO FINAL DE ENERGÍA [MWh]															Total		
	Electricidad	Calefacción/frigeración	Combustibles fósiles					Energías renovables										
			Gas natural	Gas licuado	Gasóleo de calefacción	Gasóleo	Gasolina	Lignito	Carbón	Otros combustibles fósiles	Aceite vegetal	Biocombustible	Otros tipos de biomasa	Energía solar térmica	Energía geotérmica			
EDIFICIOS, EQUIPAMIENTO/INSTALACIONES E INDUSTRIA:																		
Edificios y equipamiento/instalaciones municipales	138145		72		13995,974													152212,974
Edificios y equipamiento/instalaciones terciarios (no residenciales)	531944																	531944
Edificios residenciales	454309																	454309
Alumbrado público municipal	22000																	22000
Industria (salvo la incluida en el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE)	48465																	48465
Subtotal edificios, equipamiento/instalaciones e industria	1194863	0	72	0	13995,974	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1208930,97
TRANSPORTE:																		
Flota municipal						1625,2	365,12											1990,32
Transporte público																		0
Transporte privado y comercial						1660032	190585											1850676,84
Subtotal transporte	0	0	0	0	0	1661718	190950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1852667,16
Total	1194863	0	72	0	13995,974	1661718	190950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3061598,14

Adquisición municipal de electricidad ecológica certificada (en su caso) [MWh]:	
Factor de emisión de CO2 para la adquisición de electricidad ecológica certificada (para el planteamiento ACV):	

agenda21:
Antonio Blanco:162520 litros, factor conversión: 10 kw/l

agenda21:
Antonio Blanco 33667 litros, factor conversión 3,2 kw/l

B. Emisiones de CO2 o equivalentes de CO2

Obsérvese que para separar los decimales se utiliza el punto [.]. No se permite utilizar separador de millares.

Categoría	Emisiones de CO2 [t]/emisiones equivalentes de CO2 [t]															
	Electricidad	Calefacción/R refrigeración	Combustibles fósiles							Energías renovables					Total	
			Gas natural	Gas licuado	Gasóleo de calefacción	Gasóleo	Gasolina	Lignito	Carbón	Otros combustibles fósiles	Biocombustible	Aceite vegetal	Otros tipos de biomasa	Energía solar térmica		Energía geotérmica
EDIFICIOS, EQUIPAMIENTO/INSTALACIONES E INDUSTRIA:																
Edificios y equipamiento/instalaciones municipales	62165,25		14,54	0,00	3485,00											65664,7915
Edificios y equipamiento/instalaciones terciarios (no	239374,80															239374,8
Edificios residenciales	204439,05															204439,05
Alumbrado público municipal	9900,00															9900
Industria (salvo la incluida en el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE)	21809,25															21809,25
Subtotal edificios, equipamiento/instalaciones e industria	537688,35	0,00	14,54	0,00	3485,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	541187,892
TRANSPORTE:																
Flota municipal						433,93	90,91									524,84328
Transporte público																0
Transporte privado y comercial						443244,68	47455,55									490700,196
Subtotal transporte	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	443678,57	47546,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	491225,039
OTROS:																
Gestión de los residuos																68481,4
Gestión de las aguas residuales																12780
Especifique aquí sus otras emisiones																
Total	537688,35	0,00	14,54	0,00	3485,00	443678,57	47546,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,71	1113674,33

Factores de emisión de CO2 correspondientes en [t/MWh]	0,45	0,202	0,231	0,249	0,267	0,249	0,364	0,346							
Factor de emisión de CO2 para la electricidad no producida localmente [t/MWh]															

Angela: factor emisión guía Paes para el gas natural licuado

Angela: Ver excel Toma de datos

Factores recomendados por el AIE Agencia Internacional de la Energía:
 1MWh= 0,086 Tep
 fe=3,1T CO2por Tep
 F=0,3182 TCO2 porMWh
 Según guía Paes: 0,248 gasoleo motores

3.2.3 Comparación de resultados

Para cada categoría las emisiones calculadas en cada herramienta nos dan los siguientes resultados:

TON CO2 EQUIV	JA Huella carbono	FEMP Municipios	PAES
CONSUMO ELÉCTRICO	542.007	443.795,76	537.688,35
CONSUMO DE COMBUSTIBLES	0	0	3.499,54
RESIDUOS Y AGUAS RESIDUALES	45.008 12.780	68.481,4 -	68.481,4 12.780,0
TRANSPORTE	506.427	500.363,86	491.225,04
AGRICULTURA GANADERÍA SUMIDEROS	2.448 5.336 -	2124,61 8038,34 -3538,15	-
INDUSTRIA	-	0	0
TOTAL	1.114.006	1.019.265,85 1022803,997 (sin sumideros)	1.113.674,33
Ton CO2e/hab	4,72	4,32	4,71

Los resultados finales muestran que los cálculos de las diferentes herramientas, aunque difieren en metodología, ofrecen un resultado similar.

Como se ha visto anteriormente se ha tratado de emplear los mismos datos, si bien es cierto que, en algunos casos, se ha preferido no introducir datos que no se podían contabilizar en todas las herramientas, como por ejemplo las emisiones derivadas de la industria (diferentes de las derivadas del consumo de energía eléctrica, es decir de los procesos productivos y de los consumos de combustibles).

Por sectores:

- Las diferencias en las emisiones GEI del consumo de electricidad se deben únicamente a que no se tienen en cuenta los mismos sectores de actividad en todas las herramientas, puesto que se ha empleado el mismo factor de emisión. En el PAES se introducen obligatoriamente datos de consumo del Ayuntamiento, cosa que no ocurre en la FEMP Municipios, por lo que las emisiones resultantes por electricidad son más altas.
- Sólo se ha introducido en el PAES, porque es campo obligatorio para definir medidas de ahorro en el seno del Ayuntamiento, los consumos de combustibles de la administración.
- Los residuos emiten diferente según con qué herramienta se calculen sus emisiones GEI puesto que en la FEMP municipios no se tiene en cuenta la recogida selectiva.
- La metodología para el cálculo es la que produce la diferencia en las emisiones debidas al tráfico, aunque la diferencia en el resultado no supera el 2%.
- Aunque los datos introducidos para la agricultura y ganadería provienen del SIMA los resultados no son iguales porque se tienen en cuenta más emisiones en la FEMP.

Así pues las diferencias en metodología parecen compensarse en parte con las diferencias en los datos utilizados. Cabría repetir la prueba con el mayor número de datos (todos los campos posibles) aunque no se utilicen en las otras propuestas.

Sin embargo el hecho de que en la FEMP Municipios se puedan contabilizar, restando emisiones, iniciativas como el aumento de los sumideros o la producción local de energía sostenibles la hace más interesante y útil para las políticas municipales.

4. Conclusiones

Las herramientas estudiadas, que no son todas las que existen, van a seguir mejorando en sus revisiones posteriores, para:

- ser empleadas no sólo para el diagnóstico sino como herramientas de gestión, de manera que se tengan en cuenta todas las medidas de ahorro energético tales como el reciclaje de materiales o la movilidad sostenible, o de absorción de CO₂ como los sumideros, proyectos de captura o incluso de compensación, que evitan o reducen emisiones a la atmósfera,
- ser más veraces, siguiendo las recomendaciones de los últimos informes IPCC y estudios de organizaciones implicadas en la lucha del cambio climático,
- ser flexibles, ofreciendo la posibilidad de mejorar los factores de conversión propuestos por otros sectoriales o calculados por la entidad, y
- facilitar a los usuarios su empleo, ofreciendo guías claras.

Por otro lado, surgen continuamente nuevas herramientas que merecen ser conocidas, como la del ICLEI para Gobiernos Locales o la de WWF para mejorar la eficiencia en una entidad. Además el mercado exige estándares de cálculo, especialmente para la huella de carbono del producto (o índice de carbono de los bienes y servicios), por lo que se hace imprescindible unificar criterios y metodologías, especialmente si entran en vigor legislaciones relacionadas con la obligatoriedad de ofrecer productos neutros en carbono.

Mientras tanto, hay que continuar con la recopilación de los datos, tarea no siempre sencilla, y en el caso de Granada, utilizar principalmente la herramienta de la FEMP (que curiosamente no está muy extendida) por ser nuestra herramienta preferida, por su sencillez, transparencia y flexibilidad y porque mide el indicador común europeo A2 de Contribución Local al Cambio Climático Global, uno de los que componen nuestro sistema de indicadores de sostenibilidad.

Nuestros objetivos, que suponemos coinciden con los de cualquier municipio, son:

- medir la huella de carbono del municipio y del Ayuntamiento, como paso previo imprescindible para detectar los sectores que más influyen en ella.
- diseñar de políticas municipales y planes de acción.
- monitorizar la reducción de la huella de carbono y conocer con detalle el efecto de las medidas implantadas, en el marco del PAES o Plan de Energía Sostenible.

De esta forma cumpliremos los compromisos adquiridos y los objetivos fijados en los acuerdos internacionales, europeos y nacionales y locales.

El hecho de que aparezcan numerosas herramientas de fuentes diversas indica que la mitigación del Cambio Climático es una prioridad en todo el mundo y que, una vez aceptado el reto del Cambio Global, se comienza a actuar.

5. Bibliografía

Climate Change 2007: the Fourth Assessment Report (AR4), Intergovernmental Panel on Climate Change.

Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets in Europe, European Environment Agency 2010.

Inventario de Emisiones a la Atmósfera de España, versión publicada en 2010, serie temporal 1990-2008.

Experimental Statistics on carbon dioxide emissions at Local Authority and Regional Level: 2004, Defra Statistics Summary
27 November 2006 (Department for Environment, Food and Rural Affairs in United Kingdom)

Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions, Department for Environment, Food and Rural Affairs, September 2009.

Technical & methodological materials: SEAP Guidelines (PDF). Covenant of Mayor, European Commission.

- * Part I: The SEAP process, step-by-step towards the -20 % target by 2020
- * Part II: Baseline Emission Inventory
- * Part III: Technical measures for energy efficiency and renewable energy
- * SEAP template instructions
- * SEAP technical annex

Metodología para el Cálculo del Sistema de indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático. Red de Ciudades por el Clima, FEMP, en colaboración con el MARM.

Product Carbon Footprinting – PAS 2050 and related International Initiatives. María Varbeva-Daley, Sector Content Manager- Sustainability, BSI Standards. March 2010.

Guide to PAS 2050: How to assess the carbon footprint of goods and services. Carbon Trust, Defra, BSI British Standards, PE International
Food and Drink Federation, Manchester Business School, EuGeos Ltd, ADAS UK Ltd. UK in 2008 by BSI 389 Chiswick High.

El MC3, una alternativa metodológica para estimar la huella corporativa del carbono HCC. DELOS: Desarrollo Local sostenible, Vol 2, Nº 5 (junio 2009), Adolfo Carballo Penela, María do Carme García-Negro, Juan Luis Doménech Quesada
España.

El método compuesto de las cuentas contables (MC3): una herramienta para la responsabilidad social corporativa. Presentación de *Carballo Penela, Adolfo y García Negro y María do Carme de la Universidad de Santiago de Compostela en la XII REUNIÓN DE ECONOMÍA MUNDIAL*, "Camino para superar la crisis global", Santiago de Compostela, 26-28 May 2010.

Counting Carbon: ICLEI's Greenhouse Gas Inventory. June 5th, 2008. ICLEI, Urban Environment and Climate Change Thematic Group
The World Bank Missy Stults – Senior Program Officer.

Protocolo de Kyoto de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. FCCC/INFORMAL/83*, GE.05-61702 (S) 130605 130605, 1998.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de Prevención y Control Integrados de la Contaminación, BOE número 157 de 2/7/2002, páginas 23910 a 23927.

Methodologies and tools for CO2 inventories in cities: Summary and signposting tables, Covenant of Mayor, Comisión Europea.