

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



Desarrollo de una herramienta de gestión de emisiones de GEI para Llíria como Smart City frente al Cambio Climático

Alumno: Edgar Lorenzo Sáez

Tutor: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

Cotutor: Prof. Dr. Lenin G. Lemus Zúñiga

Director Experimental: Dr. Pau Brunet Navarro

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural
(ETSIAMN)

Máster Universitario en Ingeniería de Montes

Curso académico 2017-2018

Valencia, julio 2018



Título: Desarrollo de una herramienta de gestión de emisiones de GEI para Llíria como Smart City frente al Cambio Climático

Resumen:

El calentamiento global es inequívoco. La influencia humana viene determinada por el aumento significativo de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI). Actuar a nivel local es esencial para reducir de manera sustancial las emisiones de GEI, calculadas y evaluadas en toneladas equivalentes a CO₂, y así limitar el impacto del cambio climático.

La falta de herramientas de cuantificación de GEI en tiempo real y a nivel local dificulta a los decisores públicos focalizar esfuerzos y recursos de manera eficiente contra el cambio climático.

Por ello, el objetivo del presente TFM es desarrollar una herramienta innovadora de gestión de emisiones de CO₂ para Llíria, precisa y en tiempo real, contribuyendo a la transición hacia una Smart City innovadora y sostenible gracias a la potencialidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Palabras clave: CO₂, Emisiones de GEI, Cambio Climático, TIC, Cuadro de Mando Integral.

Summary:

Global warming is undeniable. Human influence is determined by the significant increase of the anthropogenic greenhouse gases (GHG) emissions. Acting locally is essential to reduce substantially GHG emissions, calculated and evaluated as CO₂ toe, in order to limit climate change impact.

The lack of GHG quantification tools in real time and at local level makes it difficult for public decision-makers to focus efforts and resources efficiently against climate change.

Therefore, the main objective of this TFM is to develop an innovative GHG management tool for Llíria, accurate and in real time, contributing to the transition towards an innovative and sustainable Smart City thanks to the potential of the information and communication technologies (ICT).

Key words: CO₂, GHG Emissions, Climate Change, ICT, Balanced Scorecard.

Alumno: D. Edgar Lorenzo Sáez

Fecha: Valencia, 09 de Julio de 2018

Tutor: Prof. Dr. José Vicente Oliver Villanueva

Cotutor: Prof. Dr. Lenin G. Lemus Zúñiga

Director Experimental: Dr. Pau Brunet Navarro

ÍNDICE:

1.	Introducción	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Estado del Arte	2
1.3	Justificación	3
1.4	Localización	3
2.	Objetivos	5
2.1	Objetivo general	5
2.2	Objetivos específicos.....	5
3.	Materiales y Métodos	7
3.1	Elementos básicos para el diseño de la herramienta	7
3.1.1	Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía.....	7
3.1.2	Definición y requisitos básicos de la herramienta	8
3.1.3	Planificación jerárquica en la decisión pública a nivel local.....	8
3.1.4	Modelos de herramientas de gestión	9
3.1.5	Interoperabilidad.....	13
3.2	Diseño de la infraestructura tecnológica de GEMINIS	14
3.2.1	Interoperabilidad semántica	15
3.2.2	Arquitectura informática.....	16
3.2.3	Sistema multiagente para GEMINIS	18
3.3	Arquitectura de la herramienta	19
3.3.1	Inventario de emisiones de GEI.....	19
3.3.2	Sistema de Alertas de emisiones.....	24
3.3.3	Generador de informes normalizados	25
3.4	Diseño de la herramienta dentro de la organización.....	26
3.4.1	Proceso de diseño de un <i>Dashboard</i>	26
3.4.2	Proceso de diseño de un Cuadro de Mando Integral. Visión Integral.....	30
3.4.3	Metodología para el desarrollo y mantenimiento integral de la herramienta: hibridación entre DB y CMI	32
4.	Resultados y discusión	33
4.1	Inventario de emisiones de GEI.....	33
4.2	Sistema de alertas de emisiones	35
4.3	Generador de informes normalizados	36
5.	Conclusiones.....	37
6.	Bibliografía	41

Índice de Anejos:

Anejo 1. Estado del arte de herramientas de cuantificación de GEI

Anejo 2. Plano de localización de Lliria

Anejo 3. Ejemplo representativo ingenieril de la interoperabilidad semántica

Anejo 4. Resumen de empresas con actividad en Lliria

Anejo 5. Análisis de datos requeridos y fuentes de datos

Anejo 6. Nivel metodológico y objetivo de cada indicador

Anejo 7. Diseño de la herramienta de obtención de datos

Anejo 8. Cálculos de emisiones de GEI

Anejo 9. Inventario de emisiones de GEI 2016-Lliria

Anejo 10. Interconexiones entre módulos, etapas y elementos del diseño

Índice de Figuras:

Figura 1: Mapa de localización de Llíria

Figura 2: Planificación jerárquica en la decisión política

Figura 3: Proceso de toma de datos desde la observación hasta el KPI

Figura 4: Tipos de Interoperabilidad

Figura 5: Esquema metodológico de la infraestructura informática de la herramienta GEMINIS

Figura 6: Esquema de introducción de datos al modelo de referencia

Figura 7: Arquitectura general de GEMINIS para Llíria

Figura 8: Arquitectura del *middleware* la herramienta

Figura 9: Prototipo de *front end* de herramienta de obtención de datos

Figura 10: Proceso de obtención de las métricas

Figura 11: Prototipo de tipo de gráfico de áreas apiladas

Figura 12: Prototipo de tipo de gráfico circular

Figura 13: Prototipo de tipo de gráfico de barras

Figura 14: Diagrama de Pareto

Figura 15: Prototipo de tipo de gráfico para alertas de indicadores relevantes

Figura 16: Ejemplo de interfaz del módulo de generador de informes normalizados

Figura 17: Proceso de desarrollo del CMI

Figura 18: Convergencia de DB y CMI en la herramienta desarrollada

Figura 19: GEMINIS v1.0, modulo inventario de emisiones de GEI

Figura 20: Emisiones de GEI desgregado por sectores

Figura 21: GEMINIS v1.0, modulo Sistema de alertas de emisiones

Figura 22: GEMINIS v1.0, modulo Generador de informes normalizados

Índice de Tablas:

Tabla 1: Tabla resumen de diferencias entre DB y CMI

Tabla 2: Emisiones de GEI en Llíria durante el año 2016 desagregado por sectores y criterios

Tabla 3: Indicadores más relevantes de Llíria, año 2016

1. Introducción

El presente Trabajo Fin de Master (TFM) se desarrolla en el grupo multidisciplinar de investigación de Tecnologías de la Información contra el Cambio Climático (ICTvsCC) perteneciente al Instituto de las Tecnologías Avanzadas de la Información y la Comunicación (ITACA) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Concretamente, este TFM se enmarca dentro del proyecto de investigación SimBioTIC, cuyo objetivo es desarrollar herramientas que permitan a las ciudades y sus ciudadanos luchar a nivel local contra un problema global, el cambio climático (CC). SimBioTIC contribuye al proceso de transformación en Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*) mediante la aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) más avanzadas. Este proyecto es financiado principalmente con fondos propios del Ayuntamiento de Llíria, aunque también se cuenta con el apoyo de fondos europeos dentro del programa *Climate KIC* del EIT (*European Institute of Technology*). En él trabajan actualmente un total de 26 investigadores en un grupo de trabajo multidisciplinar de los Departamentos de Ingeniería Rural y Agroalimentaria, de Física Aplicada, de Informática de Sistemas y Computadores, de Ingeniería Cartográfica Geodesia y Fotogrametría y de Expresión Gráfica Arquitectónica. El grupo de investigación ICTvsCC está dirigido por José Vicente Oliver Villanueva (profesor titular adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural), Lenin G. Lemus Zúñiga (profesor titular adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática) y Javier F. Urchueguía Schölzel (catedrático adscrito a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales), actuando los dos primeros como tutores del TFM y Pau Brunet Navarro (Dr. Ingeniero de Montes), personal investigador de ITACA, como director experimental.

1.1 Antecedentes

La transición hacia una economía baja en carbono en las ciudades se considera cada vez más como una contribución crucial para limitar el calentamiento global (IPCC 2014). Las ciudades necesitan cuantificar e informar de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) como base para actuar sobre el CC (Dodman 2011, Ibrahim *et al.* 2012, Kennedy *et al.* 2012, Lin *et al.* 2013, Rauland and Newman 2015; Ramaswami *et al.* 2012). Así, tras adoptar el paquete de medidas de la UE sobre CC y energía en 2008, el Pacto de Alcaldes Europeo (*Covenant of Majors*) presentó la iniciativa “Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía” con el fin de respaldar y apoyar el esfuerzo de las autoridades locales en la aplicación de políticas de energía sostenible (Comisión Europea 2016). Este acuerdo se ha convertido en el principal movimiento europeo en el que participan las autoridades locales asumiendo el compromiso voluntario de mejorar la eficiencia energética y utilizar fuentes de energía renovable en sus territorios. Con su compromiso, los firmantes del Pacto se han propuesto superar el objetivo de la Unión Europea de reducir en un 20 % las emisiones de CO₂ antes de 2020 y 40 % antes de 2030 (Comisión Europea 2016). Basándose en estas cuantificaciones e informes, las ciudades deben definir medidas específicas en el marco de políticas y estrategias locales para lograr sus objetivos de reducción de emisiones.

Para la definición de estrategias y medidas concretas para la reducción de emisiones de CO₂ a nivel local, las administraciones locales realizan cuantificaciones mediante someras

evaluaciones que se limitan mayoritariamente a cálculos de grandes números o extrapolaciones de niveles nacionales. El resultado de estas evaluaciones se puede considerar como impreciso, poco fiable, poco o nada adaptado la zona de estudio a escala local y en la mayoría de los casos a año transcurrido, ya que utiliza resultados publicados del año anterior.

1.2 Estado del Arte

Ante la necesidad de integrar herramientas avanzadas de cálculo y gestión de las emisiones, se ha analizado el estado del arte sobre el desarrollo e implementación de las mismas. Así, las herramientas de cuantificación de emisiones de GEI analizadas se pueden clasificar principalmente en tres grupos según el sector de aplicación.

- a) En primer lugar existe un primer grupo de herramientas aplicadas al sector transporte, debido a la dificultad de cuantificación de este foco de emisiones (p.e. COPEERT 5 (Gkatzoflias *et al.* 2017), MOBILE 6 (EPA 2002) y SMOKE (EMC 1996)).
- b) Un segundo grupo de herramientas adaptadas a la elaboración de inventario o huella de carbono de productos o empresas en todos sus posibles alcances (p.e. MC 3 (Domenech 2010), CeroCO2 (ECODES y Accionatura 2005), ISO 14064 (ISO 2012) y ENeco (POCTEFA 2013)).
- c) Un tercer grupo de herramientas de cuantificación de GEI aplicadas al inventario de un municipio o subregión (p.e. PAES (Comisión Europea 2016), FEMP (FEMP 2007), GHG PROTOCOL (Bhatia *et al.* 2012) y OCCC: Calculadora d'emissions de GEH (OCCC 2018)).

Ninguna de estas herramientas analizadas cumple con los requisitos y cualidades requeridas, que son fundamentalmente la aplicabilidad en municipios, la interfaz de uso (*front end*) de la herramienta tipo web, en tiempo real, automática, cuya finalidad sea el cálculo de emisiones de GEI con altos niveles de precisión y transparencia y que tenga en cuenta todos los sectores tanto en emisiones directas como difusas. Por tanto, se considera necesario diseñar una herramienta que posea las especificaciones técnicas mencionados para alcanzar los objetivos buscados.

En el anejo 1 se analizan en mayor detalle las herramientas mencionadas y otras de menor relevancia junto a una tabla resumen de su comparación.

Tras la exhaustiva revisión de la literatura de las diferentes herramientas que existen actualmente para la cuantificación de emisiones de GEI y algunos ejemplos de su aplicación, llegamos a la conclusión de que actualmente no existen herramientas integrales de cuantificación de GEI con las cualidades requeridas, para poder realizar una evaluación de los programas seguidos a nivel táctico, ni un seguimiento y diagnóstico real actualizado del estado de emisión de GEI de cada uno de los focos emisores que afectan a la ciudad objeto de estudio a nivel operativo.

1.3 Justificación

La consecución de los objetivos a cumplir en materia de mitigación activa del CC por parte de las entidades locales derivados del Marco de Políticas de Energía y CC 2021-2030 “Marco 2030” de la Unión Europea (Comisión Europea 2014), requiere de herramientas que permitan a los decisores públicos evaluar de forma objetiva y transparente las políticas o programas seguidos a nivel táctico y las actuaciones o proyectos llevados a cabo a nivel operativo, en términos cuantitativos de reducción de emisiones de GEI. De esta manera, se deben poder focalizar los recursos y esfuerzos disponibles sobre los sectores con mayor impacto en términos de reducción de emisiones de GEI y plantear actuaciones contra el CC de manera eficiente.

1.4 Localización

En el marco del proyecto SIMBIOTIC, la herramienta desarrollada en este TFM está adaptada a las condiciones socioeconómicas del término municipal de Llíria, situado a 25 km al noroeste de la ciudad de Valencia (figura 1). Llíria limita al norte con Andilla, Alcublas y Altura, al sur, con Benaguacil, Pedralba y Bugarra, al oeste, con Villar del Arzobispo y Casinos y al este, con Olocau y Marines.

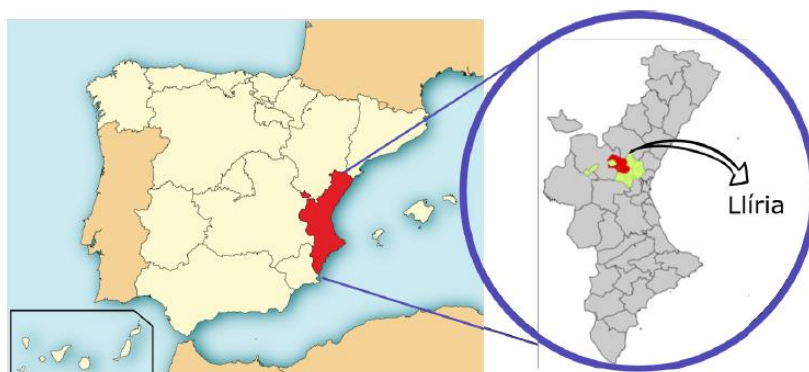


Fig. 1 Mapa de localización de Llíria. Fuente propia.

Siguiendo las investigaciones de Burriel (2009), se ha seleccionado Llíria (València) como ciudad piloto representativa de nodo “Cabecera de Área Funcional” (ciudades intermedias entre la zona rural y urbana) para la aplicación de la herramienta. Llíria cuenta con 23.000 habitantes y actividad en sectores primarios (agricultura, silvicultura), industriales (sectores de la construcción, plástico, metal, componentes electrónicos, productos agroalimentarios, etc.) y servicios (energía, transporte, turismo, comercio, etc.), así como una planta de tratamiento de residuos del Consorcio Valencia Interior. Esto hace que presente fuentes de emisión de GEI en todos los sectores. Además, posee un tamaño idóneo para testar una herramienta de estas características situándose en una posición media entre las grandes ciudades y los pequeños municipios, con representación de los principales sectores económicos. Esto otorga a los resultados y metodologías desarrolladas mayor representatividad.

El anejo 2 presenta en mayor detalle el plano de localización.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

El objetivo general del TFM es diseñar, desarrollar e implementar el prototipo de una herramienta avanzada de gestión contra el cambio climático basada en la cuantificación de emisiones de GEI, en tiempo real, aprovechando todo el potencial que ofrecen las TIC y demostrar el resultado de la aplicación con éxito de una primera acción piloto en el municipio de Llíria. La herramienta se ha denominado GEMINIS, como acrónimo de *Global Emission Management INtegral Information System*.

2.2 Objetivos específicos

Con el fin de alcanzar este objetivo general, el trabajo de investigación y desarrollo tecnológico cuenta con los siguientes objetivos específicos:

1. Diseñar y desarrollar tecnológicamente el prototipo de una herramienta de cuantificación de emisiones de GEI a nivel local (GEMINIS), estableciendo los requisitos técnicos y funcionales necesarios para la programación informática de la herramienta.
2. Demostrar y evaluar la aplicabilidad e implementación de GEMINIS en el término municipal de Llíria, con el fin de cumplir con los compromisos asumidos en el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía.

3. Materiales y Métodos

3.1 Elementos básicos para el diseño de la herramienta

3.1.1 Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía

El Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía es un movimiento global que agrupa actualmente 7.755 gobiernos de entidades locales de 53 países, que de forma voluntaria se comprometen a implantar los objetivos en materia de clima y energía de la Unión Europea (Comisión Europea 2018). El lanzamiento tuvo lugar en 2008 con el propósito de alcanzar y superar los objetivos de la UE en materia de clima y energía con la visión para 2050 de acelerar la descarbonización de sus territorios, fortalecer su capacidad para adaptarse a los impactos ineludibles del CC y conseguir que sus ciudadanos disfruten de acceso a una energía segura, sostenible y asequible (Comisión Europea 2016).

Por ello, los firmantes se comprometen a actuar para respaldar la implantación del objetivo europeo de reducción de los GEI en un 40 % para 2030 y la adopción de un enfoque común para el impulso de la mitigación y la adaptación al CC.

Para traducir su compromiso político en medidas y proyectos prácticos, los firmantes del Pacto se comprometen a presentar, en los dos años siguientes a la fecha de la decisión de su consejo local, un Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES) en el que se esbochen las acciones clave que se pretende acometer. El plan debe incluir:

- a) un Inventario de Emisiones de Referencia para realizar el seguimiento de las acciones de mitigación
- b) y una Evaluación de los Riesgos y Vulnerabilidades Climáticos.

Este compromiso político marca el inicio de un proceso a largo plazo en el que las ciudades se comprometen a monitorizar la implantación de sus planes cada dos años.

Por todo ello, para cumplir con los compromisos del pacto es necesario realizar un inventario de emisiones de referencia a fin de poder realizar un seguimiento, evaluación y diagnóstico de las emisiones del término municipal y en base a ello, considerar posibles medidas o actuaciones de reducción de emisiones de GEI. El año de referencia que se establece para los objetivos de reducción de emisiones de GEI en los acuerdos de la Unión Europea es 1990. Pero tal y como menciona el apartado 5.1.1 de “Metodología para el desarrollo de los documentos del Pacto de las Alcaldías para el Clima y la Energía en la provincia de Valencia” (Diputación de Valencia 2017), remontarse al año 1990 para confeccionar el inventario de emisiones de referencia resulta un trabajo complicado y poco preciso. Por tanto se utiliza el año 2016 como año base para la realización de los inventarios. Tomando este año como de referencia, es posible obtener datos más fiables y exhaustivos, que harán del análisis de evolución de emisiones de GEI una tarea más precisa y fiable para la obtención de conclusiones.

Para el diseño, desarrollo y aplicación de la herramienta GEMINIS, las cifras de emisiones se expresan en términos de CO₂-equivalente (CO₂-eq), calculadas según los potenciales de calentamiento atmosféricos del IPCC (2007).

3.1.2 Definición y requisitos básicos de la herramienta

Los principales requisitos básicos que hemos definido para el diseño, desarrollo tecnológico y aplicación de GEMINIS son:

- a) Debe ser una herramienta de gestión de emisiones de GEI precisa y transparente.
- b) Debe facilitar la toma de decisiones y optimizar los recursos disponibles de manera eficiente, con el fin de elevar las métricas climáticas y los objetivos basados en la evidencia.
- c) Debe conectar el Plan Estratégico del municipio para luchar contra el CC con los objetivos estratégicos y el Plan de Acción para lograrlo, siendo una herramienta táctica con horizonte temporal de medio y largo plazo que busque gestionar los retos establecidos por la administración pública.
- d) Debe ser una herramienta operativa que permita controlar y supervisar en tiempo real, el estado de las medidas desarrolladas (proyectos y actuaciones) a corto plazo para luchar activamente contra el CC.

3.1.3 Planificación jerárquica en la decisión pública a nivel local

Dado que la finalidad de la herramienta es servir para la toma de decisión pública a nivel local, es importante que el desarrollo de la misma esté estrechamente relacionado con la planificación jerárquica de los procesos de decisión pública. Para la Administración Pública, la planificación en materia medioambiental se puede definir como un proceso de análisis sistemático en apoyo a la toma de decisiones, que parte de una recopilación sistematizada de información sobre el estado de lo que se gestiona y de la formulación de los objetivos a alcanzar y culmina con la determinación de las acciones necesarias para lograrlos, previo análisis de las posibles estrategias (Plan Forestal Castilla y León 2000).

Según Schmidt y Wilhelm (2000), la planificación se divide en tres horizontes temporales a largo, medio y corto plazo. Cada uno de estos horizontes temporales contempla un tipo de planificación diferente (figura 2):

- En primer lugar se encuentra la **Planificación Estratégica** con un horizonte temporal a largo plazo (aprox. 10 años) donde se desarrolla el Plan Estratégico de la organización en el que se define la misión, la visión los valores y los retos estratégicos que se abordarán.
- En segundo se encuentra la **Planificación Táctica** con un horizonte temporal a medio/largo plazo (aprox. 5 años) donde se desarrolla el Mapa táctico o los diferentes Programas que especificarán los objetivos estratégicos que buscarán abordar los retos estratégicos del Plan estratégico.
- Y por último, se encuentra la **Planificación Operativa** con un horizonte temporal a corto plazo (1-3 años) compuesta por los diferentes proyectos/actuaciones englobados en el Plan de Acción para lograr los Objetivos estratégicos del Mapa táctico o programa concreto.

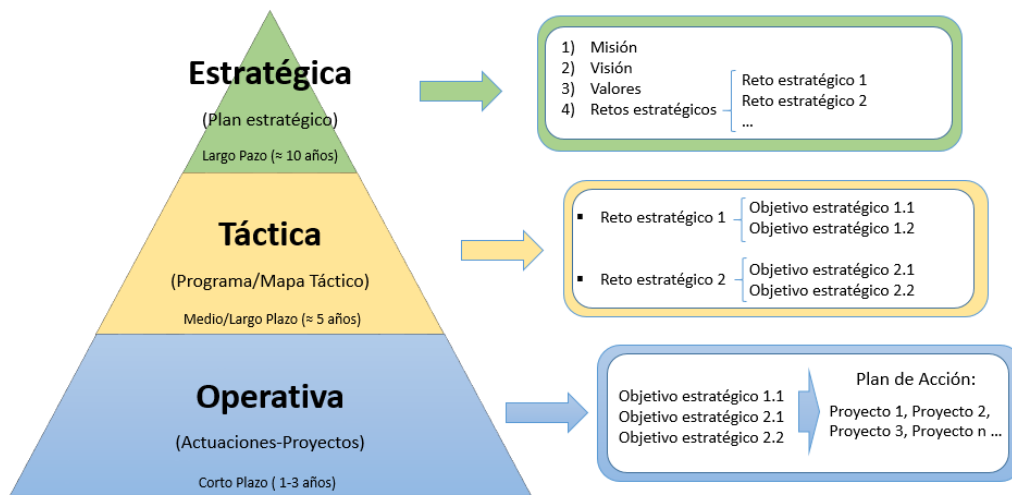


Fig. 2. Planificación jerárquica en la decisión política (según Schmidt y Wilhelm 2000).

Nota: A lo largo del presente documento se conservará la relación de colores de las figuras a su tipo de planificación tal como se observa en la figura 2 siendo verde: planificación estratégica; naranja: planificación táctica y azul: planificación operativa.

3.1.4 Modelos de herramientas de gestión

Una vez definidos los atributos y cualidades que necesita la herramienta, se estudian los diferentes modelos de herramientas de gestión existentes en las empresas que puedan ser utilizados para la gestión integral de las emisiones de GEI por administraciones locales. Se identifican dos modelos que pueden servir de base para el diseño y desarrollo tecnológico de GEMINIS:

- Cuadro de Mando Integral (CMI):** Herramienta técnica de gestión y planificación que traduce la estrategia en objetivos relacionados entre sí, medidos a través de **Key Performance Indicators (KPI)** (Kaplan y Norton 1992) y ligados a unos planes de acción que permiten alinear el comportamiento de los miembros de la organización con la estrategia de la empresa (Kaplan y Norton 1993).
- Dashboard (DB):** Herramienta operativa de representación gráfica para consolidar números y métricas mediante gráficas y diagramas. Se utiliza para mostrar los valores de un proceso o las cifras que genera un departamento, organización o empresa (Pauwels *et al.* 2009).

3.1.4.1 Desde la observación hasta los KPI

Siguiendo la metodología descrita por Savkin (2014), para el correcto diseño y desarrollo de la herramienta GEMINIS y su adaptación a los dos modelos de herramientas de gestión existentes (CMI y DB) se definen los diferentes pasos metodológicos que se han seguido, así como un ejemplo representativo para la obtención de un KPI relacionado con las emisiones de GEI del sector transporte.

1. paso: **Observación:** primer paso de la toma de datos que consiste en determinar qué indicadores son las que se pretenden medir para obtener el valor del parámetro buscado.

Ejemplo: selección las gasolineras que se pretende medir y los tipos de combustibles de cada gasolinera. Por ejemplo, dos gasolineras diferentes y los tipos de combustible gasóleo A y gasolina.

2. paso: **Cuantificación:** se basa en cuantificar las variables que intervienen en lo que se pretende medir, básicamente realizar un mapeo de la observación a su cuantificación numérica.

Ejemplo: la gasolinera 1 ha vendido 150 litros de gasóleo A y 180 litros de gasolina y la gasolinera 2 ha vendido 350 litros de gasóleo A y 220 litros de gasolina.

3. paso: **Medida:** es el resultado de la cuantificación y podría definirse como la cantidad o grado del indicador.

Ejemplo: el resultado de la cuantificación, en este caso 500 litros de Gasóleo A y 400 litros de Gasolina.

4. paso: **Métrica:** es el cálculo aplicado a la medida que resulta necesario para obtener el parámetro buscado. Se define también como la derivada de la medida.

Ejemplo: se aplica los coeficientes de emisión a cada tipo de combustible obteniendo el parámetro buscado (emisiones de GEI).

5. paso: **Key Performance Indicator (KPI):** consiste en una métrica que va ligada a un objetivo estratégico y que define el progreso de éste. Todos los KPI son métricas pero no todas las métricas son KPI, sólo aquellas ligadas a un objetivo.

Ejemplo: si la métrica no está ligada a un objetivo estratégico, se quedará como tal, ofreciendo información simplemente del estado o diagnóstico de emisiones de este sector. Pero si en cambio el Mapa Táctico del municipio cuenta con un objetivo estratégico en materia de reducción de emisiones de GEI del sector transporte, la métrica resultante estará ligada a un objetivo estratégico y por tanto pasará a ser un KPI, de manera que con este KPI podremos definir el progreso del objetivo.

La figura 3 muestra el esquema metodológico que se ha seguido para el diseño y desarrollo de la herramienta GEMINIS, desde la obtención de datos hasta los KPIs.

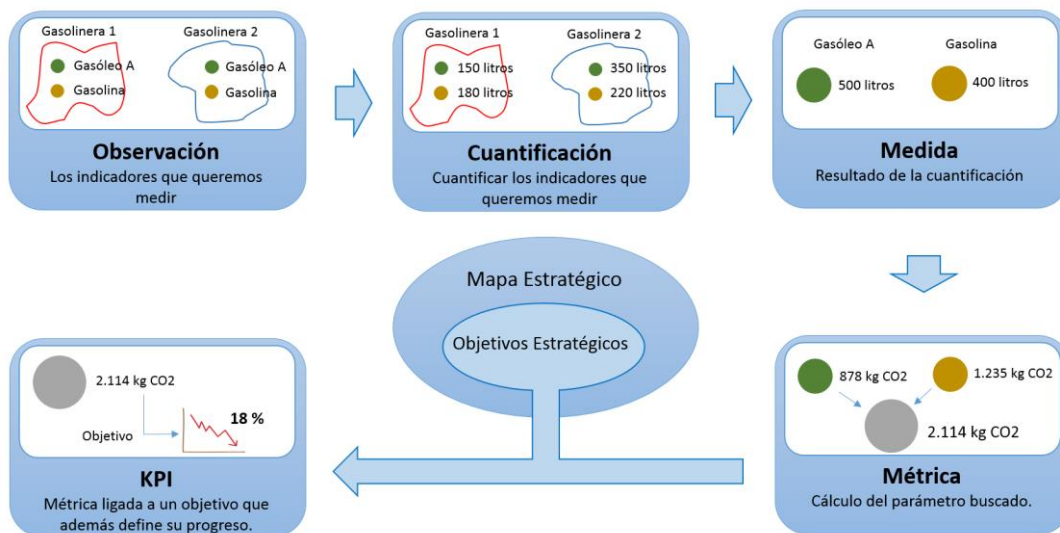


Fig. 3. Proceso de toma de datos desde la observación hasta el KPI. Fuente propia.

3.1.4.2 Diferencias y compatibilidad entre los modelos CMI y DB en el diseño y desarrollo de GEMINIS

Las metodologías de los pasos de observación, cuantificación, medida, métrica y KPIs se integran en los modelos CMI y DB que sirven de base a la herramienta GEMINIS para su aplicación en el Ayuntamiento de Llíria. Ambos son compatibles en la herramienta, pero cada uno tiene funciones modos de uso y diseños diferentes.

a) diferencias y complementariedad de CMI y DB en la funcionalidad de GEMINIS

El DB sirve a al Ayuntamiento para supervisar el rendimiento mientras que el CMI tiene la finalidad de gestionarlo (Savkin 2013b). La diferencia más importante es que el DB mide métricas mientras que el CMI mide KPI, debido a que están ligados a objetivos estratégicos. Por tanto, la función del DB está orientada a medir el estado instantáneo de las emisiones de GEI en la ciudad de Llíria, con el fin de alcanzar una visión precisa y actualizada de lo que está sucediendo, y permitiendo por tanto atender a objetivos operacionales (a corto plazo). En cambio, la función del CMI está orientada a mostrar la evolución periódicamente (normalmente de forma mensual), para hacer seguir la estrategia definida por el Ayuntamiento de Llíria mediante la relación entre los KPI y los objetivos estratégicos (a medio/largo plazo).

b) diferencias y complementariedad de CMI y DB en el modo de uso de GEMINIS

En el caso del DB, se generan eventos donde se procesan, calculan y muestran las métricas en forma de gráfico o diagrama para realizar un seguimiento en tiempo real de las métricas más relevantes de la planificación operativa. Y en el caso del CMI, el Ayuntamiento de Llíria, como gestor de la herramienta, marca objetivos estratégicos en base al mapa táctico o programa del Ayuntamiento, de manera que por un lado se elabora el plan de acción para definir los proyectos

o actuaciones que busquen alcanzar esos objetivos y por otro se gestiona la consecución de dichos objetivos estratégicos mediante el seguimiento del valor de los KPI.

c) diferencias y complementariedad de CMI y DB en el proceso de diseño de GEMINIS

El diseño del DB es un proceso *bottom up* (de abajo a arriba) que consiste en la selección y obtención de las métricas a seguir en la planificación operativa, y en el diseño de los gráficos y diagramas (*front end*) que se utilizan para la representación gráfica de sus valores. Y el diseño del CMI tiene un proceso de diseño *top down* (de arriba abajo), fijando los objetivos estratégicos del Mapa Táctico de la ciudad de Llíria, y posteriormente asignando sus KPI junto a la definición de un plan de acción para lograr su consecución.

La Tabla 1 muestra un cuadro resumen con las principales diferencias y compatibilidades entre CMI y DB en el diseño y desarrollo de la herramienta GEMINIS.

Tabla 1. Tabla resumen de diferencias entre DB y CMI. Fuente propia (basado en Savkin (2013b)).

	DB	CMI
Tipo de herramienta ...	Herramienta Operativa	Herramienta Táctica
Usado para ...	Supervisar el rendimiento	Gestionar el rendimiento
Para medir ...	Métricas	KPI (Métricas + Objetivos)
Ligado a objetivos ¿?	No	Si
Función: Medir ...	Estado instantáneo	Evolución
Actualizado de manera ...	En tiempo real	Periódicamente (Mensualmente)
Centrado en ...	Objetivos operacionales (corto plazo)	Objetivos estratégicos (medio/largo plazo)
Su propósito es ...	Dar una idea precisa de lo que está sucediendo instantáneamente	Planificar y ejecutar una estrategia, identificar por qué algo está sucediendo y qué se puede hacer al respecto
Ayuda a ...	Visualizar el estado o diagnóstico del estado actual	Relacionar KPI, objetivos y actuaciones-proyectos para ver la conexión entre ellos.
Diseño ...	<i>bottom up</i> : Selección de las métricas a seguir a nivel operativo	<i>top down</i> : Se fijan objetivos estratégicos, se asignan sus KPIs y se define un plan de acción
Modo de uso ...	Generación de eventos para seleccionar las métricas relevantes a representar.	Elaboración de un plan de acción para lograr los objetivos estratégicos y gestión de su consecución siguiendo los KPIs
Ejemplo:	Panel de instrumentos del coche (muestra cómo está funcionando el coche)	GPS (muestra cómo vas a llegar: punto de partida, estado actual y objetivo)

3.1.5 Interoperabilidad

En el diseño y desarrollo tecnológico de una herramienta informática, el concepto de interoperabilidad se refiere a la capacidad de diversos sistemas y organizaciones para trabajar juntos (interoperar), intercambiar información y utilizar la información que se ha intercambiado. En otras palabras, la interoperabilidad es la capacidad para comprender el contenido semántico de la información intercambiada (EIF 2017).

En el diseño y desarrollo de GEMINIS para su implementación en Lliria, ha sido necesario establecer y diseñar los mecanismos que aseguren la correcta interpretación y almacenamiento tanto de los datos en bruto de entrada, como de la información o conocimiento final extraído con otros sistemas informáticos (sensores, *displays*, etc.). Esto es debido a que GEMINIS trabaja con datos y fuentes de datos totalmente heterogéneas que requieren de unas reglas que aseguren la correcta interpretación de los datos de entrada y de la información o conocimiento extraído.

Según el marco europeo de interoperabilidad (EIF 2017), en el anexo 2 de la comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones Marco Europeo de Interoperabilidad (COM/2017/0134), los tipos de interoperabilidad en el desarrollo de herramientas y dispositivos informáticos son los especificados en la figura 4.

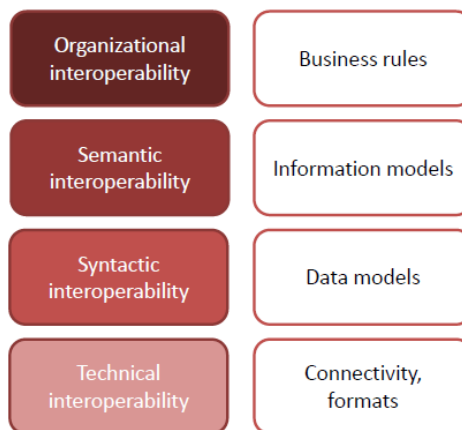


Fig. 4. Tipos de Interoperabilidad. Fuente: EIF (2017).

- a) Interoperabilidad **técnica**: Es la asociada al hardware/software y la infraestructura necesaria para operar.
- b) Interoperabilidad **sintáctica**: Es la asociada con los formatos de datos (lenguajes de programación) en que se compone cada dispositivo y sus funcionalidades.
- c) Interoperabilidad **semántica**: Es la asociada a la habilidad de compartir, agregar, analizar y usar información externa de manera coherente y automática. Para ello se necesita el modelo de referencia, el/los diferentes arquetipos de cada funcionalidad y la terminología (ontología).
- d) Interoperabilidad **organizacional**: Es la asociada con los métodos de colaboración de diferentes organizaciones en objetivos comunes.

Analizados los cuatro tipos de interoperabilidad, salvo la interoperabilidad semántica, ninguna influye directamente en el diseño de la herramienta GEMINIS para la ciudad de Llíria; por tanto, se especifica la metodología para asegurar la interoperabilidad semántica en el apartado 3.2.1.

3.2 Diseño de la infraestructura tecnológica de GEMINIS

La infraestructura informática que se diseña para GEMINIS se divide en tres bloques relacionados entre sí, que aseguran desde el almacenamiento, tratamiento y procesado de los datos, de manera automática, hasta la capacidad de interoperabilidad de la herramienta con otros sistemas. La figura 5 muestra el esquema metodológico de la infraestructura informática de la herramienta GEMINIS para Llíria diseñada en el presente TFM.

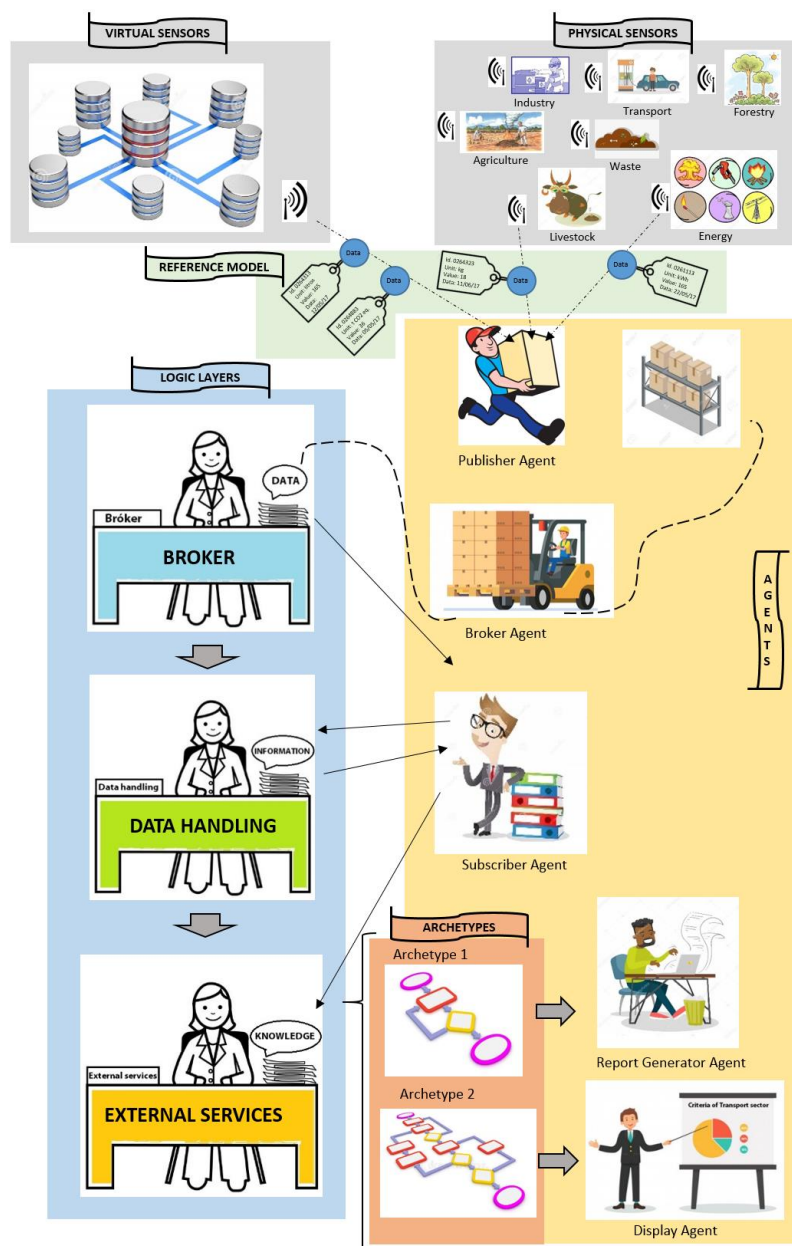


Fig. 5. Esquema metodológico de la infraestructura informática de la herramienta GEMINIS.
Fuente propia.

3.2.1 Interoperabilidad semántica

La herramienta es alimentada con información proveniente de datos heterogéneos (por ejemplo: litros de gasolina, cabezas de ganado, kWh de electricidad, toneladas de RSU, etc.) procedentes de fuentes de datos heterogéneas (dispositivos IoT, bases de datos, ficheros Excel/PDF, etc.) que son utilizados para obtener conocimiento que puede ser mostrado de maneras muy diferentes (*displays*, informes, gráficos, tablas, etc.), todo ello precisa de unas reglas o protocolos que aseguren la interoperabilidad semántica. En el diseño de la herramienta GEMINIS esto se logra mediante el modelo de referencia, los arquetipos y la ontología.

a) Modelo de referencia: Define las reglas que deben cumplir todos los datos de entrada y las cualidades o atributos de cada dato (Kalra y Archana 2008). En el caso de GEMINIS son todos los datos necesarios para la cuantificación de las emisiones de GEI (por ejemplo, las cabezas de ganado porcino, los litros de gasolina consumidos, las toneladas de residuo urbano tratado, etc.), y las propiedades y cualidades de cada dato (identificador, nombre, valor, unidades, calidad del dato, mes de medición, etc.).

b) Arquetipo: Define los pasos a seguir para procesar los datos del modelo de referencia para obtener la información que necesitamos (Maldonado *et al.* 2009). En el caso de GEMINIS son los algoritmos necesarios para obtener las emisiones de GEI en CO₂ eq. en base a los datos, aplicando los factores de emisión necesarios y conversión a CO₂ eq. entre otros, además del tratamiento que se requiere para mostrar el resultado obtenido al usuario final o capa lógica *external services* (ver figura 7). Para cada finalidad es necesario el desarrollo de un arquetipo en particular, definiendo las instrucciones y el protocolo que debe cumplir la información o conocimiento de salida.

c) Ontología/Terminología: Para la programación informática es necesario definir de manera clara cada término y sus variantes en todos los idiomas necesarios. Esto se logra mediante la ontología o terminología de un dominio concreto. Así, la ontología es el código de vocabulario estandarizado que proporcione el significado exacto de cada dato o elemento de él (Martínez-Costa *et al.* 2010), como por ejemplo sus unidades de medición). Es decir, es el diccionario de la herramienta.

Para comprender mejor esta terminología, el anejo 3 recoge un ejemplo representativo de ingeniería para cada uno de los tres elementos de la interoperabilidad semántica aplicada al diseño de GEMINIS para la ciudad de Llíria.

Para la programación y desarrollo del modelo de referencia de los datos y sus atributos, así como de los arquetipos y la ontología en la herramienta GEMINIS, se han identificado todos los datos necesarios para la cuantificación de GEI de todos los sectores emisores (directos y difusos) presentes en Llíria, añadiendo a cada uno de ellos todos los atributos o *elements* (ver figura 6) que componen el modelo de referencia. También se han diseñado los arquetipos correspondientes a la funcionalidad de cada módulo de la herramienta (descritos en el apartado 3.3) compuestos por los algoritmos de cuantificación de emisiones de GEI y sus instrucciones de presentación final.

Para la programación informática, tanto del modelo de referencia como de los arquetipos se ha utilizado el programa linkEHR. De manera paralela se ha desarrollado la ontología del dominio “emisiones de GEI” con la identificación de cada uno de los términos utilizados.

La figura 6 muestra un ejemplo de la metodología desarrollada para la introducción de datos al modelo de referencia en el ejemplo del sector de emisiones del transporte en Llíria.

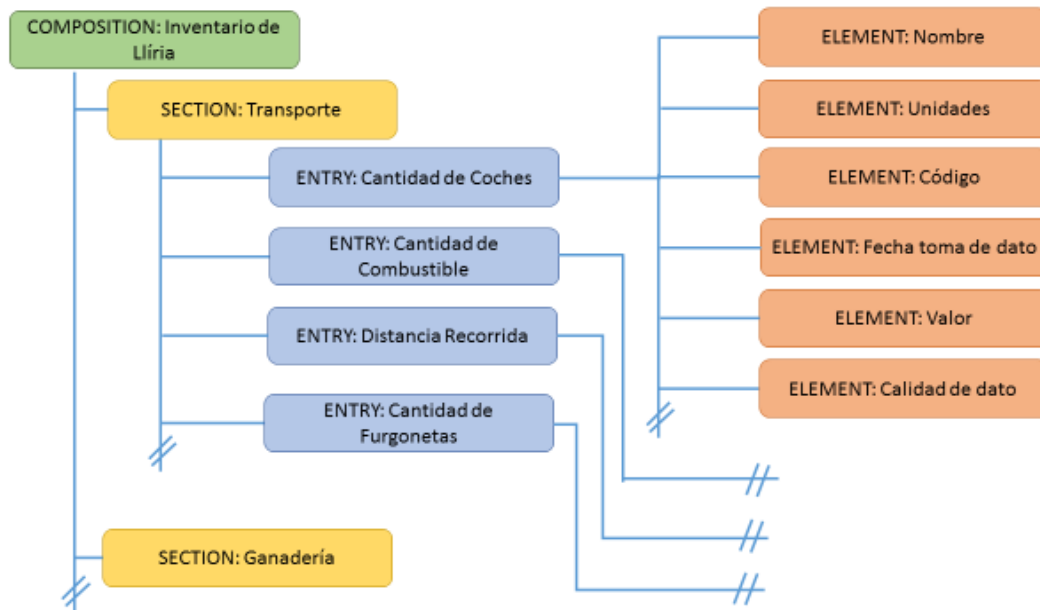


Fig. 6. Esquema de introducción de datos al modelo de referencia. Fuente propia.

3.2.2 Arquitectura informática

Una vez establecidas las reglas que debe cumplir la entrada y salida de datos e información mediante el modelo de referencia y los arquetipos, se procede a definir la arquitectura informática de la herramienta GEMINIS que alberga toda la información en forma de datos que posteriormente son tratados para obtener conocimiento de ellos.

La figura 7 muestra el esquema metodológico de la arquitectura general de GEMINIS para Llíria. Para cumplir con los requisitos funcionales previamente definidos se separa a través de diferentes capas lógicas: *plataforma digital*, *broker*, *data handling* y *external services*.

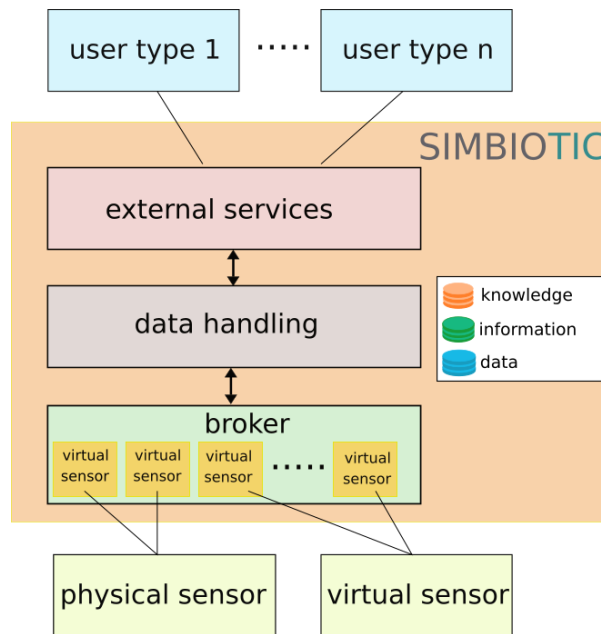


Fig. 7. Arquitectura general de GEMINIS para Llíria. Fuente propia.

Capa 1: plataforma digital

En primer lugar la plataforma recibe y recopila los datos de las diferentes fuentes de entrada (sensor físico por medio de una TIC, p.e. sensores, imagen satélite, etc., o sensor virtual p.e. bases de datos), dependiendo de la metodología seguida para dicho indicador (ver apartado 3.3.1). Estos datos de entrada deben cumplir con las reglas que define el modelo de referencia para asegurar la interoperabilidad semántica entre las fuentes de entrada y GEMINIS.

Capa 2: *broker*

La segunda capa es un *broker* que hace de intermediario entre las fuentes de datos y el sistema. El *broker* se encarga de obtener datos de los sensores registrados, independientemente de su tipo: físico o virtual. Además, para facilitar el procesamiento de los datos, esta capa contiene un adaptador semántico (ontología de dominio) usada para dar semántica a los datos recibidos (Martínez-Costa *et al.* 2010).

Capa 3: *data handling*

En tercer lugar se encuentra la capa de *data handling*, encargada de gestionar el almacenamiento de los datos que pasan por la capa *broker* creando una gran base de datos. De modo que los datos de entrada a la plataforma se clasifican para obtener información y posteriormente se procesan a fin de extraer cierto conocimiento mediante los arquetipos.

Capa 4: *external services*

Por último, la capa de *external services* permite realizar operaciones de visualización y gestión de la información y conocimiento generado por diferentes usuarios con objetivos o necesidades diferentes como pueden ser el decisor público y los ciudadanos. Para cumplir con la interoperabilidad semántica, la información o conocimiento de salida debe cumplir con las reglas definidas por los arquetipos.

3.2.3 Sistema multiagente para GEMINIS

Por último, para que la transformación de los datos (paso de una capa lógica a otra) se realice de manera automática atendiendo a la funcionalidad que requiere cada uno de los módulos que se definen en el apartado 3.3, se diseña un sistema multiagente (SMA). Un SMA es un sistema compuesto por múltiples agentes inteligentes (inteligencia artificial) que interactúan entre ellos, y se encargan de realizar cada una de las labores necesarias para cumplir con todas las funcionalidades establecidas de manera automática (Xie y Liu 2017).

El SMA está compuesto por seis capas principales, tal como se muestra en la figura 8:

Capa 1: *PublisherAgent*

Es una capa presente en los sensores tanto físicos como virtuales que se encarga de recoger y transmitir los datos obtenidos al *BrokerAgent* siguiendo las reglas descritas por el modelo de referencia.

Capa 2: *BrokerAgent*

Es el responsable del transporte de datos obtenidos por los *PublisherAgents* que se asegura de clasificar y entregar dichos datos al resto de agentes receptores del sistema.

Capa 3: *SubscriberAgent*

Está presente en todos los agentes que reciben datos, este agente se encarga de extraer y recopilar toda la información (datos clasificados) y dejarla disponible para las técnicas de procesamiento de datos a fin de obtener el conocimiento.

Capa 4: *PersistenceAgent*

Proporciona persistencia a la información y garantiza la consistencia y el almacenamiento correctos de información y conocimiento asegurando que todo tenga coherencia.

Capa 5: *DisplayAgent*

Está presente en la interfaz de la herramienta (DB) de cada uno de los módulos y es el encargado de mostrar la información y conocimiento de manera específica a los usuarios (administración local de Lliria y ciudadanos).

Capa 6: *ReportGeneratorAgent*

Está presente en el módulo de generador de informes normalizados y es el encargado de facilitar la selección de información y conocimiento útil desde la base de datos para proporcionar los informes personalizados.

El tratamiento de los datos hasta el conocimiento final obtenido y su forma de mostrarlo se realiza por los agentes descritos, pero siguiendo las instrucciones y las reglas del arquetipo diseñado para cada módulo de los descritos en el apartado 3.3.

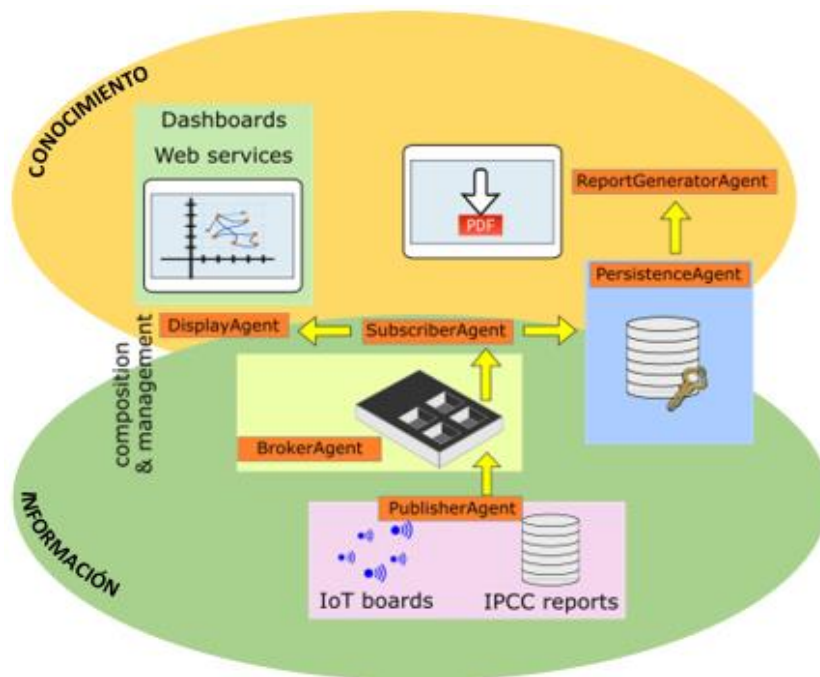


Fig. 8. Arquitectura del *middleware* la herramienta. Fuente propia.

La programación del SMA se explica en detalle Lorenzo-Sáez *et al.* (2018), para cumplir con los requerimientos funcionales definidos en el presente documento.

El anejo 3 expone un ejemplo representativo ingenieril para poder comprender mejor los agentes inteligentes del MAS en la herramienta GEMINIS.

3.3 Arquitectura de la herramienta

La herramienta GEMINIS para Llíria está compuesta de módulos independientes que otorgan modularidad tanto a su funcionamiento como a su diseño. Por ello, a continuación se describen de manera independiente los tres módulos desarrollados en el presente TFM.

3.3.1 Inventario de emisiones de GEI

El módulo inventario de emisiones de GEI cuantifica las emisiones de GEI de cada fuente emisora que se encuentra en el término municipal de Llíria. Es la base de la herramienta y está estructurado en tres niveles de categorización (sectores, criterios e indicadores) descritos más abajo.

Para el desarrollo del Inventario de emisiones de GEI se ha realizado una exhaustiva consulta bibliográfica entre las metodologías de inventario seguidas a nivel nacional e internacional. Las metodologías consultadas más relevantes son “GHG *protocol*” a gran escala (Bhatia *et al.* 2012) y la “Guia pràctica per al càlcul d’emissions de gasos amb efecte d’hivernacle” a escala regional (GEH 2017). Tanto estas dos metodologías de inventario como otras de menor relevancia

consultadas (“Inventario de emisiones del Pacto de Alcaldes” (Comisión Europea 2016), “Herramienta de la Red Española de Ciudades por el Clima de la Federación de Municipios y Provincias” (FEMP 2007), etc.) se fundamentan en las directrices del IPCC para los inventarios nacionales de GEI (IPCC 2006), utilizada en los diferentes países para estandarizar las metodologías de cálculo y facilitar su comparación. Por ello, el punto de partida en la que se fundamenta la estructura de la categorización de la herramienta GEMINIS es la guía IPCC. Esto facilita la estandarización de informes generados por la herramienta con los informes obligatorios que cada país debe presentar a nivel europeo (ver apartado 3.3.1).

Una vez definido el punto de partida, la metodología seguida es la siguiente:

1. Optimización de la estructura de sectores, criterios e indicadores

En primer lugar se ha analizado la categorización utilizada a nivel nacional por la guía IPCC, y se ha decidido mejorar su gestionabilidad reduciendo el número de niveles de desglose de las categorías de emisiones de siete niveles en el caso de la guía IPCC a tres niveles en el caso de GEMINIS. Estos niveles se han definido como “Sectores”, “Criterios” e “Indicadores” y son descritos a continuación:

- a) **Sectores:** Es el primer nivel de categorización y cuenta con un total de 6 sectores que abarcan todos los focos de emisión y sumidero posibles.
- b) **Criterios:** Es el segundo nivel de categorización y cada sector se desglosará en un número variable de criterios.
- c) **Indicadores:** Es el tercer y último nivel de categorización del inventario por lo que todos los focos de emisión estarán representados por al menos un indicador. Cada criterio se desglosará en un número variable de indicadores.

El diseño seleccionado para la representación gráfica de cada uno de los tres niveles descritos se encuentra en el apartado 3.4.1.2.

Para garantizar la posibilidad de comparación entre indicadores de diferentes criterios o sectores, se ha asegurado que toda fuente de emisión alcance el nivel de indicador, pudiendo en último lugar comparar todas y cada una de las fuentes de emisiones por su presencia en el último nivel.

2. Puesta en valor de los sumideros de carbono en las masas forestales

En segundo lugar se ha decidido disgregar del sector “Agricultura, Ganadería y Usos del Suelo” el sector “Forestal” a un sector independiente, debido a la gran relevancia como sumidero de carbono que tiene a escala local. De esta manera podremos cuantificar y poner en valor la importancia de éste en el ciclo global de emisiones de GEI, base para futuros mecanismos de compensación de carbono (Cabanés *et al.* 2016).

La metodología seguida para la cuantificación de las emisiones fijadas anualmente por las masas forestal en el término municipal de Lliria se basa en el valor de crecimiento corriente por cada estrato del tercer inventario forestal nacional (IFN3) y en la superficie de cada uno de los estratos en el término municipal, proporcionado por el técnico forestal del Ayuntamiento. Con ello, se ha calculado el crecimiento corriente anual de biomasa en peso total, siguiendo la metodología de Montero *et al.* (2005) que diferencia la parte aérea y

subterránea de la biomasa existente en cada estrato. A ello, se ha aplicado un factor de carbono en peso de biomasa para ambas por separado según los valores descritos por Ritson y Sochaki (2003). Por último, una vez obtenido el carbono fijado anualmente se aplica la relación estequiométrica carbono-dióxido de carbono para obtener el CO₂ fijado anualmente. El cálculo de la estacionalidad de crecimiento corriente, y por tanto, de la fijación de carbono se efectúa siguiendo las experiencias de Olivar *et al.* (2013) para la especie principal presente en Lliria, *Pinus halepensis*. Tanto el cálculo de los balances de carbono en las masas forestales como en todos los sectores emisores de GEI se explica en detalle en el anejo 8.

3. Adaptación de sectores, criterios e indicadores a escala local

En tercer lugar, se ha procedido a adaptar la estructura del inventario a escala local mediante la determinación de los límites de frontera y otras consideraciones:

- a) Se ha añadido un criterio dentro del sector “Energía” que contendrá las emisiones derivadas del consumo eléctrico. A nivel nacional estas emisiones se asocian a la generación eléctrica, pero dada la naturaleza de la herramienta que no es otra que facilitar al decisor público la toma de decisiones, éste, podrá actuar sobre el consumo eléctrico de su municipio y no sobre la generación donde esté ubicada la planta en cuestión, pero que indudablemente acabará derivando en una disminución de emisiones de GEI por el consumo eléctrico.
- b) En el sector “Residuos” se establece como criterio de frontera la cuantificación de las emisiones de GEI derivadas del tratamiento de los residuos y aguas residuales producidas en el municipio, independientemente de la ubicación de la planta de tratamiento, ya que al igual que en consumo eléctrico es donde el decisor público puede actuar.
- c) Se ha disgregado del sector “Energía” las emisiones producidas por el transporte debido a que a nivel local las emisiones producidas por el transporte tienen una envergadura que requieren de un seguimiento más específico, creando por tanto un nuevo sector llamado sector “Transporte”.
- d) Por último, siguiendo el mismo criterio se han añadido diferentes indicadores no disgregados a nivel nacional que a nivel local cuentan con suficiente relevancia y a su vez las autoridades locales tienen una gran influencia sobre ellos. Algunos ejemplos son el alumbrado público, el transporte de basuras, consumo eléctrico de edificios públicos, etc.

4. Adaptación de sectores, criterios e indicadores a la realidad de Lliria

En cuarto lugar, se ha procedido a adaptar la categorización a escala local resultante del punto 3, a una categorización específica para Lliria. Para ello ha sido necesario analizar en profundidad el tejido industrial del término municipal de Lliria. Se han utilizado dos bases de datos, cruzando los resultados para minimizar los errores, concretamente, la base de datos SABI y la base de datos de la Cámara de Comercio, Industria, Servicios y Navegación de Valencia. Se ha analizado la actividad económica y posibles fuentes de emisión de un total de 519 empresas (ver anejo 4). Con estos resultados se ha procedido a eliminar las categorías no presentes en el término municipal de Lliria.

A raíz del análisis de estos resultados también se han podido aplicar otras modificaciones tales como disgregar algunas actividades económicas que por el tejido industrial de Llíria tienen una importante actividad económica asociada a actividades con altos índices emisiones de GEI, generando por tanto indicadores específicos para algunas de estas actividades. Se trata concretamente del sector cerámico.

Siguiendo el criterio de frontera establecido en el punto 3, se analiza la planta de tratamiento del término municipal de Llíria obteniendo como resultado que trata los residuos de cinco municipios. Sin embargo, solo serán cuantificadas las emisiones producidas por los residuos generados en el término municipal de Llíria. Por el mismo criterio, si serán cuantificadas las emisiones derivadas del tratamiento de aguas residuales provenientes de Llíria, pero tratadas en una estación depuradora de aguas residuales situada fuera del término municipal, concretamente en la EDAR Camp de Turia I.

5. Nomenclatura y numeración alfanumérica

Todas las modificaciones realizadas para adaptar la estructura de categorización del inventario de emisiones de escala local general al inventario de emisiones de Llíria, se han realizado respetando la numeración alfanumérica y nomenclatura de las categorías. De esta manera se podrá realizar comparaciones con otros inventarios obtenidos por la misma metodología, e incluso facilitar la adaptación a la estandarización de inventario propuesta por la guía IPCC.

6. Fuentes de datos

Una vez obtenida la estructura y categorización del inventario de emisiones de GEI para el término municipal de Llíria, se procede a la identificación de los datos necesarios para la obtención de las métricas en CO₂ eq. de cada uno de los indicadores y las fuentes de datos utilizadas para su obtención. En el anejo 5 se expone en detalle los datos necesarios y las fuentes de datos utilizadas para la obtención de las métricas de cada indicador.

7. Metodologías de recopilación de datos

Por último, la obtención de las métricas y unidades de cada uno de los indicadores presenta cuatro diferentes metodologías de recopilación de datos que cuenta con diferentes niveles de precisión, así como diferentes periodicidades de actualización. A continuación se describe cada una de las metodologías desarrolladas de menor a mayor nivel de precisión:

- a) **Metodología₀**: La obtención de las métricas a partir de esta metodología se realiza mediante extrapolaciones, bien de los valores necesarios para el cálculo o bien de la métrica final. En cualquier caso siempre se prioriza la extrapolación de la fuente más similar en cuanto a escala y actividad socioeconómica. Dados los informes de los que se realizan estas extrapolaciones, la obtención y actualización de estos datos se realizan de manera anual a año transcurrido.
- b) **Metodología₁**: La obtención de las métricas o de los valores necesarios para su obtención a partir de esta metodología se realiza mediante pregunta directa. Dependiendo del dato necesario se realiza una consulta de la información necesaria

para obtención de la métrica buscada y manualmente se introduce en la base de datos para su procesado y cálculo. Dada la naturaleza participativa que se requiere para llevar a cabo esta metodología, tanto de la obtención de la información como del procesado, la periodicidad de esta metodología es semestral o anual, pero obteniendo información disgregada por meses y recogida en un solo informe.

- c) **Metodología₂**: La obtención de las métricas o de los valores necesarios para su obtención a partir de esta metodología consiste en el desarrollo de una herramienta web o App que, una vez introducido el dato necesario por el personal encargado de ello, automáticamente se vuelca dentro de la base de datos de la herramienta para su procesado y cálculo. A diferencia de la metodología anterior, ésta no presenta la necesidad de participación humana por parte del procesado de información, por ello la periodicidad de obtención de información es con frecuencia trimestral o semestral. En la figura 9 se observa un ejemplo del prototipo de herramienta web para la obtención de los datos necesarios para el cálculo de las métricas de emisiones de GEI derivadas del tratamiento de residuos urbanos.

El diseño de la herramienta web está siendo llevado a cabo por el equipo informático del grupo ICTvsCC siguiendo el prototipo y los requisitos funcionales definidos y diseñados en el presente TFM. El resultado del diseño hasta la fecha se expone en el anejo 7.

Universidad Politécnica de Valencia

Logo UPV ICT vs CC Logo Itaca

INGRESO DE EMISIONES DE GASES DE CO2

Fecha al que corresponde la información * 01 / 03 / 2018

RSU Liria (Residuo Solido Urbano) * kg o tn

RSU todo el consorcio * kg o tn

RAEE Liria (Residuos de Aparatos Electrónicos) * kg o tn

RAEE Consorcio (Residuos de Aparatos Electrónicos) * kg o tn

Observaciones

Ingresar

Fig. 9. Prototipo de *front end* de herramienta de obtención de datos. Fuente propia.

- d) **Metodología₃**: Por último, esta metodología es la más precisa, ya que consiste en la obtención de la información necesaria para el cálculo de la métrica mediante medición directa aprovechando el potencial de las TIC (sensórica, IoT, imagen satelital, etc.). Dado que no precisa de participación humana directa en la consecución de los datos, la

actualización de entrada de los datos alcanza una periodicidad en tiempo real, siendo variable en función del dispositivo utilizado.

Cabe destacar que la elección o utilización de una metodología u otra depende de varios factores. En primer lugar, depende de la fuente de datos de la que se disponga, ya que la periodicidad de esta fuente se convierte en la máxima posible. Pero además, es importante remarcar que a mayor precisión de la metodología, la métrica presentará un valor más riguroso. Por tanto, ésa será la metodología objetivo. Sin embargo, por lo general, a mayor precisión mayor inversión en tecnología. Esto hace que se deban priorizar los indicadores que requieran de mayor rigor y precisión en su medida para poder ser coherentes y eficientes. Por otro lado, también se debe estudiar cada indicador en particular debido a que no todos presentan una estacionalidad suficientemente acusada como para invertir en una mayor periodicidad de entrada de datos. Un ejemplo de ello es la superficie de tierra de cultivo, pues pese a que puede llegar a ser un indicador relevante, no tendría sentido invertir esfuerzos ni recursos en mejorar la periodicidad de medición de su medida de hectáreas de cultivo en tiempo real debido a que no sufrirá apenas variaciones en el corto plazo.

En el anejo 8 se expone el cálculo de todos los indicadores presentes en el término municipal de Lliria.

3.3.2 Sistema de Alertas de emisiones

El segundo módulo se basa en métodos de priorización de los indicadores más relevantes. Con ello se logra focalizar esfuerzos, tanto en la reducción de emisiones de GEI, como en la mejora de los sistemas de medición de las métricas. Además también permite al decisor público aunar esfuerzos de control y seguimiento de manera eficiente sobre un número reducido de indicadores.

La metodología de diseño y priorización de indicadores está dirigida a la toma de decisión a corto plazo, garantizando un seguimiento exhaustivo en tiempo real de las emisiones, pudiendo actuar sobre rectificación de incidencias o modificación de medidas ineficientes detectadas.

Según la teoría de Pareto (1896), el 80% de las consecuencias de una situación o sistema puede ser determinado por el 20% de las causas. Así, en el caso de GEMINIS para Lliria, se deben analizar los principales indicadores para ver si realmente el 80% de las emisiones de GEI estarían producidas por el 20% de los indicadores.

La priorización de indicadores es de suma importancia en el proceso de toma de decisiones, ya que permite al Ayuntamiento de Lliria:

- a) Focalizar recursos en disminuir las emisiones de los indicadores considerados relevantes y, en consecuencia, asegurar un alto impacto en el total de las emisiones de GEI del término municipal.
- b) Focalizar esfuerzos de seguimiento en los indicadores más relevantes con el fin de mejorar la gestionabilidad y fijar objetivos específicos.
- c) Mejorar los sistemas de obtención de datos de los indicadores relevantes para reducir en mayor proporción la incertidumbre total de la herramienta.

La metodología utilizada para establecer el orden de relevancia de los indicadores es la siguiente: En primer lugar se ordena de mayor a menor todos los indicadores con valor positivo del municipio en el eje de abscisas, cuyo valor absoluto de emisiones individual se representa en el eje de ordenadas primario (eje vertical izquierda) y cuyo valor relativo de emisiones acumulado se representa en el eje de ordenadas secundario (eje vertical derecha). De esta manera el último indicador debe tener siempre el valor relativo correspondiente al 100%.

El sistema de alertas de emisiones permite focalizar los esfuerzos de seguimiento sobre los indicadores relevantes. Así pues, sobre éste rango limitado de indicadores la herramienta permite fijar unos límites máximos, que en función de la estacionalidad de las emisiones se disgregaran mensualmente. Cuando el nivel de emisiones medido se aproxima o supera un umbral establecido del límite, la herramienta emite una notificación al gestor de la herramienta informando de la situación.

3.3.3 Generador de informes normalizados

Éste módulo tiene como objetivo proporcionar diferentes tipos de informes de manera normalizada para adaptarse a las diferentes convocatorias o compromisos que se requieren. En el caso de Llíria para el Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía (Comisión Europea 2016). Para ello, se ha asegurado la estandarización de la categorización de la guía del IPCC (IPCC 2006), respetando la nomenclatura alfanumérica entre la estructura de las categorías, con el objetivo de garantizar también la comparabilidad entre inventarios.

3.4 Diseño de la herramienta dentro de la organización

La herramienta aborda la planificación táctica y operativa del municipio, por ello su diseño se realiza de manera independiente para la herramienta operativa (diseño como Dashboard) y para herramienta táctica (diseño como Cuadro de Mando Integral).

También se detalla en esta sección la conexión existente entre la herramienta desarrollada y cada uno de los módulos desarrollados y en proceso de desarrollo.

3.4.1 Proceso de diseño de un Dashboard

El proceso de diseño del Dashboard (DB) sigue un proceso *bottom up* que consta de dos partes diferenciadas:

1. la selección y obtención de las métricas objetivo de seguimiento de la planificación operativa,
2. y el diseño de la representación gráfica o *front end* (interfaz) de estas mismas métricas.

3.4.1.1 Selección y obtención de las métricas

La figura 10 muestra gráficamente la metodología seguida para la selección y obtención de las métricas. Estas son las métricas con las que se realiza el seguimiento en la planificación operativa.

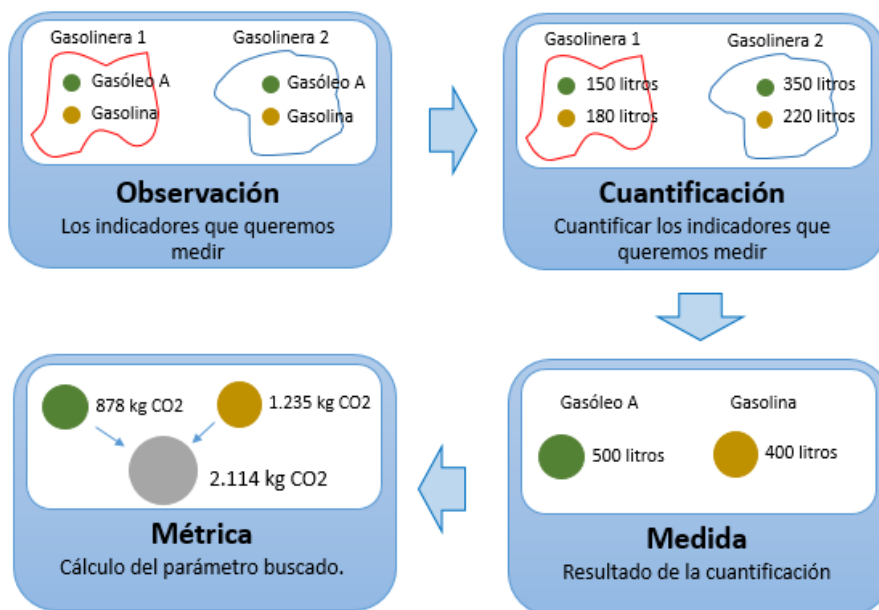


Fig. 10. Proceso de obtención de las métricas. Fuente propia.

Las metodologías seguidas para la obtención de las métricas o de los valores necesarios para su obtención, así como las fuentes de datos de las que se obtienen, se detallan en el apartado 3.3.1. Además, en el anejo 5 se definen los datos necesarios para la obtención de las métricas de cada indicador individualmente y las fuentes de datos para su obtención.

3.4.1.2 Diseño del *front end*.

El segundo paso es el diseño del *front end* para la representación gráfica de las métricas de cada uno de los módulos. Para ello se ha consultado a técnicos y concejales del Ayuntamiento de Lliria sobre la facilidad de interpretación y aplicabilidad en el proceso de toma de decisiones de diferentes alternativas de representación gráfica.

➤ **Inventario de emisiones de GEI**

Sectores: Para la representación gráfica del primer nivel en la interfaz de la herramienta se ha seleccionado un gráfico de áreas apiladas con los valores absolutos (figura 11). Con este tipo de gráfico se puede comparar a simple vista las proporciones de cada uno de los sectores implicados, la cantidad total de emisiones producidas (y emisiones fijadas) en el término municipal y para poder observar la evolución y tendencia de las emisiones durante el periodo de tiempo seleccionado.

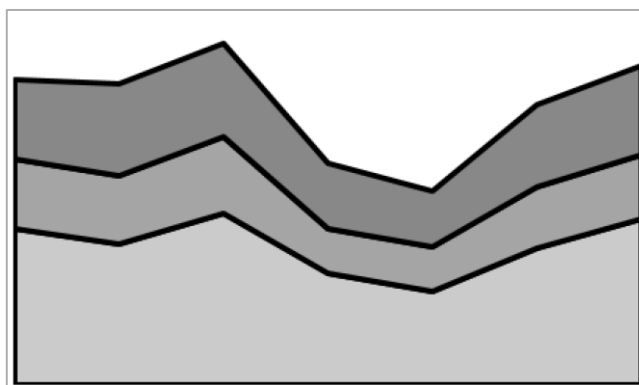


Fig. 11. Prototipo de tipo de gráfico de áreas apiladas. Fuente propia.

- a) Criterios: Para la representación gráfica del segundo nivel en la interfaz de la herramienta se ha seleccionado un gráfico circular para representar los valores relativos de los criterios que componen cada sector (figura 12). El principal motivo de esta elección es facilitar la comparación a simple vista y observar el peso relativo de cada criterio. Es posible la utilización de este tipo de gráfico debido a que el número de criterios no es excesivo en ninguno de los sectores.

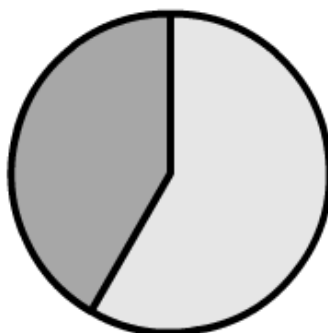


Fig. 12. Prototipo de tipo de gráfico circular. Fuente propia.

- b) Indicadores: Para la representación gráfica de los indicadores en la interfaz de la herramienta se ha seleccionado el gráfico de barras con los valores absolutos (figura 13). Este tipo de gráfico permite observar la cantidad de emisiones de CO₂ eq. que supone cada indicador. Además, hay que tener en cuenta que en este nivel hay criterios que se descomponen en un gran número de indicadores que en otro tipo de gráfico no se apreciaría con claridad.

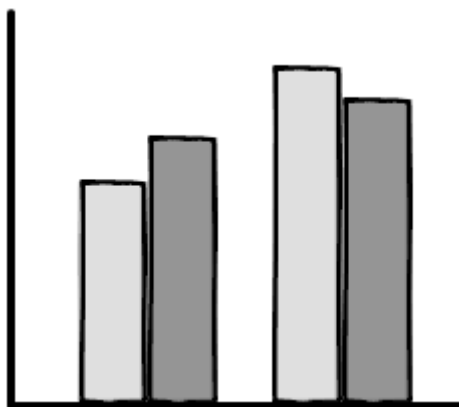


Fig. 13. Prototipo de tipo de gráfico de barras. Fuente propia.

➤ **Sistema de alerta de emisiones**

La representación gráfica del *front end* de este módulo contiene dos tipos de gráfica diferente:

La primera con forma de Diagrama de Pareto (figura 14), donde se encuentran tal como se ha indicado en el apartado 3.3.2, todos los indicadores del municipio ordenados de mayor a menor en el eje de abscisas, el valor absoluto en CO₂ eq. en el eje primario de ordenadas y el valor relativo acumulado en el eje secundario de ordenadas.

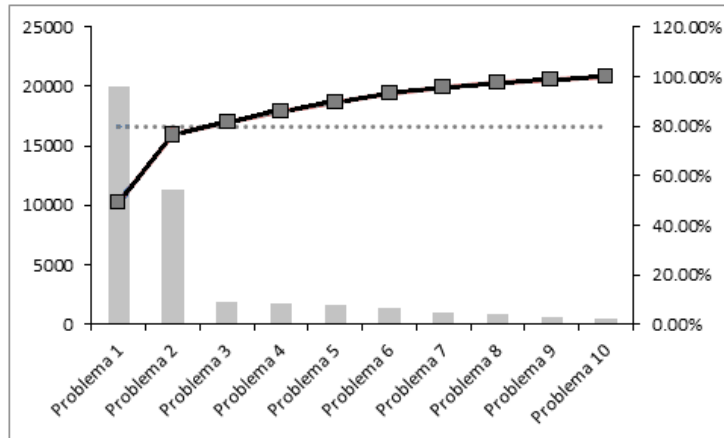


Fig. 14. Diagrama de Pareto. Fuente propia.

La segunda corresponde a la representación gráfica del sistema de seguimiento de los indicadores relevantes. Se ha establecido una simbología tipo semáforo para asociar cada uno de los tres estados posibles a cada color, siendo verde cuando el valor de emisiones no esté por encima del límite ni a menos de un umbral establecido de él, amarillo cuando se encuentre dentro de este umbral del límite, y rojo cuando el límite se haya sobrepasado (figura 15). El umbral se ha definido como el 80% del valor máximo tolerado, teniendo en cuenta la estacionalidad que presenta cada indicador durante el año (ver figura 15).

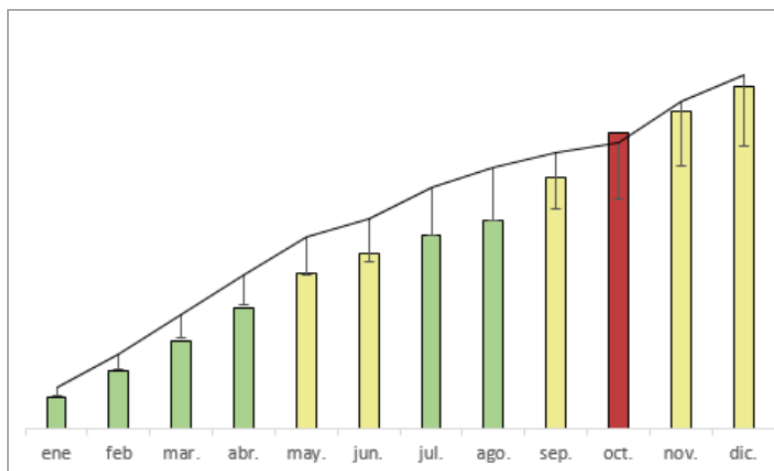


Fig. 15. Prototipo de tipo de gráfico para alertas de indicadores relevantes. Fuente propia.

En la interfaz del decisor público (concejal del Ayuntamiento) o del gestor de la herramienta (técnico del Ayuntamiento), se cuenta con una gráfica de este tipo para cada uno de los indicadores relevantes, y en el momento en que cualquiera de ellos se aproxime al umbral establecido o supere el límite fijado, la herramienta lo notifica de forma automática.

➤ **Generador de informes normalizados**

La interfaz de la herramienta en este módulo muestra los siguientes datos: Valor del año de referencia, último dato medido, objetivo, medida de actuación o proyecto del plan de acción, estado de dicha medida (vigente, en trámite, finalizada o rechazada), evolución respecto al año de referencia y porcentaje relativo respecto al total de emisiones. Junto a un botón de generación automática del informe con los valores de emisión de cada indicador desglosado por mes (figura 16).

Sector	Criterio	Indicador	Año de referencia "teq. CO2 (mm/aa)"	Último dato "teq. CO2 (mm/aa)"	Objetivo (mm/aa)	Medida de Actuación	Estado de la medida	Evolución	% del Total
		1.7.4 Propiedades municipales (sin alumbrado público)	XX (01/2010)	XX (01/2016)				↑ XX%	XX%
		1.7.5 Alumbrado público	XX (01/2010)	XX (01/2016)				↑ XX%	XX%
2. TRANSPORTE			XX (01/2010)	XX (01/2016)				↓ XX %	XX%
	2.2 Transporte terrestre (Privado)		XX (01/2010)	XX (01/2016)	↓ XX% (12/2020)	Sustitución de X% del parque automovilístico por eléctricos	Aprobada	↓ XX%	XX%
		2.2.1 Automóviles	XX (01/2010)	XX (01/2016)				↑ XX%	XX%



Fig. 16 Ejemplo de interfaz del módulo de generador de informes normalizados. Fuente propia.

3.4.2 Proceso de diseño de un Cuadro de Mando Integral. Visión Integral

El diseño de la herramienta como CMI sigue un proceso *top down* (Savkin 2013a) para abordar correctamente las conexiones entre los objetivos estratégicos del mapa táctico y el CMI.

El CMI es una herramienta táctica, es decir que se sitúa en el segundo escalón de la pirámide (figura 2), el de planificación táctica. Sin embargo, hace de nexo con la planificación operativa, ya que conecta los objetivos estratégicos con actuaciones o proyectos operativos. Y a su vez, con la evolución de los KPI, retroalimenta el programa o mapa táctico para lograr el máximo rendimiento.

Su desarrollo se divide en dos fases simultáneas (figura 17):

- a) Por un lado se definen los KPI de cada objetivo estratégico (métricas de los indicadores que van a evaluar el progreso de la consecución de dichos objetivos estratégicos) junto a sus puntos de referencia y valores objetivos.
- b) Y por otro lado se elabora el Plan de Acción que define actuaciones o proyectos para alcanzar cada objetivo estratégico.



Fig. 17. Proceso de desarrollo del CMI. Fuente propia.

Un ejemplo de la metodología seguida para el diseño del CMI en función de uno de los objetivos estratégicos del mapa táctico es:

- 1) Plan estratégico: El Ayto. de Lliria fija una serie de retos estratégicos para luchar activamente contra el CC.
- 2) Mapa táctico/Programa: Objetivo estratégico X: disminución de un 50% de las emisiones de metano derivadas del tratamiento de purines de las granjas porcinas del término municipal de Lliria.
- 3) Diseño del Cuadro de Mando Integral (CMI). Diseño en dos fases paralelas:
 - a. Por un lado la métrica (valor de emisiones de GEI) de dicho indicador asociada al objetivo estratégico pasa a ser considerada un KPI. Y en este caso, los puntos de referencia y objetivos del KPI son los valores de emisiones de GEI actual y el 50% del mismo, respectivamente.
 - b. Y por otro lado, de manera paralela, dentro de la planificación operativa, el Plan de Acción podrá definir, por ejemplo, la implantación de un sistema de digestión anaerobia para el tratamiento de purines de las granjas como actuación para lograr el objetivo estratégico.

A diferencia del DB, el CMI requiere de una participación dinámica y constante a lo largo del tiempo, añadiendo objetivos y comprobando su evolución y rendimiento para modificar el plan estratégico que se está siguiendo para lograrlo. Por ello, ha de ser el decisor público o gestor de la herramienta el que continúe el proceso de diseño de la herramienta como CMI.

3.4.3 Metodología para el desarrollo y mantenimiento integral de la herramienta: hibridación entre DB y CMI

Tras una primera presentación de la metodología desarrollada ante los técnicos y decisores públicos del Ayuntamiento de Llíria, la herramienta GEMINIS debe integrar el enfoque *bottom up* del DB y el *top down* del CMI, generando un híbrido entre ambos, tal como se observa en la figura 18. Para la hibridación de los dos enfoques se ha seguido la metodología descrita por Savkin (2013c).

Por un lado, la hibridación permite conocer el diagnóstico en tiempo real de las emisiones de GEI del municipio, mostrando de manera gráfica las métricas de todos los focos de emisiones y, a su vez, poder calcular mediante modelos matemáticos los indicadores relevantes (prioritarios) por volumen de emisiones. Esto permite retroalimentar el mapa táctico y establecer así objetivos estratégicos sobre estos indicadores prioritarios (visión *bottom up* de la herramienta).

Por otro lado, en función del mapa táctico o programa desarrollado, la herramienta hibridada resultante permite también planificar un Plan de Acción con actuaciones o proyectos para disminuir la cantidad de emisiones de GEI según los objetivos estratégicos, haciendo que las métricas de estos indicadores tengan un objetivo estratégico asociado y pasen a ser considerados KPI (visión *top down* de la herramienta). Con ello se logra un seguimiento de la consecución de los objetivos estratégicos fijados y se permite gestionar de manera eficiente, transparente y actualizada, las emisiones de GEI.

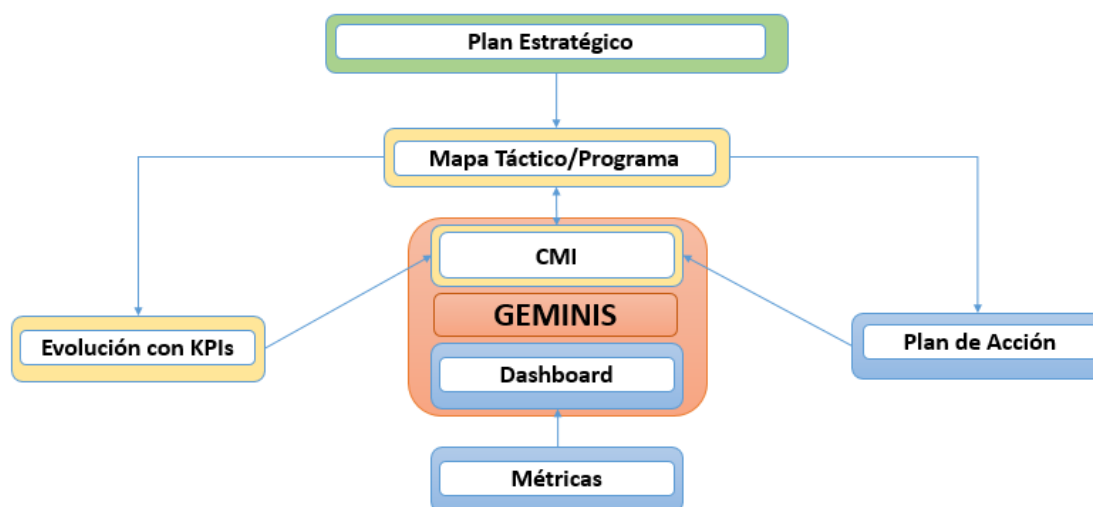


Fig. 18. Convergencia de DB y CMI en la herramienta desarrollada. Fuente propia (basado en Savkin (2013c)).

La herramienta GEMINIS está en continuo desarrollo para su optimización en su aplicación en el Ayuntamiento de Llíria, así como para su transferencia a otras administraciones locales, provinciales y regionales. Para ello, a parte de los tres módulos desarrollados se está trabajando en el desarrollo de cuatro módulos más en torno a la gestión de las emisiones de GEI. El anexo 10 describe las interconexiones entre los módulos (existentes y en desarrollo) y las etapas y elementos del diseño.

4. Resultados y discusión

4.1 Inventario de emisiones de GEI

La figura 19 presenta los resultados de la interfaz del módulo inventario de emisiones de GEI de la primera versión de GEMINIS en pleno funcionamiento.

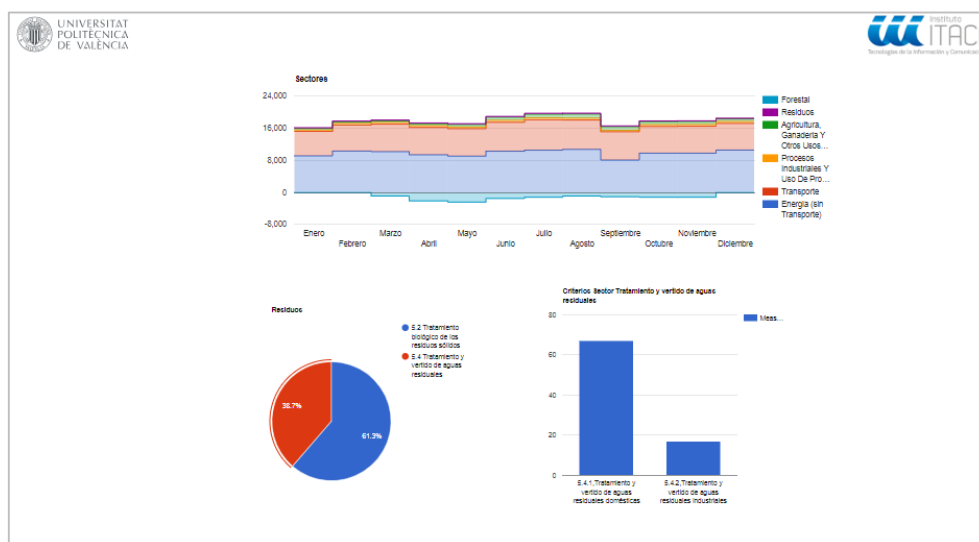


Fig. 19. GEMINIS v1.0, modulo inventario de emisiones de GEI. Fuente propia.

La aplicación de este módulo de GEMINIS ha permitido al Ayuntamiento de Llíria utilizar los resultados obtenidos como inventario de referencia para la elaboración del Plan de Acción para el Clima y la Energía Sostenible (PACES). Para ello, es necesario realizar un diagnóstico de los sectores considerados relevantes por el Pacto con el fin de formular y ejecutar las medidas de adaptación y mitigación del CC. El resumen de dicho diagnóstico se expone en el anexo 8.

Las emisiones de GEI durante el año 2016 en Llíria fueron en total 215.612 t CO₂ eq. tal como se observa de manera desglosada por sectores en la figura 20. El nivel total de emisiones se ve considerablemente reducido por el efecto sumidero del sector "Forestal", responsable de una reducción del 6% de las emisiones brutas. Con ello, el valor neto de emisiones fue de 202.793 t CO₂ eq.

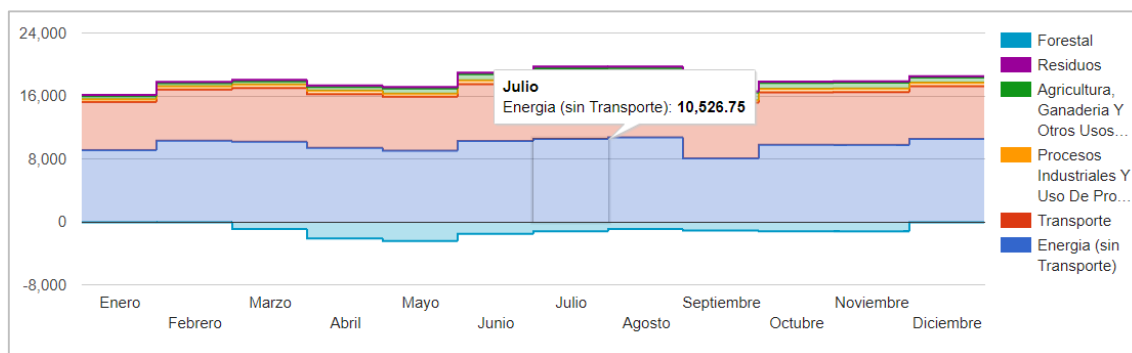


Fig. 20. Emisiones de GEI desglosado por sectores. Fuente propia.

La tabla 2 muestra los resultados de emisiones de GEI en Lliria en el año 2016 de forma desgregada por sectores y criterios.

Tabla 2. Emisiones de GEI en Lliria durante el año 2016 desagregado por sectores y criterios.

Fuente propia.

EMISIONES DE GEI DURANTE 2016 DE LLÍRIA EN t CO₂ eq.	
1. ENERGIA (SIN TRANSPORTE)	117.692
1.1 Quema de combustible en Industrias de la energía*	0
1.2 Quema de combustible en Industrias manufactureras y de la construcción	34.189
1.3 Quema de combustible en Otros sectores	2.017
1.7 Emisiones derivadas del consumo de electricidad	81.486
2. TRANSPORTE	82.491
2.2 Transporte terrestre (Privado)	74.776
2.5 Transporte terrestre (Servicio Público)	1.148
2.6 Otro tipo de transporte	6.567
3. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	5.226
3.1 Industria de los minerales	198
3.4 Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	268
3.6 Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	4.759
4. AGRICULTURA, GANADERIA Y OTROS USOS DE SUELO (Sin forestal)	8.108
4.1 Ganadería, Fermentación entérica	439
4.2 Ganadería, Gestión del estiércol	4.696
4.3 Agricultura, Tierra de cultivo	-1.402
4.8 Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra	4.375
5. RESIDUOS	2.096
5.2 Tratamiento biológico de los desechos sólidos	1.286
5.4 Tratamiento y eliminación de aguas residuales	810
6. FORESTAL	-12.819
6.1 Tierras forestales	-12.819

* El criterio 1.1 Quema de combustible en Industrias de la energía queda presente a pesar de contabilizar 0 en la actualidad, debido a la previsión de implantar un *District Heating* en actual estado de proyección.

Cerca del 55% del total de emisiones brutas se registraron en el sector “Energía (sin Transporte)”. Dentro de este sector, el criterio con mayor nivel de emisión es el de “Emisiones derivadas del consumo de electricidad” con un 37% del total, siendo el indicador “Consumo eléctrico en industria (Sin cerámica)” el mayor responsable con un 19% del total. El segundo sector con mayor cantidad de emisiones de GEI es el sector “Transporte”, con un 38% del total. El criterio “Transporte terrestre privado” domina con total claridad con un 34% de emisiones, siendo el indicador “Automóviles (servicio privado)” el más significativo con un 13% del total de emisiones de GEI de Lliria. Por último, el restante 7 % de las emisiones de GEI se reparte entre los sectores “Agricultura, Ganadería y Otros Usos de Suelo”, con un 4% aproximadamente del total de emisiones, y los sectores “Procesos Industriales y Uso de Productos” y “Residuos” que suponen un 2 y un 1% de las emisiones totales respectivamente.

Todos los cálculos de cuantificación de emisiones se detallan en el anejo 8. Además, el anejo 9 detalla los resultados de las emisiones desglosadas mensualmente, tanto de los sectores y criterios mencionados como de los indicadores que componen cada uno de los criterios.

4.2 Sistema de alertas de emisiones

La figura 21 presenta los resultados de la interfaz del módulo Sistema de alertas de emisiones de la primera versión de GEMINIS en pleno funcionamiento.

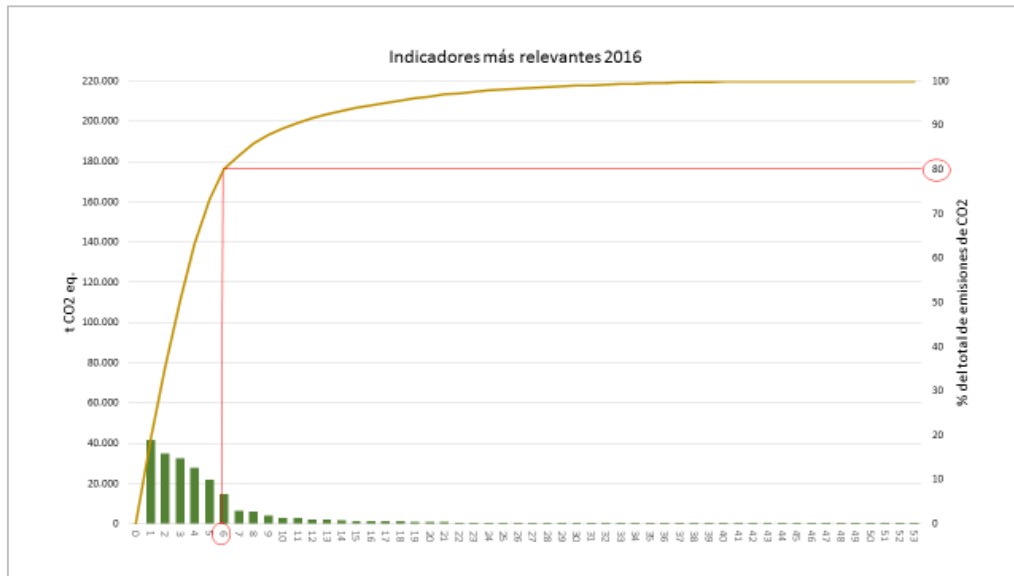


Fig. 21. GEMINIS v1.0, módulo Sistema de alertas de emisiones. Fuente propia.

Los resultados obtenidos por la aplicación del módulo de sistema de alertas de emisiones en Llíria muestran un rango de entre 5 y 6 indicadores relevantes con ligeras variaciones según el mes de aplicación, que representan más del 80 % del total de emisiones.

Los indicadores que se han repetido con mayor frecuencia como relevantes durante el año 2016, junto al valor total, los mínimos y máximos así como el valor relativo respecto al total de las emisiones de cada indicador se muestran en la tabla 3.

Tabla 3: Indicadores más relevantes de Llíria, año 2016. Fuente propia.

INDICADOR	Emisiones totales 2016 (t CO ₂ eq.)	% sobre total emisiones	Min (mes) (t CO ₂ eq.)	Max (mes) (t CO ₂ eq.)
Resto de Industria (Consumo eléctrico)	41.656	19,19	2.490 (sep)	3.924 (jul)
Residencial (Consumo eléctrico)	35.110	16,18	2.257 (abr)	3.612 (ene)
Industria cerámica (Quema de combustibles)	32.732	15,08	1.957 (sep)	3.083 (jul)
Automóviles (Servicio privado)	27.722	12,77	2.059 (ene)	2.553 (jul)
Camiones servicios ligeros (Servicio privado)	21.793	10,04	1.618 (ene)	2.007 (jul)
Camiones servicios pesados (Servicio privado)	14.909	6,87	1.107 (ene)	1.373 (jul)

Tal como se observa en la tabla 3, el indicador más relevante en cuanto a volumen de emisiones de GEI del término municipal de Llíria, es el consumo eléctrico en industria (sin Cerámica) seguido de consumo eléctrico en residencial y consumo térmico principalmente gas natural en la industria cerámica. Estos tres indicadores pertenecientes al sector energía suman el 50 % del total de emisiones y reflejan una estacionalidad con un mínimo en el mes de septiembre y máximo en julio para los indicadores de la industria y un mínimo en abril y máximo en enero para el sector residencial de consumo eléctrico. Los siguientes tres indicadores pertenecen al sector transporte de servicio privado, ya que, automóviles, camiones de servicios ligeros y camiones de servicios pesados suman casi el 30 % del total de emisiones. La estacionalidad en estos tres indicadores refleja un máximo en el mes de julio y un mínimo en enero.

Estos indicadores resultan prioritarios a la hora de focalizar esfuerzos tanto de recursos disponibles como de seguimiento y control por parte del decisor público. Por tanto, el decisor público en Llíria debe establecer unos límites objetivos anuales para garantizar su seguimiento. Esta información es de suma importancia para la realización del PACES de Llíria y la formulación de medidas de mitigación.

4.3 Generador de informes normalizados

La figura 22 presenta los resultados de la interfaz del módulo Generador de informes normalizados de la primera versión de GEMINIS en pleno funcionamiento.

Sector	Criterio	Indicador	Año de referencia "teq. CO2 (mm/aa)"	Último dato "teq. CO2 (mm/aa)"	Objetivo (mm/aa)	Medida de Actuación	Estado de la medida	Evolución	% del Total
		1.7.4 Propiedades municipales (sin alumbrado público)	50,25 (01/2010)	55,94 (01/2016)				↑11,32%	0,35%
		1.7.5 Alumbrado público	68,08 (01/2010)	70,01 (01/2016)				↑2,83%	0,43%
2. TRANSPORTE			6.264,30 (01/2010)	6.125,50 (01/2016)				↓2,22%	37,98%
	2.2 Transporte terrestre (Privado)		5.605,15 (01/2010)	5.552,60 (01/2016)	↓15% (12/2020)	Sustitución de 4% del parque automovilístico por eléctricos	Aprobada	↓0,94%	34,43%
		2.2.1 Automóviles	2.171,30 (01/2010)	2.058,62 (01/2016)				↓5,19%	12,76%



Fig. 22. GEMINIS v1.0, modulo Generador de informes normalizados. Fuente propia.

Como resultado de la aplicación de éste módulo al término municipal de Llíria, se ha generado un informe completo de las emisiones de 2016 de todas las fuentes emisoras y con efecto sumidero de la ciudad de Llíria. El anejo 9 muestra el inventario total de las emisiones. Además de ello, ha servido para la realización del inventario de referencia necesario para la formulación del PACES del ayuntamiento de Llíria gracias al diagnóstico de emisiones y energía de los sectores dentro del ámbito del Pacto. En el anejo 8 se expone tanto la cuantificación de estos sectores como el cuadro resumen del PACES de Llíria.

Cabe destacar que para el desarrollo de la imagen corporativa y el diseño estético del *front end* de GEMINIS se está colaborando estrechamente con el departamento de expresión gráfica arquitectónica de la E.T.S de Ingeniería del Diseño.

5. Conclusiones

En el presente TFM se ha desarrollado el primer prototipo de la herramienta GEMINIS, una herramienta de gestión de emisiones avanzada que ha permitido conocer con precisión y transparencia el estado de las emisiones de GEI en el término municipal de Lliria. Esta herramienta se ha convertido en un elemento clave para ayudar a Lliria en su transición hacia una Smart City basada en las TIC para contribuir a la mitigación activa del CC.

Las principales conclusiones de la investigación son:

1. El TFM se ha integrado en el proyecto de investigación SimBioTIC, cuyo objetivo es desarrollar herramientas que permitan a las ciudades y sus ciudadanos luchar a nivel local contra un problema global, el cambio climático (CC), desarrollado por el grupo de investigación de Tecnologías de la Información contra el Cambio Climático (ICTvsCC) perteneciente al Instituto de las Tecnologías Avanzadas de la Información y la Comunicación (ITACA) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Esto ha permitido una investigación multidisciplinar entre TICs, gestión de emisiones y medidas contra el CC, integrando las necesidades de información y procesos de toma de decisiones del Ayuntamiento de Lliria, como municipio piloto para el desarrollo de la herramienta.
2. La metodología utilizada ha resultado apropiada al integrar metodología de cuantificación normalizada a nivel internacional (IPCC) e hibridar herramientas tácticas y operativas (CMI y DB), permitiendo diseñar y desarrollar una herramienta modular para facilitar el proceso de toma de decisión pública a nivel local.
3. La herramienta GEMINIS ha permitido clasificar y cuantificar las emisiones de GEI por sectores y de manera desagregada en criterios e indicadores, facilitando así un diagnóstico preciso de Lliria a nivel sectorial. Así, la herramienta ha permitido identificar los principales sectores emisores, que son Energía y Transporte. Además, también ha facilitado la identificación de los principales indicadores fuentes de emisión local, que son el consumo eléctrico de la industria (sin cerámica) y residencial, y consumo térmico de la industria cerámica, así como el transporte privado de automóviles y camiones de servicios ligeros y pesados. Con ello, las medidas activas contra el CC a nivel local pueden ser eficientemente dirigidas desde la acción pública en colaboración con las empresas locales.
4. Los resultados han permitido contrastar la función significativa que las masas forestales cumplen como sumideros activos de carbono, reduciendo las emisiones totales de GEI a nivel local. Así, en el caso de Lliria, el crecimiento corriente de las masas forestales presentes en el término municipal reducen las emisiones brutas anuales en aproximadamente un 6%.
5. El desarrollo de la herramienta y los resultados obtenidos permiten también establecer sistemas de alerta de emisiones en los principales indicadores identificados, permitiendo así al decisor público realizar un seguimiento exhaustivo y tomar medidas correctoras a corto plazo.

6. La herramienta sirve como base a la gestión integral de las emisiones de GEI en base a la planificación jerárquica (estratégica, táctica y operativa) contra el CC a nivel local, incluyendo la generación automática de los informes obligatorios para cumplir con los compromisos asumidos en el marco del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía, compromiso adquirido por la ciudad de Llíria ante la Unión Europea. Además, la estandarización de informes y la estructura para la categorización, permite comparar entre inventarios y establecer objetivos secundarios tales como la creación de mecanismos de compensación de carbono entre sumideros y fuentes emisoras de ciudades o empresas cercanas, entre otros.
7. Además, el diseño modular de la herramienta permite que ésta pueda ser transferida y extrapolada a otras ciudades con diferentes condiciones socioeconómicas.
8. Finalmente, como trabajo futuro de GEMINIS, se están desarrollando nuevos módulos para la herramienta relacionados con la gestión integral de emisiones de GEI: módulo de gestión de stocks de carbono, módulo de gestión de riesgo de emisión de grandes volúmenes de GEI (incendios forestales), módulo de oportunidades de negocio en torno a la herramienta y módulo de simulación de impactos sociales, económicos y ambientales de las diferentes actuaciones priorizadas.

Por último, como actividades de difusión científica de los resultados obtenidos del desarrollo del TFM, se han presentado tres comunicaciones orales y un poster en congresos nacionales e internacionales, todos ellos aceptados:

Lorenzo-Sáez, E., Oliver-Villanueva, J.V., Luzuriaga, J.E., Mateo Pla, M.Á., Urchueguía, J.F. y Lemus-Zúñiga, L.G. (2018). A Cooperative Agent-Based Management Tool Proposal to Quantify GHG Emissions at Local Level. *Technologies and Applications 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies*, 96, 243-252. Gold Coast, Australia.

Lorenzo-Sáez, E., Oliver-Villanueva, J.V., Lemus-Zúñiga, L.G., Urchueguía, J.F., Luzuriaga, J.E., y Brunet-Navarro, P. (2018). CMI-SimBioTIC: herramienta avanzada para Llíria como Smart City frente al Cambio Climático. *Small and Medium Smart Cities*, 20-31. Alcoi, España.

Lorenzo-Sáez, E., Oliver-Villanueva, J.V., Lemus-Zúñiga, L.G., Urchueguía, J.F., Luzuriaga, J.E., Brunet-Navarro, P., Díaz-Manrique, V., Armengot-Carbo, B., Lerma-Arce, V., Badenes, B., Mateo Pla, M.Á., Bonastre, A., Magraner, T., Saiz-Mauleon, B. y Esparza, M. (2018). Proyecto integral SimBioTIC para la mitigación del cambio climático basado en las TIC. *Congreso sobre Ingeniería Energética (iENER'18)*. 27-28.06.2018 Comunicación oral. Proceedings en proceso de impresión. Madrid, España.

Lorenzo-Sáez, E., Oliver-Villanueva, J.V., Lemus-Zúñiga, L.G., Urchueguía, J.F., Luzuriaga, J.E., Brunet-Navarro, P., Díaz-Manrique, V., Armengot-Carbo, B., Lerma-Arce, V., Badenes, B., Mateo Pla, M.Aá., Bonastre, A., Magraner, T., Saiz-Mauleon, B. y Esparza, M. (2018). SimBioTIC: Integral management tool for GHG emissions at local level: pilot action in Lliria (València). *Workshop on Innovation on Information and Communication Technologies (ITACA-WIICT 2018)*. 13.07.2018. Póster. Proceedings en proceso de impresión. Valencia, España.

Este TFM cierra un ciclo de formación multidisciplinar que se inició con el Grado de Ingeniería Forestal y del Medio Natural (intensificación de Industrias Forestales) en la ETSIAMN de la Universitat Politècnica de València, complementado con un Máster en Energías Renovables en el Instituto Tecnológico de la Energía y la Universidad CEU Cardenal Herrera y finalizado con el Máster de Ingeniería de Montes en la UPV. Los resultados son la base para continuar contribuyendo a la línea de investigación como personal investigador contratado por el instituto ITACA de la UPV.

6. Bibliografía

- Air Resources Board [ARB] (2002). Model to calculate emission rates from all motor vehicles. EMISSION FACTors (EMFAC).
- Bhatia, P., Cummis, C., Brown, A., Rich, D., Draucker, L., y Lahd, H. (2012). Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. Supplement to the GHG Protocol *Corporate Accounting and Reporting Standard*, 1-152.
- Burriel, E. (2009). La planificación territorial en la comunidad valenciana (1986-2009). *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. 13 (306). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-306.htm>.
- Cabanes Sanchez, M., Escrig del Valle, A. y Oliver-Villanueva, J.V. (2016). El carbono en los ecosistemas forestales valencianos. *II Congreso Forestal de la Comunitat Valenciana*, 228-241.
- Comisión Europea (2014). Acción por el clima. Bruselas. Bélgica. doi: 10.2775/8341.
- Comisión Europea (2016). Covenant of Mayors: Greenhouse Gas Emissions Achievements and Projections. *Publications Office of the European Union*.
- Comisión Europea (2018). Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía. Recuperado de <https://www.pactodelosalcaldes.eu/sobre-nosotros/el-pacto/el-pacto-en-cifras.html>.
- Dimitrios G., Chariton K., Leonidas N. y Zissis S. (2017). Computer programme to calculate emissions from road transport (COPERT 5).
- Diputación de Valencia (2017). Metodología para el desarrollo de los documentos del Pacto de las Alcaldías para el Clima y la Energía en la provincia de Valencia.
- Dodman, D. (2011). Forces driving urban greenhouse gas emissions. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 3(3), 121-125.
- Doménech J. L. (2010). Huella de carbono-huella ecológica corporativa (MC3).
- ECODES y Acciónatura (2005). CeroCO2. Recuperado de <http://www.ceroco2.org/>.
- Environmental Modeling Center [EMC] (1996). Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (SMOKE).
- Environmental Protection Agency [EPA] (2002). Mobile Source Emissions Factor Model (MOBILE6).
- Federación Española de Municipios y Provincias [FEMP] (2007). Metodología para el Cálculo del Sistema de indicadores de Diagnóstico y Seguimiento del Cambio Climático. Red de Ciudades por el Clima, en colaboración con el MARM.
- Guevara-Sala, A., Guzmán-Vico, N., García-Martín, L., Martín-Rodríguez, P., Márquez Hitos, V., Muñoz-Collado, F. y Vida-Manzano, J. (2010). Estudio de herramientas adecuadas para medir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero municipales. En Actas X Congreso Nacional de Medio Ambiente, Madrid.

- Ibrahim, N., Sugar, L., Hoornweg, D., y Kennedy, C. (2012). Greenhouse gas emissions from cities: Comparison of international inventory frameworks. *Local Environment*, 17(2), 223-241.
- International Standard Organization [ISO] (2012). ISO 14064. Verificación y contabilización de gases de efecto invernadero.
- IPCC (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *Task Force on National Greenhouse Gas Inventories (TFI)*.
- IPCC (2007). Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza.
- IPCC (2014). Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. *Cambridge University Press*.
- Junta de Castilla y León (2000). Plan Forestal de Castilla y León.
- Kalra, D. y Archana, T. (2008). The EHR and Clinical Archetypes: time for clinical engagement! eHealth Planning and Management Symposium. Copenhagen, Denmark.
- Kaplan R.S. y Norton D.P. (1992). The Balanced Scorecard—Measures that drive performance. *Harvard Business Review*.
- Kaplan R.S. y Norton D.P. (1993). Putting the balanced scorecard to work. *Harvard Business Review*.
- Kennedy, C., Demoullin, S., y Mohareb, E. (2012). Cities reducing their greenhouse gas emissions. *Energy Policy*, 49, 774-777.
- Lin, T., Yu, Y., Bai, X., Feng, L., y Wang, J. (2013). Greenhouse Gas Emissions Accounting of Urban Residential Consumption: A Household Survey Based Approach. *PLoS ONE*, 8(2).
- Lorenzo-Sáez, E., Oliver-Villanueva, J.V., Luzuriaga, J.E., Mateo Pla, M.Á., Urchueguía, J.F. y Lemus-Zúñiga, L.G. (2018). A Cooperative Agent-Based Management Tool Proposal to Quantify GHG Emissions at Local Level. *Technologies and Applications 2018. Smart Innovation, Systems and Technologies*, 96.
- Maldonado, J.A., Moner, D., Bosca, D., Fernández-Breis, J.T., Angulo, C. y Robles, M. (2009). LinkEHR-Ed: a multi-reference model archetype editor based on formal semantics, 78(8), 559–70.
- Marco Europeo de Interoperabilidad [EIF] (2017). Comunicación de la comisión al parlamento europeo, al consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones (COM/2017/0134).
- Martínez-Costa, C., Menárguez-Tortosa, M. y Fernández-Breis, J. (2010). An approach for the semantic interoperability of ISO EN 13606 and OpenEHR archetypes.
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R. y Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO2 por los bosques españoles. *Monografías INIA: serie forestal*, 13.
- Oficina Catalana del Canvi Climàtic [OCCC] (2017). Guia pràctica per al càlcul d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH).

- Oficina Catalana del Canvi Climàtic [OCCC] (2018). Calculadora d'emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH).
- Olivar, J., Bogino, S., Rathgeber, C., Bonnesouer, V. y Bravo, F. (2013). Thinning has a positive effect on growth dynamics and growth climate relationships in Aleppo pine (*Pinus halepensis*) trees of different crown classes.
- Pareto, V. (1896). Principio de Pareto. *Cours d'économie politique*.
- Pauwels K., Ambler T., Clark B. H., LaPointe P., Reibstein D., Skiera B., Wierenga B. y Wiesel, T. (2009). Dashboards as a service: why, what, how, and what research is needed? *Journal of Service Research*, 12(2), 175-189.
- POCTEFA (2013). Cuantificación de huella de carbono para empresas (ENECO).
- Ramaswami, A., Bernard, M., Chavez, A., Hillman, T., Whitaker, M., Thomas, G., y Marshall, M. (2012). Quantifying carbon mitigation wedges in U.S. Cities: Near-term strategy analysis and critical review.
- Rauland, V. y Newman, P. (2015). Counting carbon in cities. *Green Energy and Technology*, 207, 117-130.
- Ritson, P. y Sochacki, S. (2003). Measurement and prediction of biomass and carbon content of *Pinus pinaster* trees in farm forestry plantations, south-western Australia. *Forest Ecology and Management*, 175(1-3), 103–117.
- Savkin, A. (2013a). *What's the Difference Between a Dashboard and a Balanced Scorecard?*. Recuperado de <https://bscdesigner.com/dashboard-vs-balanced-scorecard.htm>.
- Savkin, A. (2013b). *How do I Link my Balanced Scorecard to my Dashboard?*. Recuperado de <https://bscdesigner.com/link-balanced-scorecard-to-dashboard.htm>.
- Savkin, A. (2013c). Get the Big Picture about Balanced Scorecard, its Connections and Roles. Recuperado de <https://bscdesigner.com/bsc-big-picture.htm>.
- Savkin, A. (2014). *The Difference Between Quantification, Measure, Metric, and KPI*. Recuperado de <https://bscdesigner.com/quantification-measure-metric-kpi.htm>.
- Schmidt, G. y Wilhelm, W. (2000). Strategic, Tactical and Operational Decisions in Multi-national Logistics Networks: A Review and Discussion of Modeling Issues. *International Journal of Production Research - INT J PROD RES*. 38. 1501-1523. doi: 10.1080/002075400188690.
- Universidad Politécnica de Madrid [UPM] (2006). Cellular Automata Model (CAMO).
- Xie, J., y Liu, C.C. (2017). Multi-agent systems and their applications. *Journal of International Council on Electrical Engineering*, 7(1), 188-197.

ANEJO 1: Estado del arte de herramientas de cuantificación de GEI

Índice de Anejo 1:

1. Herramientas aplicadas al sector transporte..... 1
2. Herramientas aplicadas a un municipio o subregión..... 2
3. Herramientas aplicadas a productos u organizaciones..... 3

En el presente documento se muestra el análisis sobre el estado del arte del desarrollo e implementación de herramientas avanzadas de cálculo y gestión de emisiones de GEI. Así, las herramientas analizadas se pueden clasificar en tres grupos principalmente según el sector de aplicación.

- a) En primer lugar existe un primer grupo de herramientas aplicadas al sector transporte, debido a la dificultad de cuantificación de este foco de emisiones (p.e. COPEERT 5 (Gkatzoflias *et al.* 2017), MOBILE 6 (EPA 2002) y SMOKE (EMC 1996).
- b) Un segundo grupo de herramientas adaptadas a la elaboración de inventario o huella de carbono de productos u organizaciones en todos sus posibles alcances (p.e. MC 3 (Domenech 2010), CeroCO2 (ECODES y Acciónatura 2005), ISO 14064 (ISO 2012) y ENECO (POCTEFA 2013).
- c) Y un tercer grupo de herramientas de cuantificación de GEI aplicadas al inventario de un municipio o subregión (p.e. PAES (Comisión Europea 2016), FEMP (FEMP 2007), GHG PROTOCOL (Bhatia *et al.* 2012) y OCCC: Calculadora d'emissions de GEH (OCCC 2018) entre otras.

A continuación se exponen algunos de los ejemplos más interesantes dividido en los tres grupos mencionados:

1. Herramientas aplicadas al sector transporte

1. COPERT 5 (Gkatzoflias *et al.* 2017): Es un programa de software de MS Windows que tiene como objetivo el cálculo de las emisiones de contaminantes atmosféricos del transporte por carretera, entre los que se encuentran gases de efecto invernadero (GEI). El desarrollo técnico de COPERT está financiado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), en el marco de las actividades del Centro Europeo de Temas sobre Aire y Cambio Climático. Desde 2007, COPERT ha sido desarrollado para ser utilizado por los expertos nacionales para estimar las emisiones del transporte por carretera que se incluirán en los inventarios nacionales anuales oficiales.
2. SMOKE (*Sparse Matrix Operator Kernel Emissions*), (EMC 1996): es un sistema de procesado de emisiones horarias de un amplio número de contaminantes (incluyendo algunos GEI) en una malla para servir de entrada a una extensa variedad de modelos de calidad del aire. SMOKE puede tratar emisiones de focos puntuales, de área, biogénicos y móviles (en carretera y fuera de carretera). Usa el sistema de emisiones biogénicas BEIS2 y BEIS3 y tiene incorporado el modelo de emisiones en carretera MOBILE6. Se trata de una herramienta tipo aplicación web.
3. MOBILE6 (EPA 2002): es un software para modelizar las emisiones producidas por vehículos. Es un modelo de factor de emisiones de HC, CO, NO_x, CO₂, PM y compuestos tóxicos emitidos por coches, camiones, motocicletas bajo condiciones diversas. Se trata de una herramienta tipo hoja de cálculo Excel.
4. EMFAC (Emission Factors), (ARB 2002): Junto con MOBILE, EMFAC es el otro modelo de estimación de emisiones provenientes de fuentes móviles ampliamente utilizado en EE.UU. EMFAC es un modelo desarrollado por la CARB (*California Air Resources Board*) basado en un inventario de emisiones que calcula las emisiones para vehículos a motor

que circulan en las carreteras en California. Se trata de una herramienta tipo aplicación web.

5. CAMO (*Cellular Automata Model*) (UPM 2006): Es un modelo de simulación del tráfico vehicular para entornos urbanos de gran precisión desarrollado por la Universidad Politécnica de Madrid, y que se fundamenta en los modelos autómatas celulares. Es una herramienta de simulación más que de cuantificación.
6. HERMES (Parra 2004 y Arévalo 2005): Modelo de emisiones desarrollado por la Universidad Politécnica de Cataluña y el BSC-CNS que permite obtener emisiones de un amplio número de contaminantes con una alta resolución espacial (1 km²) y temporal (1 hora) muy necesaria para su uso con los modelos de dispersión. Ha sido utilizado para calcular emisiones de alta resolución en toda la Península Ibérica y Baleares. Es una parte del sistema de predicción de la calidad del aire en España (CALIOPE). Se trata de una herramienta tipo aplicación web.
7. MACTRA y MICTRA: (Palacios 2001, Palacios *et al.* 2001 y Palacios y Martín 2002) Modelos de estimación de emisiones por tráfico rodado con aproximaciones *Top Down* (MACTRA) y *Bottom Up* (MICTRA).

Debido a las características de cada herramienta, se seleccionan como más interesantes COPERT 5 (Gkatzoflias *et al.* 2017), SMOKE (EMC 1996) y MOBILE 6 (EPA 2002), que serán analizadas y comparadas posteriormente.

2. Herramientas aplicadas a un municipio o subregión

1. PAES (Comisión Europea 2016): Inventario de emisiones del Pacto de Alcaldes, de la Comisión Europea. Este documento, es una hoja de cálculo en Excel que solo abarca el nivel actual de consumo de energía (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) y se determinan cuáles son las principales fuentes de emisión de CO₂. La herramienta Excel está diseñada para resumir los datos más importantes de su inventario y no como instrumento para calcular sus emisiones de CO₂.
2. FEMP (FEMP 2007): Herramienta de la Red Española de Ciudades por el Clima de la Federación de Municipios y Provincias (FEMP). Se trata de aplicación que calcula las emisiones de GEI sumando las emisiones derivadas de la energía, de la agricultura (y ganadería) y de los residuos, restando las emisiones absorbidas por los sumideros. Es una herramienta tipo hoja de cálculo Excel.
3. GHG Protocol o Protocolo de GEI (Bhatia *et al.* 2012): 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*). 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. Se trata de una herramienta tipo hoja de cálculo Excel.
4. La Oficina Catalana del Cambio Climático (Calculadora d'emissions de GEH) (OCCC 2018). La Calculadora consta de una hoja Excel que permite estimar las emisiones de GEI. En concreto, sirve para estimar las emisiones derivadas del consumo energético y del transporte, las emisiones fugitivas de gases fluorados, las emisiones derivadas de la

gestión de los residuos municipales y las emisiones generadas por el consumo de agua de las redes urbanas.

Debido a que esta es la finalidad que se busca para la herramienta GEMINIS, todas las herramientas presentes en este grupo serán analizadas por bonanzas y debilidades según los objetivos buscados.

3. Herramientas aplicadas a productos u organizaciones

1. MC3 (Domenech 2010): Método de las cuentas contables para el cálculo de la Huella de Carbono y la Huella Ecológica, de Jose Luis Domenech. Permite calcular ciclos de vida “enfocados a la organización”. Se trata de una herramienta tipo Excel.
2. ISO 14064 (ISO 2012): Estándar internacional desarrollado por ISO (*International Standard Organization*). Por tanto, esta norma ISO ofrece las especificaciones a cumplir si para obtener un inventario de emisiones normalizado, comparable a nivel internacional, de una organización. 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 facilita ninguna herramienta informática de cálculo para hacerlo.
3. CeroCO2 (ECODES y Acciónatura 2005): Nació en 2005 como una iniciativa pionera en España, promovida por las ONGs ECODES y Acciónatura de forma conjunta hasta 2010. En 2011, ECODES pasa a gestionar la iniciativa CeroCO2 de forma íntegra. Permite el cálculo de la huella de carbono de una entidad, evento, producto o actividad cotidiana. La herramienta se presenta en forma de portal web.
4. ENECO (POCTEFA 2013): Desarrollado en un proyecto europeo. Cuantificación de huella de carbono para empresas basada en la metodología internacional *GHG Protocol* completada por los factores de emisión y el alcance de estudio más amplio de la metodología Bilan Carbone. Se trata de una herramienta tipo hoja de cálculo Excel.

Las herramientas de este grupo que se analizan en mayor profundidad, dado sus características y potencialidad para el objetivo estudiado son MC3 (Domenech 2010), CeroCO2 (ECODES y Acciónatura 2005), ISO 14064 (ISO 2012) y ENECO (POCTEFA 2013).

Las siguientes tablas muestran la comparativa de las herramientas seleccionadas para analizar en cuanto a cualidades y características así como sectores y alcances medidos por cada una de ellas.

Tabla 1: Análisis de las características de las herramientas analizadas. Fuente propia.

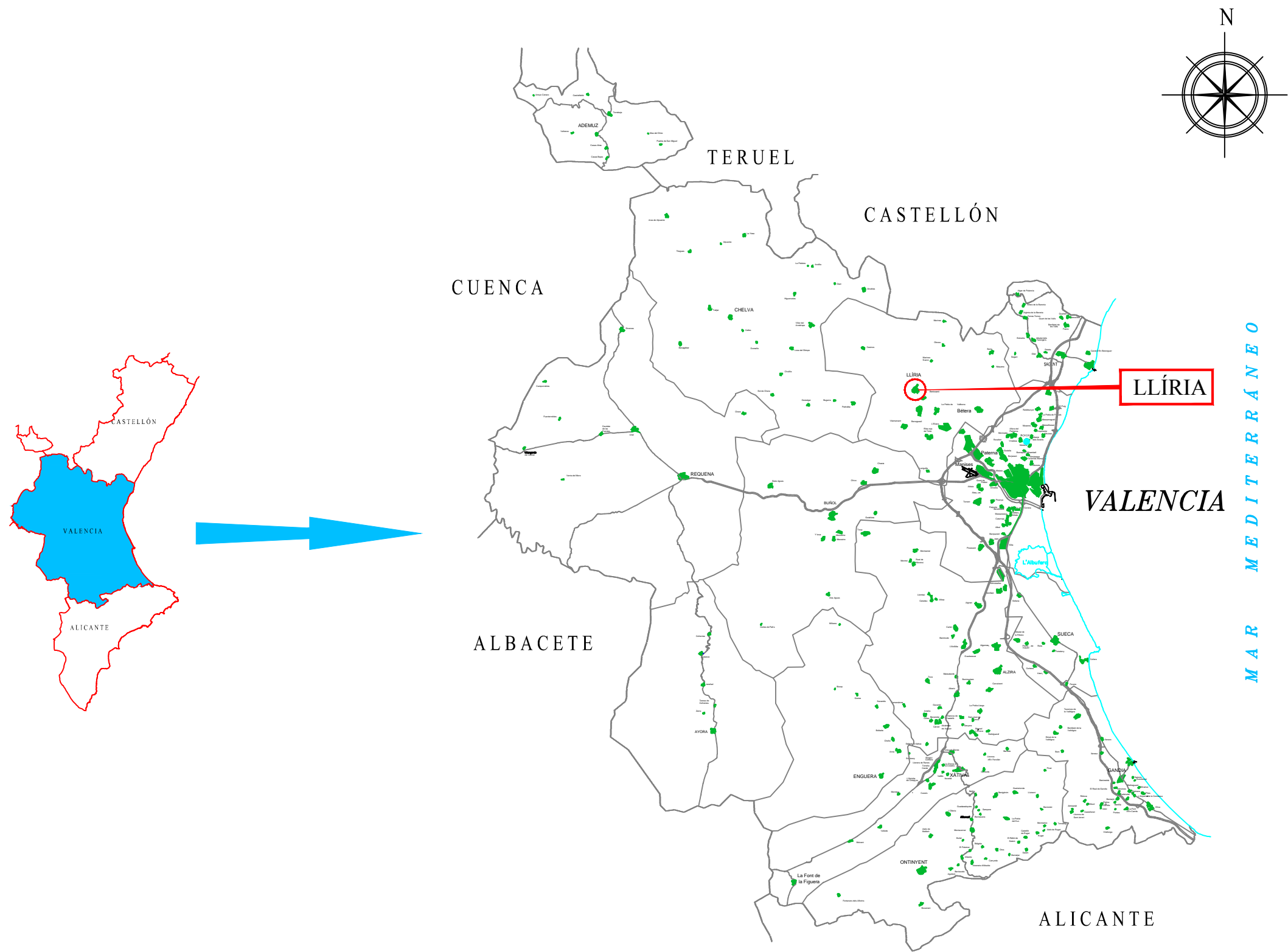
	Objetivo de medición			Tipo de herramienta			Tiempo real		Automático (poca necesidad de gestión humana del 1 al 3)	Finalidad		Nivel de precisión (del 1 al3)	Transparencia (del 1 al 3)
	Municipios	Organizac./Productos	Actividad	Excel	Portal Web	Ninguna (Solo normativo)	SI	NO		Cálculo de emisiones	Resumen de datos		
COPERT 5			✓		✓			✓	2	✓		2	1
MOBILE 6			✓	✓				✓	2	✓		2	3
SMOKE			✓		✓		✓		3		✓	-	-
PAES	✓			✓				✓	2		✓	-	-
FEMP	✓			✓				✓	2	✓		2	3
GHG PROTOCOL	✓	✓		✓				✓	2	✓		3	3
OCCC: Calculadora d' emissions de GEH	✓			✓				✓	2	✓		2	3
ISO 14064			✓			✓		✓	1	✓		3	3
MC 3		✓	✓	✓				✓	2	✓		3	3
CeroCO2		✓	✓		✓			✓	2	✓		1	1
ENECO		✓		✓				✓	2	✓		2	3

Tabla 2: Análisis de los sectores medidos y el alcance. Fuente propia.

	Sectores medidos					Alcance	
	Energía (Sin transporte)	Transporte	Procesos industriales	Sector primario	Residuos	Directo	Indirecto
COPERT 5		✓					✓
MOBILE 6		✓					✓
SMOKE		✓					✓
PAES	✓(Uso Público)	✓			✓	✓	✓
FEMP	✓(Uso Público)	✓	✓	✓	✓	✓	
GHG PROTOCOL	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OCCC: Calculadora d' emissions de GEH	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ISO 14064	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
MC 3	✓	✓	✓	✓		✓	✓
CeroCO2	-	-	-	-	-	-	-
ENECO	-	-	-	-	-	-	-

Como se observa en las tablas 1 y 2, ninguna de las herramientas analizadas, cumple con los requisitos y cualidades requeridas: Aplicables a municipios, *front end* de la herramienta tipo web, en tiempo real, automática, cuya finalidad sea el cálculo de emisiones de GEI con altos niveles de precisión y transparencia y que tenga en cuenta todos los sectores tanto en emisiones directas como difusas. Por todo ello, no existe actualmente una herramienta con las cualidades que se considera necesario para los objetivos buscados.

ANEJO 2: Plano de localización de Llíria



ANEJO 3: Ejemplo
representativo
ingenieril de la
interoperabilidad
semántica

Índice de Anejo 3:

1. Introducción.....	1
2. Interoperabilidad Semántica	2
3. Símil ingenieril.....	3

En el presente documento se explica el concepto de interoperabilidad y los requisitos técnicos que debe asegurar la herramienta desarrollada para garantizarlo, junto a un símil de ingeniería para facilitar su comprensión.

1. Introducción

Los tipos de interoperabilidad según EIF (2017) existentes son:

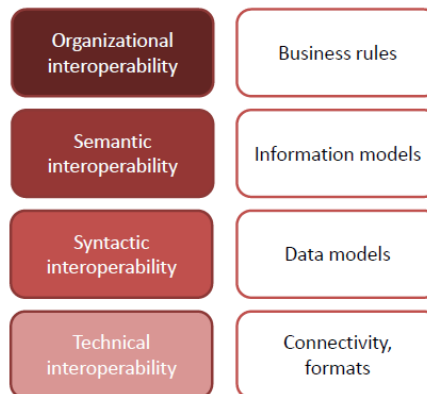
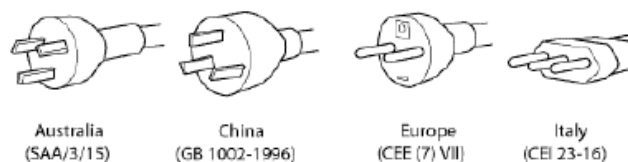


Fig. 1. Tipos de interoperabilidad. Fuente: EIF (2017).

- **Interoperabilidad técnica:** asociado con el hardware/software y la infraestructura necesaria para operar.



- **Interoperabilidad sintáctica:** asociado con los formatos de datos (lenguajes de programación).

XML	JSON
<pre><empinfo> <employees> <employee> <name>James Kirk</name> <age>40</age> </employee> <employee> <name>Jean-Luc Picard</name> <age>45</age> </employee> <employee> <name>Wesley Crusher</name> <age>27</age> </employee> </employees> </empinfo></pre>	<pre>{ "empinfo" : { "employees" : [{ "name" : "James Kirk", "age" : 40, }, { "name" : "Jean-Luc Picard", "age" : 45, }, { "name" : "Wesley Crusher", "age" : 27, }] } }</pre>

Fig. 2. Ejemplos de interoperabilidad sintáctica.

- **Interoperabilidad semántica:** asociado a la habilidad de compartir, agregar, analizar y usar información externa de manera coherente y automática. Para ello es necesario el modelo de referencia, el/los diferentes arquetipos y la terminología (ontología).

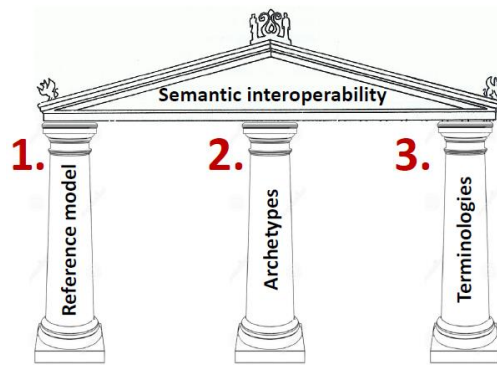


Fig. 3 Requisitos para la interoperabilidad semántica. Fuente propia.

- **Interoperabilidad organizacional.** Asociado con los métodos de colaborar de diferentes organizaciones en objetivos comunes.

2. Interoperabilidad Semántica

Analizados los cuatro tipos de interoperabilidad, salvo la interoperabilidad semántica, ninguna influye directamente en el diseño de la herramienta GEMINIS; por tanto, se explica en mayor profundidad los requisitos técnicos necesarios:

- **Modelo de referencia:** Compuesto por todos los datos necesarios para alcanzar el objetivo buscado y las cualidades o atributos de cada dato (Kalra y Archana 2008). Viene a ser la materia prima. En nuestro caso será todos los datos necesarios para alcanzar la cuantificación de las emisiones de GEI, por ejemplo las cabezas de ganado porcino, los litros de gasolina consumidos, las toneladas de residuo urbano tratado etc., y las propiedades y cualidades de cada dato (identificador, nombre, valor, unidades, calidad del dato, mes de medición ...).

- **Arquetipo:** Define como procesar los datos del modelo de referencia para obtener la información que necesitamos (Maldonado *et al.* 2009). Viene a ser las indicaciones de montaje de un mueble o planos de construcción de un edificio. En nuestro caso serán los algoritmos necesarios para obtener las emisiones de GEI en CO₂ eq. en base a los datos, aplicando los factores de emisión necesarios y conversión a CO₂ eq. entre otros. Ahora bien, entenderse entre humanos es "fácil" debido al contexto, pero para un ordenador es necesario definir de manera claro cada término y sus variantes en todos los idiomas necesarios, esto se logra mediante la ontología.

- **Ontología/Terminología:** Código de vocabulario estandarizado que proporcione el significado exacto de cada dato o cualidad de él (Martínez-Costa *et al.* 2010), (como por ejemplo sus unidades de medición). Viene a ser el diccionario de la herramienta.

3. Símil ingenieril

Para facilitar aún más la comprensión de la Interoperabilidad semántica, se procede a explicar un símil ingenieril.

Para ello, en la figura 4 se observa el modelo de referencia, compuesto por diferentes materiales (cada uno poseerá sus atributos y características propias) que viene a equivaler a los datos necesarios para calcular las emisiones de GEI del término municipal del municipio objeto de estudio.

A continuación se encuentran los arquetipos, en la figura se representan dos arquetipos diferentes que especifican los pasos a seguir para lograr el resultado objetivo, es decir las instrucciones de tratamiento de los datos para obtener la información que se requiere. Dentro del símil mencionado se representa como un plano de un edificio (arquetipo 1) y unas instrucciones de montaje de un mueble (arquetipo 2) respectivamente. Cada uno de ellos posee las instrucciones de seleccionar y tratar los datos del modelo de referencia que requiera para alcanzar su objetivo. Los datos pueden coincidir en ambos dos, pero cada uno le dará un tratamiento diferente. Por tanto, como resultado de cada arquetipo tendremos una casa en el caso del arquetipo 1 y una mesa en el caso del arquetipo 2, que parten de los datos del mismo modelo de referencia. En el caso de GEMINIS serán los algoritmos necesarios para obtener cada uno de los módulos de la herramienta.

Y por último, la ontología o terminología dentro del símil será el idioma que hablan los diseñadores de los planos e instrucciones y los obreros que lo efectúan.

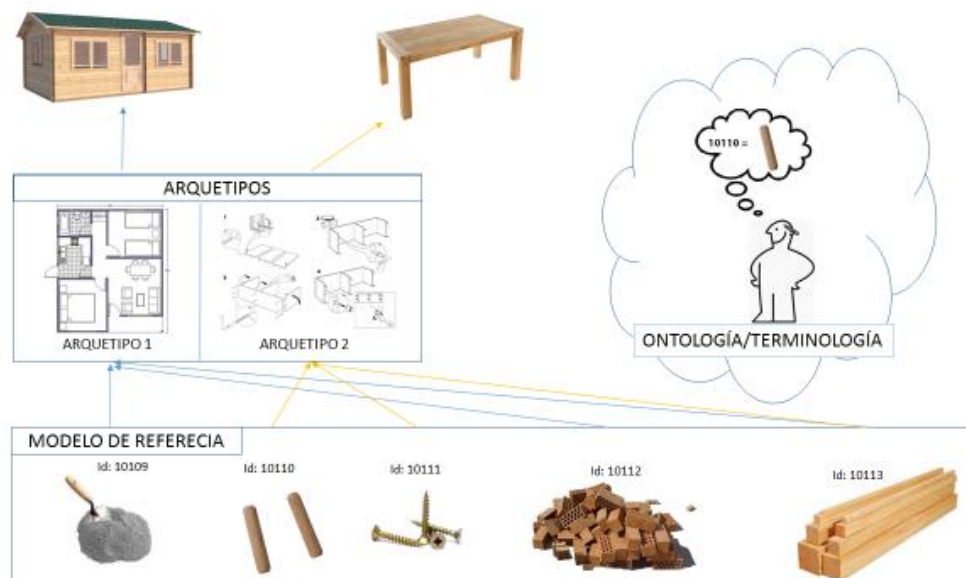


Fig. 4 Esquema del símil ingenieril de interoperabilidad semántica. Fuente propia.

Aplicando el mismo símil al concepto de Sistema multiagentes (MAS), los agentes inteligentes del MAS vendrían a ser las herramientas (Fig. 5) que hacen posible tanto el montaje de la mesa como la construcción del edificio de manera automática.



Fig. 5. Agentes del sistema multiagentes. Fuente propia.

ANEJO 4: Resumen de empresas con actividad en Lliria

Para adaptar la categorización de escala local a las condiciones socioeconómicas de Llíria, se ha utilizado dos bases de datos diferentes, concretamente la base de datos de la Cámara de Comercio de Valencia (CCV) y la del SABI. El resultado de dicha clasificación fue un total de 519 empresas con actividad económica en el municipio. Una vez obtenidas las actividades económicas presentes en Llíria se procede a la eliminación de los indicadores ausentes en dicho listado.

El resultado del análisis de las empresas se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Resumen de empresas presentes en Llíria. Fuente propia (Basado en la base de datos SABI.).

<i>Resumen empresas</i>	<i>Nº</i>
<i>Comercial / Institucional</i>	393
<i>Ganadería</i>	9
<i>Cerámica</i>	1
<i>Uso de productos para Industria</i>	9
<i>Agricultura</i>	12
<i>Industria de la alimentación y la bebida</i>	5
<i>Industria de hierro y acero</i>	1
<i>Transporte, camiones servicios ligeros</i>	17
<i>Transporte, camiones servicios pesados o autobuses</i>	4
<i>Minería (sin combustible) y cantería</i>	5
<i>Industria de la madera y productos de madera</i>	7
<i>Construcción</i>	43
<i>Generación de electricidad como actividad principal</i>	3
<i>Industria de Metales no ferrosos</i>	3
<i>Industria de maquinaria</i>	3
<i>Industria de equipo de transporte</i>	1
<i>Tratamiento de aguas residuales</i>	1
<i>Tratamiento de residuos urbanos</i>	1
<i>Eliminación residuos eléctricos y electrónicos</i>	1
TOTAL:	519

A raíz de dicho análisis, también se han aplicado otras modificaciones para dotar de mayor relevancia a las actividades económicas más significativas o con altos niveles de emisiones de GEI (por ejemplo la industria cerámica) generando por tanto indicadores específicos para dichas actividades.

ANEJO 5: Análisis de datos requeridos y fuentes de datos

Índice de Anejo 5:

1. Datos y fuentes de datos de la estructura objetivo 2
2. Datos y fuentes de datos de la estructura actual 17

En el presente anejo se realiza una identificación de todos los datos necesarios para lograr la obtención de las métricas de cada uno de los indicadores objetivo presentes en Llíria. Además, de cada dato identificado se especifica la fuente de dato para su obtención.

Tanto la estructura de la categorización como los datos y sus fuentes de datos han tenido que ser adaptadas a la disponibilidad de datos actual, por ello se muestra una primera tabla con los datos necesarios según la estructura del inventario para la posterior versión de GEMINIS, y una segunda tabla con la estructura actual del inventario dados los datos disponibles y las fuentes de datos para su obtención.

1. Datos y fuentes de datos de la estructura objetivo

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
1.	ENERGIA (SIN TRANSPORTE)						
		1.1	Quema de combustible en Industrias de la energía				
				1.1.3	Plantas generadoras de energía como actividad principal	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	Esta categoría se activará con la instalación del DH (si hay caldera de gas de apoyo)
		1.2	Quema de combustible en Industrias manufactureras y de la construcción				
				1.2.1	Hierro y acero (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	MFV MANUFACTURING SLU
				1.2.2	Metales no ferrosos (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	CARPINTERIA METALICA REYPOR SL GOBAL SL

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.2.5	Procesamiento de los alimentos, bebida y tabaco (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	PINCHOS JOVI LIRIA SL. DELIBREADS EUROPE SOCIEDAD LIMITADA JOSEFA ESTELLES MAYOR SL NUTRISPAIN SL ARTISWINE BODEGA SOCIEDAD LIMITADA.
				1.2.7	Equipo de transporte (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	TECNAMIG SL
				1.2.8	Maquinaria (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	SALVADOR MOROS E HIJOS SL
				1.2.9	Minería (sin combustibles) y cantería (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	CAOLINES LAPIEDRA SL GRAVERAS CASTELLANA SL ARIDOS CASINOS SL
				1.2.10	Madera y productos de madera	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	PUERTAS LLIRIA SAL MUEBLES ORNA SL

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.2.11	Construcción	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	GEOSON SL KANAZEROCH SL CONSTRUCCIONS LLOPISMER SL MANYOBRA SL HIJOS DE PINA SL LAJARA SL DUOL SL ESCAYOLAS JAVIER HERRERO SL EXCAVACIONES RAPRASA SL
				1.2.14	Industria cerámica (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	TEJAS Y LADRILLOS DEL MEDITERRANEO SA
				1.2.15	Industria plástica (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	SRG GLOBAL LIRIA SL. PLASTIC 7 A SL TECNICAS AGROPLASTIC SL
		1.3	Quema de combustible en Otros sectores				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.3.1	Comercial / Institucional (No público) (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado (SOLO COMBUSTIBLE) cada mes Tipo de combustible Unidades	TEJAS BORJA SA DUPI IMPORT SL AMADO GESTION SL SDPE SL SANZ HERMANOS VALENCIA SOCIEDAD LIMITADA. LA AMISTAD MONTESOL SL DISNAVI 96 SL DISCAMT SL HERMANOS ALFONSO Y JOSE SANZ EXPORTACIONES SL DISBER SL
				1.3.2	Residencial (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE GAS NATURAL COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE GASÓLEO C COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA DE GAS BUTANO CERTIFICADOS ENERGÉTICOS (IVACE)
				1.3.3	Agricultura (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	COOP VINICOLA DE LLIRIA SDAD COOP VALENCIANA GARROFAS FOMBUENA SL INDUSTRIAL GARROFERA VALENCIANA SA

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.3.7	Ganadería (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	AVINATUR PRODUCCIONES AVICOLAS SOCIEDAD LIMITADA. AGUSTIN TARONCHER E HIJOS SL GRANJA MARTINEZ SL TORRES FERRANDIS SL SAT N 8193 VIROLA CABALLOS NAVARRO SL ZENON DURO SL
				1.3.8	Propiedades municipales (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	Ayuntamiento
		1.7	Emisiones derivadas del consumo de electricidad				
				1.7.1	Residencial (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN
				1.7.2	Industrial (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN
				1.7.3	Comercial / Institucional (No público) (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	IBERDROLA DISTRIBUCIÓN
				1.7.4	Propiedades municipales (sin alumbrado público) (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	Ayuntamiento

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.7.5	Alumbrado público	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	Ayuntamiento
2.	TRANSPORTE						
		2.2	Transporte terrestre (Privado)				
				2.2.1	Automóviles	Cantidad de Gasolina vendida cada mes Cantidad de Gasóleo A vendido cada mes	GALP Izquierda (AUTOVIA CV35 KM. 32,5) GALP Derecha (AUTOVIA CV35 KM. 32,5) PETRONOR (CALLE DUQUE DE LIRIA, 132) ATUNOIL (CALLE UE SECTOR ST-1, 13) EDETAGAS (CALLE VALENCIA,) REPSOL (CARRETERA VALENCIA-ADEMUZ KM. 23,3) E.S. MONTECOLLADO S.L. (CARRETERA VALENCIA-ADEMUZ KM. 26,200) REPSOL (CL LLANO DEL ARCO, 123) BENZINERA VIDAGANY (POLIGONO PLA DE RASCANYA, 12)

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				2.2.2	Camiones servicios ligeros	Nº de camiones ligeros y pesados Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	AMBULANCIAS EDEANAS SL VIDAGANY SL INFINITI LOGISTICS SL. SOCIEDAD COOPERATIVA VALENCIANA TRANSEDETA LLIRIA TRANSPORTS S COOP V TIM LLIRIA TRANS SL. FEMORGANIC SA
				2.2.3	Camiones servicios pesados y autobuses	Nº de Camiones pesados y autobuses Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	AUTOCARES YUSTE SL AUTOMAR BUS SL
				2.2.4	Motocicletas	Nº motos Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo	Ayuntamiento (Permiso de circulación) y/o DGT
				2.2.6	Catalizadores basados en urea	KPIs de categorías anteriores	
		2.3	Ferrocarriles				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				2.3.1	Ferrocarriles	Si son Diésel: Cantidad de combustible consumido al mes Si son eléctricas: consumo energía eléctrica al mes Unidades	RENFE
		2.5	Transporte terrestre (Servicio Público)				
				2.5.1	Policía Local	Nº de vehículos policía Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento
				2.5.2	Vehículos de basuras	Nº de vehículos de basura Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				2.5.3	Ambulancias	Nº de ambulancias Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento
				2.5.5	Correos	Nº de vehículos de correos Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Correos
				2.5.6	Servicios de Jardinería	Nº de vehículos de jardinería Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento
				2.5.7	Otros vehículos de servicio público	Nº de vehículos Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
		2.6	Otro tipo de transporte				
				2.6.2	Todo terreno	Nº de vehículos Km recorridos Año de matriculación Consumo "litros/km" o datos técnicos del vehículo Tipo de combustible	Ayuntamiento (Permiso de circulación) y/o DGT
				2.6.3	Maquinaria agrícola	Cantidad de Gasóleo B (agrícola) vendido cada mes	COOPERATIVA DE LLIRIA (CARRETERA ALCUBLAS, KM 2.6)
				2.6.4	Otro maquinaria	Nº de máquinas de jardinería, forestal y/o otras Litros de combustible consumido al mes Tipo de combustible	Ayuntamiento
3.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS						
		3.1	Industria de los minerales				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				3.1.4	Cerámicas (Proceso productivo)	Emisiones en toneladas de CO ₂ al mes, de la empresa de "Tejas y Ladrillos del Mediterráneo, SA" por ser una instalación afectada por la ley 1/2005.	TEJAS Y LADRILLOS DEL MEDITERRANEO SA
		3.4	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente				
				3.4.3	Uso de solvente	Cantidad de solventes utilizado Unidades Datos técnicos del solvente utilizado.	SRG GLOBAL LIRIA SL. PLASTIC 7 A SL TECNICAS AGROPLASTIC SL
		3.6	Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				
				3.6.1	Refrigeración y aire acondicionado en global	Extrapolación	Extrapolación
				3.6.2	Agentes espumantes	Extrapolación	Extrapolación
				3.6.3	Productos contra incendios	Extrapolación	Extrapolación
				3.6.4	Aerosoles	Extrapolación	Extrapolación
		3.8	Otros				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				3.8.2	Industria de la alimentación y la bebida (Proceso productivo)	Cantidad de Nitrógeno utilizado al mes Unidades	PINCHOS JOVI LIRIA SL. DELIBREADS EUROPE SOCIEDAD LIMITADA JOSEFA ESTELLES MAYOR SL NUTRISPAIN SL ARTISWINE BODEGA SOCIEDAD LIMITADA
4.	AGRICULTURA, GANADERIA Y OTROS USOS DE TIERRA (SIN FORESTAL)						
		4.1	Ganadería, Fermentación entérica				
				4.1.1	Vacas lecheras (Fermentación)	Nº de Vacas lecheras	SAT N 8193 VIROLA CABALLOS NAVARRO SL
				4.1.3	Ovejas (Fermentación)	Nº de Ovejas	TORRES FERRANDIS SL
				4.1.4	Cabras (Fermentación)	Nº de Cabras	TORRES FERRANDIS SL
				4.1.8	Cerdos (Fermentación)	Nº de Cerdos	AGUSTIN TARONCHER E HIJOS SL ZENON DURO SL
		4.2	Ganadería, Gestión del estiércol				
				4.2.1	Vacas lecheras (Estiércol)	Nº de Vacas lecheras	SAT N 8193 VIROLA CABALLOS NAVARRO SL
				4.2.3	Ovejas (Estiércol)	Nº de Ovejas	TORRES FERRANDIS SL
				4.2.4	Cabras (Estiércol)	Nº de Cabras	TORRES FERRANDIS SL

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				4.2.8	Cerdos (Estiércol)	Nº de Cerdos	AGUSTIN TARONCHER E HIJOS SL ZENON DURO SL
				4.2.9	Aves de corral (Estiércol)	Nº de Aves de corral	AVINATUR PRODUCCIONES AVICOLAS SOCIEDAD LIMITADA. GRANJA MARTINEZ SL
		4.3	Agricultura, Tierra de cultivo				
				4.3.1	Tierras de cultivo que permanecen como tales	Superficie en ha Tipo de cultivo	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento
				4.3.2	Otras tierras convertidas en tierras de cultivo	Superficie convertida (si la hay) en ha Tipo de cultivo	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento
		4.4	Usos del suelo, Asentamientos				
				4.4.1	Asentamientos que permanecen como tales	Superficie de copa de cada árbol áreas de asentamientos Tipo de árbol Unidades Superficie de césped	Se considera en equilibrio
				4.4.2	Otras tierras convertidas en asentamientos	Superficie convertida (si la hay) en ha Tipo de árbol Unidades Superficie de césped	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento
		4.5	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				4.5.2	Quemado de biomasa en tierras de cultivo	Toneladas de biomasa quemada cada mes o licencias a cada parcela y superficie de cada parcela	Ayuntamiento
				4.5.5	Aplicación de urea		Extrapolación (y técnico forestal del ayuntamiento)
				4.5.6	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados	Extrapolación	Extrapolación (y técnico forestal del ayuntamiento)
				4.5.7	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	Extrapolación	Extrapolación (y técnico forestal del ayuntamiento)
				4.5.8	Emisiones directas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	Extrapolación	Extrapolación (y técnico forestal del ayuntamiento)
				4.5.9	Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	Extrapolación	Extrapolación (y técnico forestal del ayuntamiento)
		4.6	Otros				
				4.6.1	Productos de madera recolectada	Toneladas de madera recolectada Especie de madera recolectada	Ayuntamiento (permisos de aprovechamiento)
5.	RESIDUOS						
		5.1	Eliminación de desechos sólidos				

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				5.1.1	Sitios de eliminación de desechos gestionados	Toneladas de RSU gestionados eliminados Tipo de tratamiento Composición del RSU	Planta de Líria de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos
		5.2	Tratamiento biológico de los desechos sólidos				
				5.2.1	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	Toneladas de desechos sólidos tratados Tipo de tratamiento Composición del RSU	Planta de Líria de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos
		5.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales				
				5.4.1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Cantidad de combustible quemado m ³ quemados en antorcha	EDAR Camp de Túria I
				5.4.2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Cantidad de combustible quemado m ³ quemados en antorcha	EDAR Camp de Túria I
6.	FORESTAL						
		6.1	Tierras forestales				
				6.1.1	Tierras forestales que permanecen como tales	Superficie forestal en ha de cada especie	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento
				6.1.2	Otras tierras convertidas en tierras forestales	Superficie convertida (si la hay) en ha Especies	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento

2. Datos y fuentes de datos de la estructura actual

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
1.	ENERGIA (SIN TRANSPORTE)						
		1.2	Quema de combustible en Industrias manufactureras y de la construcción				
				1.2.14	Industria cerámica (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado Tipo de combustible Unidades Informe de aplicación del año 2016 instalaciones afectadas por la ley 1/2005	TEJAS Y LADRILLOS DEL MEDITERRANEO SA Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
				1.2.15	Resto de industria (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado Tipo de combustible Unidades	Gas Natural Fenosa Distribuidora
		1.3	Quema de combustible en Otros sectores				
				1.3.1	Comercial / Institucional (No público) (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado Tipo de combustible Unidades	Gas Natural Fenosa Distribución

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.3.2	Residencial (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado Tipo de combustible Unidades	Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES) Gas Natural Fenosa Distribución Anuario de Valencia
				1.3.5	Propiedades municipales (Quema de combustibles)	Cantidad de combustible quemado cada mes Tipo de combustible Unidades	Ayuntamiento Gas Natural Fenosa Distribución
		1.7	Emisiones derivadas del consumo de electricidad				
				1.7.1	Residencial (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica Unidades	Comercializadora Respira Energía
				1.7.2	Industrial (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica Unidades	Comercializadora Respira Energía
				1.7.3	Comercial / Institucional (No público) (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica Unidades	Comercializadora Respira Energía
				1.7.4	Propiedades municipales (sin alumbrado público) (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	Ayuntamiento
				1.7.5	Alumbrado público	Consumo energía eléctrica cada mes Unidades	Ayuntamiento

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				1.7.6	Resto de industria (Consumo eléctrico)	Consumo energía eléctrica Unidades	Comercializadora Respira Energía
2.	TRANSPORTE						
		2.2	Transporte terrestre (Privado)				
				2.2.1	Automóviles	Nº Automóviles	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.2	Camiones servicios ligeros	Nº Camiones servicios ligeros	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.3	Camiones servicios pesados y autobuses	Nº Camiones servicios pesados	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.4	Motocicletas	Nº Motos	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.5	Ciclomotores	Nº Ciclomotores	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.6	Autobuses	Nº Autobuses	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.7	Furgonetas	Nº Furgonetas	Dirección General de Tráfico (DGT)
				2.2.8	Otros vehículos	Nº Otros vehículos	Dirección General de Tráfico (DGT)
		2.5	Transporte terrestre (Servicio Público)				
				2.5.8	Automóviles	Nº Automóviles	Ayuntamiento
				2.5.9	Camiones servicios ligeros	Nº Camiones servicios ligeros	Ayuntamiento
				2.5.10	Motocicletas	Nº Motos	Ayuntamiento
				2.5.11	Furgonetas	Nº Furgonetas	Ayuntamiento

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				2.5.12	Tractores industriales	Nº Tractores industriales	Ayuntamiento
				2.5.13	Autobuses de transporte público	Nº Autobuses	Ayuntamiento
		2.6	Otro tipo de transporte				
				2.6.3	Tractores industriales	Nº Tractores industriales	Dirección General de Tráfico (DGT)
3.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS						
		3.1	Industria de los minerales				
				3.1.4	Cerámicas (Proceso productivo)	Informe de aplicación del año 2016 instalaciones afectadas por la ley 1/2005 Proporción energía – Proceso industrial	TEJAS Y LADRILLOS DEL MEDITERRANEO SA Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
		3.4	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente				
				3.4.3	Uso de solvente	Cantidad de solventes utilizado Unidades	Inventario Nacional de emisiones de GEI
				3.4.4	Catalizadores basados en urea	Emisiones de GEI	

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
		3.6	Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono				
				3.6.1	Refrigeración y aire acondicionado en global	Emisiones de GEI	Inventario Nacional de emisiones de GEI
				3.6.2	Agentes espumantes	Emisiones de GEI	Inventario Nacional de emisiones de GEI
				3.6.3	Productos contra incendios	Emisiones de GEI	Inventario Nacional de emisiones de GEI
				3.6.4	Aerosoles	Emisiones de GEI	Inventario Nacional de emisiones de GEI
4.	AGRICULTURA, GANADERIA Y OTROS USOS DE TIERRA (SIN FORESTAL)						
		4.1	Ganadería, Fermentación entérica				
				4.1.2	Ovejas (Fermentación)	Nº Ovejas	Ayuntamiento
				4.1.4	Caballos (Fermentación)	Nº Caballos	Ayuntamiento
				4.1.6	Cerdos (Fermentación)	Nº Cerdos	Ayuntamiento
				4.1.7	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Fermentación)	Nº Otros Tipo de animal	Ayuntamiento
		4.2	Ganadería, Gestión del estiércol				

SECTOR	CRITERIO	INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS	
		4.2.3	Ovejas (Estiércol)	Nº Ovejas	Ayuntamiento
		4.2.5	Caballos (Estiércol)	Nº Caballos	Ayuntamiento
		4.2.8	Cerdos (Estiércol)	Nº Cerdos	Ayuntamiento
		4.2.7	Aves (Estiércol)	Nº Aves	Ayuntamiento
		4.2.8	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Estiércol)	Nº Otros Tipo de animal	Ayuntamiento
		4.2.9	Emisiones indirectas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	Cantidad de cada animal	Ayuntamiento
		4.2.10	Emisiones directas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	Cantidad de cada animal	Ayuntamiento
		4.2.11	Perros (Estiércol)	Nº Perros	Ayuntamiento
		4.2.12	Pollos (Estiércol)	Nº Pollos	Ayuntamiento
		4.2.13	Gallinas (Estiércol)	Nº Gallinas	Ayuntamiento
		4.2.14	Perdices (Estiércol)	Nº Perdices	Ayuntamiento
	4.3	Agricultura, Tierra de cultivo			
		4.3.1	Tierras de cultivo que permanecen como tal	Superficie en ha Tipo de cultivo	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI
	4.8	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra			

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				4.8.4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes inorgánicos (N))	Superficie en ha Tipo de cultivo Factores de emisión calculadas en el inventario nacional	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI
				4.8.5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Deposición atmosférica)	Superficie en ha Tipo de cultivo Factores de emisión calculadas en el inventario nacional	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI
				4.8.7	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes orgánicos (N))	Superficie en ha Tipo de cultivo Factores de emisión calculadas en el inventario nacional	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI
				4.8.8	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Residuos de cultivos)	Superficie en ha Tipo de cultivo Factores de emisión calculadas en el inventario nacional	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI
				4.8.9	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Lixiviación de nitrógeno y escorrentía)	Superficie en ha Tipo de cultivo Factores de emisión calculadas en el inventario nacional	Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA Inventario nacional de emisiones de GEI

	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
5.	RESIDUOS						
		5.2	Tratamiento biológico de los desechos sólidos				
				5.2.1	Tratamiento biológico de los desechos sólidos	Toneladas de desechos sólidos tratados Tipo de tratamiento Composición del RSU	Planta de Líría de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos
		5.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales				
				5.4.1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas	Metros cúbicos de agua residual tratada DBO ₅ de las aguas tratadas Nitrógeno total de las aguas tratadas	EDAR Camp de Túria I
				5.4.2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales	Metros cúbicos de agua residual tratada DQO de las aguas tratadas	EDAR Camp de Túria I
6.	FORESTAL						
		6.1	Tierras forestales				


	SECTOR		CRITERIO		INDICADOR	DATOS NECESARIOS	EMPRESAS
				6.1.1	Tierras forestales que permanecen como tales	Superficie forestal en ha de cada estrato del IFN3 Crecimiento corriente de cada estrato del IFN3	Técnico de la Oficina Forestal del Ayuntamiento Inventario Forestal Nacional 3 (Comunitat Valenciana)


ANEJO 6: Nivel metodológico y objetivo de cada indicador











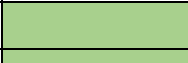





En el presente documento se hace un resumen del estado actual de la metodología seguida de cada indicador junto al objetivo metodológico a alcanzar.


















Es importante destacar que pese a que mayor subíndice metodológico suponga mayor calidad de la métrica resultante, es necesario tener en cuenta la relación “mejora de calidad – coste de alcanzar dicha mejora”. Por ejemplo en el caso de superficie agrícola la mejora en cuantificar las hectáreas de cultivo con mayor periodicidad no tendrá una calidad significativamente mayor debido a que apenas sufrirá variaciones, y por tanto, la relación “mejora-coste” no es suficiente para justificar un objetivo mayor al de Metodología₁.









La metodología actual alcanzada y el objetivo metodológico fijado de cada uno de los indicadores presentes en Llíria con la estructura actual del inventario fijada se muestra en la siguiente tabla.

















 : Metodología alcanzada actual.













 : Objetivo óptimo a alcanzar.

	SECTOR	CRITERIO	INDICADOR	Metodología ₀	Metodología ₁	Metodología ₂	Metodología ₃
				Extrapolación (Anual)	Pregunta Directa (Semestral-Anual)	App (Trimestral-Semestral)	Medición Directa (En tiempo real Variable)
1.	ENERGIA (SIN TRANSPORTE)						
		1.2	Quema de combustible en Industrias manufactureras y de la construcción				
			1.2.14	Industria cerámica (Quema de combustibles)			
			1.2.15	Resto de industria (Quema de combustibles)			
		1.3	Quema de combustible en Otros sectores				
			1.3.1	Comercial / Institucional (No público) (Quema de combustibles)			
			1.3.2	Residencial (Quema de combustibles)			
			1.3.5	Propiedades municipales (Quema de combustibles)			
		1.7	Emisiones derivadas del consumo de electricidad				
			1.7.1	Residencial (Consumo eléctrico)			
			1.7.2	Industrial (Consumo eléctrico)			
			1.7.3	Comercial / Institucional (No público) (Consumo eléctrico)			

				1.7.4	Propiedades municipales (sin alumbrado público) (Consumo eléctrico)				
				1.7.5	Alumbrado público				
				1.7.6	Resto de industria (Consumo eléctrico)				
2.	TRANSPORTE								
		2.2	Transporte terrestre (Privado)						
				2.2.1	Automóviles				
				2.2.2	Camiones servicios ligeros				
				2.2.3	Camiones servicios pesados y autobuses				
				2.2.4	Motocicletas				
				2.2.5	Ciclomotores				
				2.2.6	Autobuses				
				2.2.7	Furgonetas				
				2.2.8	Otros vehículos				
		2.5	Transporte terrestre (Servicio Público)						
				2.5.8	Automóviles				
				2.5.9	Camiones servicios ligeros				
				2.5.10	Motocicletas				
				2.5.11	Furgonetas				
				2.5.12	Tractores industriales				
				2.5.13	Autobuses de transporte público				
		2.6	Otro tipo de transporte						

				2.6.3	Tractores industriales				
3.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS								
		3.1	Industria de los minerales						
				3.1.4	Cerámicas (Proceso productivo)				
		3.4	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente						
				3.4.3	Uso de solvente				
				3.4.4	Catalizadores basados en urea				
		3.6	Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono						
				3.6.1	Refrigeración y aire acondicionado en global				
				3.6.2	Agentes espumantes				
				3.6.3	Productos contra incendios				
				3.6.4	Aerosoles				
4.	AGRICULTURA, GANADERIA Y OTROS USOS DE TIERRA (SIN FORESTAL)								
		4.1	Ganadería, Fermentación entérica						

				4.1.2	Ovejas (Fermentación)				
				4.1.4	Caballos (Fermentación)				
				4.1.6	Cerdos (Fermentación)				
				4.1.7	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Fermentación)				
		4.2	Ganadería, Gestión del estiércol						
				4.2.3	Ovejas (Estiércol)				
				4.2.5	Caballos (Estiércol)				
				4.2.8	Cerdos (Estiércol)				
				4.2.7	Aves (Estiércol)				
				4.2.8	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Estiércol)				
				4.2.9	Emisiones indirectas de N ₂ O por la gestión del estiércol				
				4.2.10	Emisiones directas de N ₂ O por la gestión del estiércol				
				4.2.11	Perros (Estiércol)				
				4.2.12	Pollos (Estiércol)				
				4.2.13	Gallinas (Estiércol)				
				4.2.14	Perdices (Estiércol)				
		4.3	Agricultura, Tierra de cultivo						
				4.3.1	Tierras de cultivo que permanecen como tal				
		4.8	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra						

				4.8.4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes inorgánicos (N))				
				4.8.5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Deposición atmosférica)				
				4.8.7	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes orgánicos (N))				
				4.8.8	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Residuos de cultivos)				
				4.8.9	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Lixiviación de nitrógeno y escorrentía)				
5.	RESIDUOS								
		5.2	Tratamiento biológico de los desechos sólidos						
				5.2.1	Tratamiento biológico de los desechos sólidos				
		5.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales						
				5.4.1	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas				
				5.4.2	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales				
6.	FORESTAL								
		6.1	Tierras forestales						
				6.1.1	Tierras forestales que permanecen como tales				

ANEJO 7: Diseño de la herramienta de obtención de datos

En el presente documento se muestra el documento de seguimiento de los requisitos funcionales establecidos para el desarrollo de la herramienta web.

En él se recoge el seguimiento de conformidad de requisitos funcionales llevado a cabo por la estudiante de Ing. Informática Eliana Guamán hasta el día **13/06/2018** como parte de su trabajo final de grado TFG.

ESPECIFICACION DE REQUISITOS FUNCIONALES PARA EL INGRESO DE EMISIONES DE GEI

PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS DE LLÍRIA

Eliana Guamán

13/06/2018

Índice

REGISTRO DE CAMBIOS.....	1
OBJETIVOS.....	2
JUSTIFICACION	2
ESPECIFICACIONES FUNCIONALES	2
INGRESO DE DATOS NECESARIOS PARA LA OBTENCION DE EMISIONES C02 eq.....	2
MODIFICACION DE LOS DATOS NECESARIOS PARA LA OBTENCION DE C02 eq.	3
REPORTE DE EMISIONES DE GASES DE C02 eq.	3
PROTOTIPOS DE LAS INTERFACES	4
1° INGRESO DE EMISIONES DE GASES DE C02 eq.	4
2° MODIFICACION DE EMISIONES DE GASES DE C02 eq.	5
3° REPORTE DE EMISIONES DE GASES DE C02 eq.	6
PLAZO DE ENTREGA.....	6

Proyecto	Implementación de un aplicativo que permita realizar el Mantenimiento de las Emisiones de GEI en la planta de tratamiento de residuos sólidos urbanos de Llíria		
Entregable	Especificación de Requisitos		
Autor	Eliana Guamán		
Líder Funcional	Edgar Lorenzo Saez		
Versión/Edición	1.0	Fecha Versión	13/06/2018
Aprobado por	Jorge Luzuriaga	Fecha Aprobación	13/06/2018

REGISTRO DE CAMBIOS

Versión	Causa del Cambio	Responsable del Cambio	Fecha del Cambio
1.0	Versión inicial	Eliana Guamán	28/03/2018
1.0	Versión inicial	Eliana Guamán	16/04/2018
1.0	Versión inicial	Eliana Guamán	13/06/2018

OBJETIVOS

- ❖ Desarrollar una aplicación que permita ingresar los datos necesarios para la cuantificación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) procedentes del tratamiento de residuos urbanos del término municipal de Llíria.

JUSTIFICACION

El presente proyecto pretende realizar la automatización de un aplicativo que permita realizar la cuantificación de emisiones de GEI derivadas del tratamiento de residuos urbanos del Término Municipal de Llíria, esto permitirá tomar medidas para luchar de manera activa contra el cambio climático. Actualmente los inventarios de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son realizados mediante aproximaciones someras a año transcurrido lo que otorga un alto grado de incertidumbre en dicho cálculo y la reducción de emisiones de GEI están basadas en cálculos desactualizados e imprecisos.

ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

Se ha solicitado realizar un mantenimiento para realizar el ingreso de cantidad de residuo tratado para calcular las emisiones de GEI (medido en CO₂ eq.), este será utilizado por un operador de la planta de Llíria, esta información será cargada con una periodicidad mensual.

A continuación se detalla los campos que deben ser ingresados en las diferentes interfaces solicitadas por el usuario final:

INGRESO DE DATOS NECESARIOS PARA LA OBTENCION DE EMISIONES CO₂ eq.

El ingreso debe permitir el ingreso de los campos considerando los siguientes aspectos:

Campo	Tipo de Dato	Opcional/Obligatorio
Fecha de Ingreso	Fecha	Obligatorio *
Residuo Sólido Urbano Llíria (RSU Llíria)	Double	Obligatorio *

Residuo Sólido Urbano Consorcio (RSU Consorcio)	Double	Obligatorio *
Residuos de Aparatos Electrónicos Lliria(RAEE Lliria)	Double	Obligatorio *
Residuos de Aparatos Electrónicos Consorcio (RAEE Consorcio)	Double	Obligatorio *
Observaciones	Alfanumérico	Opcional

MODIFICACION DE LOS DATOS NECESARIOS PARA LA OBTENCION DE CO2 eq.

El usuario para modificar debe escoger que registro que desea modificar y puede cambiar los siguientes datos.

Campo	Tipo de Dato	Modificable
Fecha de Ingreso	Fecha	NO
Residuo Sólido Urbano Lliria (RSU Lliria)	Double	SI
Residuo Sólido Urbano Consorcio (RSU Consorcio)	Double	Obligatorio *
Residuos de Aparatos Electrónicos Lliria (RAEE Lliria)	Double	SI
Residuos de Aparatos Electrónicos Consorcio (RAEE Consorcio)	Double	SI
Observaciones	Alfanumérico	SI

REPORTE DE EMISIONES DE GASES DE CO2 eq.

El reporte debe permitir visualizar datos desde 12 meses atrás.

Campo	Tipo de Dato	Se visualizan?
Fecha de Ingreso	Fecha	SI
Residuo Sólido Urbano Lliria (RSU Lliria)	Double	SI
Residuo Sólido Urbano Consorcio (RSU Consorcio)	Double	SI

Residuos de Aparatos Electrónicos Lliria (RAEE Lliria)	Double	SI
Residuos de Aparatos Electrónicos Consortio (RAEE Consortio)	Double	SI
Observaciones	Alfanumérico	SI

PROTOTIPOS DE LAS INTERFACES

1º INGRESO DE EMISIONES DE GASES DE CO2 eq.

Universidad Politécnica de Valencia

Logo UPV ICT vs CC Logo Itaca

INGRESO DE EMISIONES DE GASES DE CO2

Fecha al que corresponde la información * 01 / 03 / 2018

RSU Lliria (Residuo Solido Urbano) * kg o tn

RSU todo el consorcio * kg o tn

RAEE Lliria (Residuos de Aparatos Electrónicos) * kg o tn

RAEE Consortio (Residuos de Aparatos Electrónicos) * kg o tn

Observaciones

Ingresar

Ilustración 1 Mantenimiento Ingreso de Emisiones

2º MODIFICACION DE EMISIONES DE GASES DE CO2 eq.

Universidad Politécnica de Valencia

Logo UPV ICT vs CC Logo Itaca

MODIFICACION DE EMISIONES DE GASES DE CO2

Código:

Fecha al que corresponde la información:

RSU Liria (Residuo Solido Urbano) *: kg o tn

RSU todo el consorcio *: kg o tn

RAEE Liria (Residuos de Aparatos Electrónicos) *: kg o tn

RAEE Consorcio (Residuos de Aparatos Electrónicos) *: kg o tn

Observaciones:

Ilustración 2 Modificación Ingreso de Emisiones

3° REPORTE DE EMISIONES DE GASES DE CO2 eq.

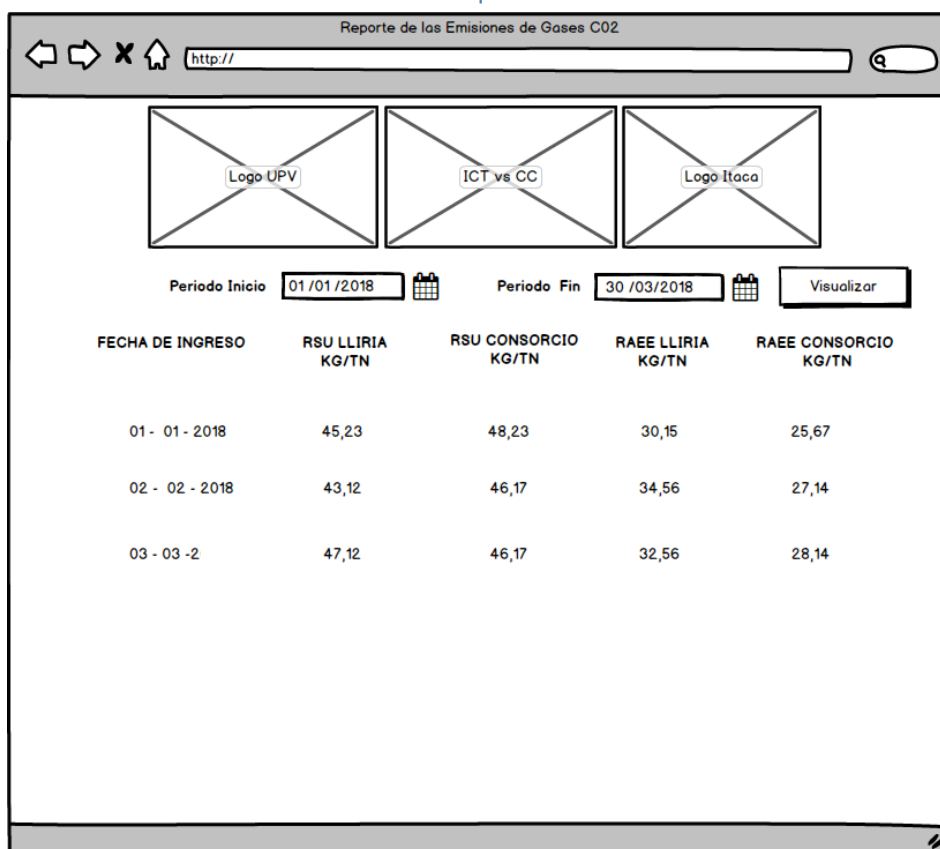


Ilustración 3 Reporte de Ingreso de Emisiones

PLAZO DE ENTREGA

No se sugiere fecha de entrega formal.

FIRMAS DE CONFORMIDAD			
Nombres	Cargo	Fecha	Firma
Edgar Lorenzo Sáez	Líder Funcional	13/06/2018	
Jorge Luzuriaga	Investigador	13/06/2018	
Lenin Lemus	Profesor Titular	13/06/2018	
Eliana Guamán	Becario/a	13/06/2018	

ANEJO 8: Cálculos de emisiones de GEI

Índice de Anejo 8:

1. Dentro del ámbito del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía.....	1
1.1 Edificios e Instalaciones	1
1.1.1 Residencial.....	2
1.1.2 Institucional Municipal y Alumbrado Público.....	3
1.1.3 Terciario (No municipal)	3
1.2 Transporte.....	4
1.2.1 Flota Municipal	6
1.2.2 Transporte público	6
1.2.3 Transporte privado y comercial.....	7
2. Fuera del ámbito del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía	9
2.1 Industrial	9
2.2 Agricultura.....	10
2.3 Ganadería.....	13
2.3.1 Emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica.....	13
2.3.2 Emisiones de metano derivadas de la gestión de estiércol	14
2.3.3 Emisiones directas de óxidos de nitroso derivadas de la gestión de estiércol	16
2.3.4 Emisiones indirectas de óxidos de nitroso derivadas de la gestión de estiércol	18
2.4 Residuos.....	22
2.4.1 Emisiones derivadas del tratamiento de R.S.U.	22
2.4.2 Emisiones derivadas del tratamiento de las Aguas Residuales.....	24
2.5 Forestal	26
3. Cálculo de los índices de estacionalidad mensuales.....	28

En el presente anejo se muestran los cálculos realizados para la elaboración de un inventario de emisiones de GEI del término municipal de Llíria durante el año 2016. Además, dada la voluntad del consistorio por cumplir con los compromisos del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía, es necesario la elaboración de un inventario de referencia de los sectores que quedan dentro del ámbito del Pacto específicamente. Por ello, se divide la cuantificación en sectores dentro del ámbito del Pacto y sectores fuera del ámbito del Pacto.

1. Dentro del ámbito del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía

El ámbito del Pacto tiene en cuenta las emisiones de GEI derivadas del consumo de energía final (figura 1). Concretamente los sectores residencial, terciario, transporte y municipal son considerados clave para la mitigación.

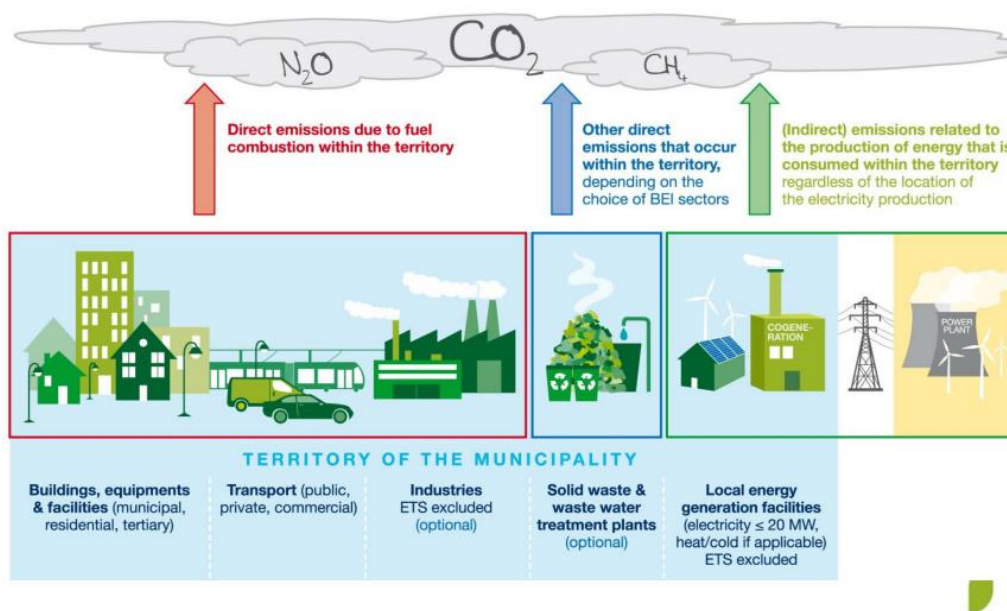


Fig. 1 Ámbito del Pacto de Alcaldes para el Clima y la Energía. Fuente: Diputación de Valencia (2017).

1.1 Edificios e Instalaciones

a) Fuentes de datos:

- Clasificación de tipo y número de tarifas presentes en el término municipal proporcionados por la comercializadora “Respira energía”.
- Consumo anual de Gas Natural de todo el término municipal dividido en residencial, industrial y terciario. Número de usuarios presentes en el término municipal de uso residencial. Proporcionado por Gas Natural Fenosa.

- Consumo mensual de Gasóleo C referido a la provincia de Valencia proporcionado por la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES).
- Consumos eléctricos de las propiedades municipales y alumbrado público proporcionado por el Ayuntamiento.
- Consumo anual de GLP la ciudad de Valencia obtenido del anuario de Valencia 2016, de Repsol Butano SA.

b) Cálculos:

1.1.1 Residencial

- Consumo eléctrico:

Para el cálculo de consumo eléctrico se ha utilizado el tipo y cantidad de tarifas obtenidas por la comercializadora “respira energía” y el consumo medio de cada tarifa, mostrados a continuación:

Consumo energía eléctrica Llíria

Tipos de tarifa presentes en Llíria	2.1A	2.1DHA	3.0A	3.1A	6.1A
CUPS con esa tarifa	14.841	479	171	135	17
Consumo medio por tarifa (kWhe)	5.824	16.587	42.525	187.673	5.415.237

Además de ello, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

Tarifa	Sector asociado
2.0 y 2.1	Residencial
3.0	Institucional/Terciario
3.1	Industrias medianas (industrial NO RCDE)
6.1	Grandes industrias (industrial NO RCDE)
6.1	Grandes industrias (industrial SI RCDE)

Con ello, el resultado de consumo energético eléctrico es:

Sector	Energía (kWhe)
Residencial	94.382.833
Institucional/Terciario	7.271.821
Industrial (industrial NO RCDE)	111.979.671
Industrial (industrial SI RCDE)*	5.415.237

*Industria dentro del RCDE (Régimen de comercio de derechos de emisiones) solo está “Tejas y ladrillos del mediterráneo S.A.”.

- Consumo térmico:

Para el cálculo del consumo térmico se han identificado tres vectores energéticos emisores de GEI, dichos vectores son Gas Natural, Gasóleo C y Gases licuados del petróleo (GLP).

El valor de consumo de Gas Natural ha sido facilitado por la empresa “Gas Natural Fenosa”, siendo estos los valores reportados:

	Residencial	Comercial	Industrial
Lliria (energía en kWh)	8.460.645	1.525.806	169.250.360

El valor de consumo de Gasóleo C ha sido obtenido mediante extrapolación del valor de la provincia de Valencia obtenido de la base de datos CORES. Siendo estos los valores:

	t. de gasóleo	PCI (kWh/kg)	kWh
Valencia Provincia	41.428	12	488.734.000
Lliria	372	12	4.385.000

El valor de consumo de GLP ha sido obtenido mediante extrapolación del valor de la ciudad de Valencia obtenido del anuario de Valencia 2016:

	Butano envasado (t)	Propano envasado (t)	Propano a granel (t)	PCI (kWh/kg)	kWh
Valencia Ciudad	11.187	1.485	276	12,44	161.058.733
Lliria					4.645.668

1.1.2 Institucional Municipal y Alumbrado Público

El consumo eléctrico y térmico de las instalaciones municipales y el consumo eléctrico del alumbrado público se han obtenido mediante la realización de auditorías energéticas y estudio de las facturas de las instalaciones del Ayto. de Lliria en el contexto del proyecto SimBioTIC.

Los resultados de dichos análisis son:

	kWhe eléctrico	kWh térmico (Gas Natural)
Instalaciones Municipales	1.794.866	328.085
Alumbrado Público	2.247.356	

1.1.3 Terciario (No municipal)

El consumo eléctrico y térmico del sector terciario (No municipal) ha sido obtenido de la comercializadora “respira energía” tal como se ha mencionado anteriormente, a dicho valor se le ha restado el obtenido para el sector Institucional Municipal y el de Alumbrado público con el siguiente resultado:

Sector	Energía eléctrica (kWhe)	Energía térmica (kWht)
Institucional/Terciario	3.229.599	1.197.721

1.2 Transporte

a) Fuentes de datos:

- Parque automovilístico del término municipal clasificado según tipo de vehículo y combustible consumido proporcionado por la Dirección General de Tráfico (DGT).
- Consumos de combustibles mensual (Gasóleos A y B y Gasolinas 95 I.O y 98 I.O) de toda la provincia de Valencia proporcionado por la CORES.

b) Cálculos:

El número de vehículos y el tipo de cada vehículo de Llíria se ha obtenido de la Dirección General de Tráfico (DGT). El resultado agrupado se muestra a continuación:

Total (Llíria)		
Combustible	Tipo	Cantidad
Diésel	Autobuses	37
	Camiones <3500 kg	1.340
	Camiones >3500 kg	115
	Ciclomotores	38
	Furgonetas	641
	Motocicletas	1
	Otros vehículos	72
	Tractores industriales	103
	Turismos	6.826
Eléctrico	Otros vehículos	1
	Turismos	2
Gas Natural	Turismos	1
Gasolina	Autobuses	1
	Camiones < 3500kg	44
	Ciclomotores	1.181
	Furgonetas	177
	Motocicletas	1.306
	Otros vehículos	38
	Turismos	3.737
Otros	Motocicletas	4
Sin especificar	Otro vehículos	5
	Remolques	66
	Semirremolques	113

Además del número de vehículo por tipo, se ha tenido en consideración el consumo medio (litros/km) y el recorrido medio (km/año) de cada tipo de vehículo (IDEA, 2006) tal como se describe a continuación:

Tipo	Consumo medio (l/km)	Recorrido medio (km/año)
Camión diésel	0,31	157.552,56
Camión gasolina*	0,37	157.552,56
Furgoneta diésel	0,06	38.384,66
Furgoneta gasolina	0,14	38.384,66
Autobús diésel	0,22	153.283,13
Autobús gasolina*	0,26	153.283,13
Turismo gasolina	0,08	10.124,94
Turismo diésel	0,07	16.976,00

*(PAES ELCHE) A efectos de nuestros cálculos, estimamos que los camiones y autobuses de gasolina poseen idéntico kilometraje medio que sus homólogos en diésel, mientras que sus consumos medios los establecemos en 1,2 veces superiores.

	Tipo	Nº	Consumo medio (l/km)	Recorrido medio (km/año)	Densidad (t/m ³)	VCN TJ/t	kWh
Diésel	Autobuses	37	0,22	153.283	0,83	0,0430	12.298.228
	Camiones <3500 kg**	1.340	0,12	50.000	0,83	0,0430	79.947.814
	Camiones >3500 kg	115	0,31	157.553	0,83	0,0430	55.633.589
	Ciclomotores*	38	0,03	3.400	0,83	0,0430	38.542
	Furgonetas	641	0,06	38.385	0,83	0,0430	14.772.683
	Motocicletas*	1	0,05	6.000	0,83	0,0430	2.983
	Otros vehículos*	72	0,03	1.000	0,83	0,0430	21.479
	Tractores industriales*	103	25,67***	1.000****	0,83	0,0430	26.291.395
	Turismos	6.826	0,07	16.976	0,83	0,0430	77.432.177
Gasolin	Autobuses	1	0,26	153.283	0,75	0,0443	368.964
	Camiones < 3500kg**	44	0,12	50.000	0,75	0,0443	2.428.380
	Ciclomotores*	1.181	0,03	3.400	0,75	0,0443	1.108.059
	Furgonetas	177	0,14	38.385	0,75	0,0443	8.757.393
	Motocicletas*	1.306	0,05	6.000	0,75	0,0443	3.603.937
	Otros vehículos*	38	0,03	1.000	0,75	0,0443	10.486
	Turismos	3737	0,08	10.125	0,75	0,0443	28.062.411
Otros	Otros	8	-	-	-	-	
Sin espec.	Otro vehículos	5	-	-	0	0	
	Remolques	66	-	-	0	0	

	Semi-remolques	113	-	-	0	0	
--	----------------	-----	---	---	---	---	--

*Estimaciones

**Datos Obtenidos de "Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera" (Ministerio de Fomento)

*** Litros/hora

**** Horas/año

Una vez obtenido el total del sector transporte se desglosa en Flota municipal, Transporte público y Transporte privado y comercial.

1.2.1 Flota Municipal

	Tipo	Nº	Consumo medio (l/km)	Recorrido medio (km/año)	Densidad (t/m ³)	VCN TJ/t	kWh
Diésel	Camiones <3500 kg**	15	0,12	50.000	0,83	0,0430	894.938
	Furgonetas	18	0,06	38.385	0,83	0,0430	414.834
	Tractores industriales*	7	25,67***	1000****	0,83	0,0430	1.786.794
	Turismos	14	0,07	16.976	0,83	0,0430	158.812
Gasolina	Motocicletas*	9	0,05	6.000	0,75	0,0443	24.836
	Turismos	1	0,08	10.125	0,75	0,0443	7.509
Otros	Otros	0	-	-	-	-	
Sin especificar	Otro vehículos	1	-	-	0	0	

*Estimaciones

**Datos Obtenidos de "Observatorio de costes del transporte de mercancías por carretera" (Ministerio de Fomento)

*** Litros/hora

**** Horas/año

1.2.2 Transporte público

Combustible	Tipo	Nº	Consumo medio (l/km)	Recorrido medio (km/año)	Densidad (t/m ³)	VCN TJ/t	kWh
Diésel	Autobuses	3	0,22	153.283	0,83	0,04	997.154

1.2.3 Transporte privado y comercial

El transporte privado y comercial se obtiene de la resta del total calculado menos el transporte público y comercial.

Tipo de combustible	kWh
Diésel:	262.186.144
Gasolina:	44.307.241

➤ **Resultado para la realización del inventario de emisiones de referencia del Pacto de Alcaldes:**

Sector	CONSUMO FINAL DE ENERGÍA [MWh]						Total
	Electricidad	Combustibles fósiles					
		Gas natural	GLP	Gasóleo C	Gasóleo	Gasolina	
EDIFICIOS/ INSTALACIONES							
Edificios y equipamiento/ instalaciones municipales	1.795	328					2.123
Edificios y equipamiento/ instalaciones terciarios (no municipales)	3.230	1.198					4.427
Edificios residenciales	94.383	8.461	4.646	4.385			111.875
Alumbrado público	2.247						2.247
TRANSPORTE							
Flota municipal					3.255	32	3.288
Transporte público					997		997
Transporte privado y comercial					262.186	44.307	306.493
TOTAL	101.655	9.986	4.646	4.385	266.439	44.340	431.450

Los factores de emisión de cada vector energético seleccionados son los siguientes (IPCC 2006):

Factores de emisión IPCC (kg CO ₂ eq. / kWh)					
Electricidad	Combustibles fósiles				
Nacional	Gas natural	Gas licuado	Gasóleo de calefacción	Gasóleo	Gasolina
0,372	0,202	0,227	0,268	0,268	0,250

La aplicación de dichos factores de emisión al total de consumo energético por vector y sector ofrece los siguientes resultados:

Sector	EMISIONES (t CO ₂ eq.)						Total
	Electricidad	Combustibles fósiles					
		Gas natural	GLP	Gasóleo C	Gasóleo	Gasolina	
EDIFICIOS/ INSTALACIONES							
Edificios y equipamiento/ instalaciones municipales	668	66	0	0	0	0	734
Edificios y equipamiento/ instalaciones terciarios (no municipales)	1.201	242	0	0	0	0	1.443
Edificios residenciales	35.110	1.709	1.055	1.175	0	0	39.049
Alumbrado público	836	0	0	0	0	0	836
TRANSPORTE							
Flota municipal	0	0	0	0	872	8	881
Transporte público	0	0	0	0	267	0	267
Transporte privado y comercial	0	0	0	0	70.266	11.077	81.343
TOTAL	37.816	2.017	1.055	1.175	71.406	11.085	124.553

2. Fuera del ámbito del Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía

2.1 Industrial

a) Fuentes de datos:

- Emisiones de CO₂ eq. anuales verificadas de la única empresa presente en el término municipal del sector cerámico afectada por la ley 1/2005 proporcionado por el Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente.
- Clasificación de tipo y número de tarifas presentes en el término municipal proporcionados por la comercializadora “Respira energía”.
- Consumo anual de Gas Natural de todo el término municipal dividido en residencial, industrial y terciario. Número de usuarios presentes en el término municipal de uso residencial. Proporcionado por Gas Natural Fenosa.

b) Cálculos:

Las emisiones de GEI derivadas del sector industrial se deben por un lado al consumo energético tanto térmico como eléctrico, y por otro lado a la utilización de productos emisores de GEI (solventes, aerosoles...).

Además, si la industria está presente en el RCDE está obligada a reportar sus emisiones por la ley 1/2005. Por ello, la cuantificación de emisiones de GEI del sector industrial se divide en las industrias presentes en el RCDE y las no presentes en el RCDE.

Lliria solo cuenta con una instalación dentro del RCDE (Tejas y ladrillos del Mediterráneo S.A.), y sus emisiones de GEI verificadas ascienden a **32.732 t CO₂ eq.** según el “Informe de aplicación del año 2016 instalaciones afectadas por la ley 1/2005” del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Mediante pregunta directa a “Tejas y ladrillos del Mediterráneo S.A.” sabemos que dichas emisiones son debidas al consumo de Gas Natural en su práctica totalidad, y mediante el factor de emisión obtenemos que es debido a un consumo de 162.040 MWh.

Por tanto, mediante los datos de consumo energético proporcionados por “Gas Natural Fenosa” y restándole la energía de la instalación presente en el RCDE, obtenemos un consumo energético de Gas Natural de 7.211 MWh que hace un total de emisiones de las instalaciones de Lliria no presentes en el RCDE de **1.457 t CO₂ eq.** derivadas del consumo de Gas Natural.

Por otro lado, mediante los datos proporcionados por “Respira energía” se obtiene el siguiente consumo de energía eléctrica:

	MWhe	t CO ₂ eq.
RCDE	5.415,24	2.014,50
NO RCDE	111.979,67	41.656,40

Por tanto el total de emisiones de GEI derivadas de la energía consumida en el sector industrial en el término municipal de Llíria es:

Emisiones derivadas de la Industria	t CO ₂ eq.
Instalaciones presentes en el RCDE	34.747
Instalaciones NO presentes en el RCDE	43.113
Total	77.860

En el sector industrial también existen las emisiones de GEI derivadas de procesos y uso de productos en la industria, además del uso de productos sustitutivos de productos que destruyen la capa de ozono. Para su cálculo, dada la dificultad de obtención de los datos de actividad para estos sectores, se ha realizado mediante extrapolación del inventario nacional en función de la población del municipio, obteniendo los siguientes resultados:

	Emisiones de CO ₂ eq. (t)
Industria cerámica	198,17
Uso de solventes	245,19
Catalizadores basados en Urea	23,16
Uso de productos como refrigerantes y aire acondicionado	4.039,13
Uso de agentes espumantes	39,57
Uso de productos contra incendios	475,25
Uso de aerosoles	205,30

2.2 Agricultura

a) Fuentes de datos:

- Superficie de cultivo de cada tipo presente en el término municipal obtenido de Catastro.

- Hectáreas de cultivo obtenido de las bases de datos de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural a través de VAERSA.

b) Cálculos:

El cálculo de emisiones de GEI del sector Agricultura se divide en dos partes diferenciadas, en primer lugar las emisiones de CO₂ emitidas por maquinaria y consumo eléctrico por el sistema

de riego, junto al absorbido por efecto sumidero de las tierras de cultivo que permanecen como tal, y en segundo lugar las emisiones de N₂O de suelos gestionados (directas e indirectas).

Para evitar incurrir en errores de doble conteo, del primer grupo tan solo se tiene en cuenta las emisiones absorbidas por efecto sumidero de carbono de las tierras de cultivo que permanecen como tal debido a que las emisiones por la maquinaria ya se han contabilizado en el sector transporte, y las emisiones del consumo eléctrico de las bombas del sistema de riego se han contabilizado en el consumo eléctrico.

Por tanto, se cuenta con un total de hectáreas agrícola de:

Tipo de cultivo	Superficie (ha)
Leñosos	
Olivo	1.438
Viña	311
Cítricos	4.870
Frutales	1.925
Total Leñosos:	8.544
Herbáceos	
Cereales	60
Leguminosas	1
Tubérculos (patata)	16
Cultivos industriales (cacahuete)	1
Flores y plantas ornamentales	31
Cultivos forrajeros	79
Hortalizas	618
Total Herbáceos:	806
TOTAL:	9.350

Para la cuantificación del carbono almacenado se utilizan los factores de emisión del IPCC:

Cambio en el stock de carbono en la biomasa viva parte aérea (t C/ha)	Cambio neto de las existencias de carbono en los suelos (t C/ha)
0,0248	0,0259

Con estos factores de emisión y la relación estequiométrica del carbono a CO₂, se obtiene un total de CO₂ absorbido por efecto sumidero en las tierras de cultivo que permanecen como tal de: **-1.402 t CO₂**

En cuanto a la cuantificación de emisiones de N₂O de suelos gestionados (directas e indirectas) se diferencia los siguientes subgrupos:

Emisión de N ₂ O	Descripción
a. Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados	
1. Fertilizantes inorgánicos (N)	Aplicación de N desde fertilizantes inorgánicos a tierras de cultivo
2. Fertilizantes orgánicos (N)	Aplicación de N desde fertilizantes orgánicos a tierras de cultivo
3. Residuos de cultivos	N en residuos de cultivos devueltos a los suelos
b. Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados	
1. Deposición atmosférica	N volatilizado de insumos agrícolas de N
2. Lixiviación de nitrógeno y escorrentía	N de los fertilizantes y otros insumos agrícolas que se pierde por lixiviación y escorrentía

Para el cálculo de emisiones de N₂O de cada uno de los subgrupos mencionados se ha calculado un índice medio de emisiones por hectárea del inventario nacional. El resultado de la cuantificación considerando un PCG (Potencial de Calentamiento Global) de 310, es el siguiente:

Emisión de N ₂ O	Factores de emisión calculados kg N ₂ O/ha	Emisiones de N ₂ O (kg N ₂ O)	Emisiones t CO ₂ eq.
a. Emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados			
1. Fertilizantes inorgánicos (N)	0,78	7.316,25	2.268,04
2. Fertilizantes orgánicos (N)	0,37	3.461,87	1.073,18
3. Residuos de cultivos	0,09	861,56	267,08
b. Emisiones indirectas de N₂O de suelos gestionados			
1. Deposición atmosférica	0,19	1.749,20	542,25
2. Lixiviación de nitrógeno y escorrentía	0,08	722,91	224,10
TOTAL:			4.374,66

El resultado neto de la cuantificación de GEI del sector agricultura es **2.630,50 t CO₂ eq.**

2.3 Ganadería

a) Fuentes de datos:

- Número de cabezas de ganado de cada tipo de ganado proporcionado por el Ayuntamiento.

b) Cálculos:

Para el cálculo de las emisiones derivadas de la ganadería se realiza una clasificación en 4 grupos según el tipo y fuente de emisión. Para el cálculo se ha seguido lo establecido en la guía IPCC (2006) obteniendo los siguientes resultados:

2.3.1 Emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica

	Cantidad	Tipo de animal	Factor emisión kg CH ₄ /(cabeza*año)	Emisiones (kg CH ₄ /año)
Granja avícola de pollos de engorde Jose Villar	90.000	pollos	-	-
Granja de gallinas ponedoras Martinez	39.000	gallinas	-	-
Granja de cría de perdices (Cinegética)	300	perdices*	-	-
Granja porcina Jose Garcia Llovera	672	cerdos	1,5	1.008
Granja porcina Jose Garcia Murgui	1.000	cerdos	1,5	1.500
Granja porcina Jose Lazaro Gimeno	2.500	cerdos	1,5	3.750
Granja porcina agropecuaria Benisano	250	cerdos	1,5	375
Granja porcina Taroncher	4.000	cerdos	1,5	6.000
Granja porcina Sat Virola	1.900	cerdos	1,5	2.850
Granja porcina de engorde Carmen Gabarda	600	cerdos	1,5	900
Cuadra caballos Navarro S.L.	50	caballos	18	900
Centro hípico Cepe Ruiz-Esteban	30	caballos	18	540
Centro hípico hnos. Esteban	100	caballos	18	1.800
	60	ovejas	8	480
	60	aves	-	-

Cuadra de esquinos cría de partos engorde Jose Luis Enguidanos Novejarque	40	caballos	18	720
Granja escuela Llometa de Llavata	20	de granja y exóticos***	1,5	30
Granja escuela la Salle	35	de granja y domésticos***	1,5	53
Residencia canina Canela	30	perros** (temporada alta 50 y baja 10)	-	-
Centro canino la pinada	80	perros** (temporada alta 100 y baja 60)	-	-
Residencia canina Camp Turia	40	perros**	-	-
Residencia, cría y adiestramiento canino Camp Lliria Faubel	20	perros**	-	-
Residencia y adiestramiento Cucocan SL	12	perros**	-	-

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

2.3.2 Emisiones de metano derivadas de la gestión de estiércol

	Cantidad	Tipo de animal	Factor emisión kg CH₄/(cabeza*año)	Emisiones (kg CH₄/año)
Granja avícola de pollos de engorde Jose Villar	90.000	pollos	-	1.800
Granja de gallinas ponedoras Martinez	39.000	gallinas	-	1.170
Granja de cría de perdices (Cinegética)	300	perdices*	-	9
Granja porcina Jose Garcia Llovera	672	cerdos	1,5	8.400
Granja porcina Jose Garcia Murgui	1.000	cerdos	1,5	12.500

Granja porcina Jose Lazaro Gimeno	2.500	cerdos	1,5	31.250
Granja porcina agropecuaria Benisano	250	cerdos	1,5	3.125
Granja porcina Taroncher	4.000	cerdos	1,5	50.000
Granja porcina Sat Virola	1.900	cerdos	1,5	23.750
Granja porcina de engorde Carmen Gabarda	600	cerdos	1,5	7.500
Cuadra caballos Navarro S.L.	50	caballos	18	117
Centro hípico Cepe Ruiz-Esteban	30	caballos	18	70
Centro hípico hnos. Esteban	100	caballos	18	234
	60	ovejas	8	17
	60	aves	-	2
Cuadra de esquinos cría de partos engorde Jose Luis Enguidanos Novejarque	40	caballos	18	94
Granja escuela Llometa de Llavata	20	de granja y exóticos***	1,5	30
Granja escuela la Salle	35	de granja y domésticos***	1,5	53
Residencia canina Canela	30	perros** (temporada alta 50 y baja 10)	-	20
Centro canino la pinada	80	perros** (temporada alta 100 y baja 60)	-	54
Residencia canina Camp Turia	40	perros**	-	27
Residencia, cría y adiestramiento canino Camp Lliria Faubel	20	perros**	-	14
Residencia y adiestramiento Cucocan SL	12	perros**	-	8

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

2.3.3 Emisiones directas de óxidos de nitroso derivadas de la gestión de estiércol

Para el cálculo de las emisiones directas de óxidos de nitroso derivadas de la gestión de estiércol se sigue la fórmula descrita en el IPCC de:

$$N_2O_{D(mm)} = \left[\sum_S \left[\sum_T [N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}] \right] * EF_{3(S)} \right] \frac{44}{28}$$

Donde:

$N_2O_{D(mm)}$ = emisiones directas de N_2O de la gestión del estiércol del país, $kg N_2O \text{ año}^{-1}$

$N_{(T)}$ = cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

$Nex_{(T)}$ = promedio anual de excreción de N por cabeza de la especie/categoría T en el país, $kg N \text{ animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$

$MS_{(T,S)}$ = fracción de la excreción total anual de nitrógeno de cada especie/categoría de ganado T que se gestiona en el sistema de gestión del estiércol S en el país, sin dimensión (en nuestro caso se considera que el 100% se gestiona con el sistema del factor elegido).

$EF_{3(S)}$ = factor de emisión para emisiones directas de N_2O del sistema de gestión del estiércol S en el país, $kg N_2O-N/kg N$ en el sistema de gestión del estiércol S.

S = sistema de gestión del estiércol

T = especie/categoría de ganado

44/28 = conversión de emisiones de $(N_2O-N)_{(mm)}$ a emisiones de $N_2O_{(mm)}$

Para la obtención del $Nex_{(T)}$ se sigue la siguiente fórmula descrita en el IPCC:

$$Nex_{(T)} = N \text{ índice}_{(T)} * (TAM/1000) * 365$$

Donde:

$Nex_{(T)}$ = excreción anual de N para la categoría de ganado T, $kg N \text{ animal}^{-1} \text{ año}^{-1}$

$N_{\text{índice}(T)}$ = tasa de excreción de N por defecto, $kg N (1000 \text{ kg masa animal})^{-1} \text{ día}^{-1}$

$TAM_{(T)}$ = masa animal típica para la categoría de ganado T, $kg \text{ animal}^{-1}$

Los valores tomados por cada tipo de animal se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de animal	Níndice(T)	TAM(T)
pollos	0,55	0,90
gallinas	0,96	1,80
perdices*	0,83	1,80
cerdos	0,46	124,00
caballos	0,26	377,00
ovejas	0,85	48,50

aves	0,83	1,80
de granja y exóticos***	0,33	50,00
de granja y domésticos***	0,33	50,00
perros**	12,09	20,00

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Tipo de animal	Emisiones (kg CH₄/año)
Granja avícola de pollos de engorde Jose Villar	pollos	25,55
Granja de gallinas ponedoras Martinez	gallinas	38,65
Granja de cría de perdices (Cinegética)	perdices*	0,26
Granja porcina Jose Garcia Llovera	cerdos	219,85
Granja porcina Jose Garcia Murgui	cerdos	327,17
Granja porcina Jose Lazaro Gimeno	cerdos	817,91
Granja porcina agropecuaria Benisano	cerdos	81,79
Granja porcina Taroncher	cerdos	1.308,66
Granja porcina Sat Virola	cerdos	621,61
Granja porcina de engorde Carmen Gabarda	cerdos	196,30
Cuadra caballos Navarro S.L.	caballos	5,62
Centro hípico Cepe Ruiz-Esteban	caballos	3,37
Centro hípico hnos. Esteban	caballos	11,24
	ovejas	2,84
	aves	0,05
Cuadra de esquinos cría de partos engorde Jose Luis Enguidanos Novejarque	caballos	4,50
Granja escuela Llometa de Llavata	de granja y exóticos***	0,38
Granja escuela la Salle	de granja y domésticos***	0,66
Residencia canina Canela	perros** (temporada alta 50 y baja 10)	8,32
Centro canino la pinada	perros** (temporada alta 100 y baja 60)	22,19
Residencia canina Camp Turia	perros**	-
Residencia, cría y adiestramiento canino Camp Llíria Faubel	perros**	-
Residencia y adiestramiento Cucocan SL	perros**	-

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

2.3.4 Emisiones indirectas de óxidos de nitroso derivadas de la gestión de estiércol

$$N_2O_{G(mm)} = (N_{\text{volatilización-MMS}} * EF_4) * 44/28$$

Donde:

$N_2O_{G(mm)}$ = emisiones indirectas de N_2O debidas a la volatilización de N de la gestión del estiércol del país, $kg N_2O \text{ año}^{-1}$.

$N_{\text{volatilización-MMS}}$ = cantidad de nitrógeno del estiércol que se pierde debido a la volatilización de NH_3 y NO_x , $kg N \text{ año}^{-1}$

EF_4 = factor de emisión para emisiones de N_2O resultantes de la deposición atmosférica de nitrógeno en la superficie del suelo o del agua.

Para la obtención de $N_{\text{volatilización-MMS}}$ se sigue la siguiente fórmula descrita en el IPCC:

$$N_{\text{volatilización-MMS}} = \left[\sum_S \left[\sum_T [N_{(T)} * Nex_{(T)} * MS_{(T,S)}] \right] * \frac{Frac_{GasMS}}{100} \right]$$

Donde:

$Frac_{GasMS}$ = porcentaje de nitrógeno del estiércol gestionado para la categoría de ganado T que se volatiliza como NH_3 y NO_x en el sistema de gestión del estiércol S, %

Los valores tomados por cada tipo de animal se muestran en la siguiente tabla:

Tipo de animal	Frac _{GasMS}
pollos	0,40
gallinas	0,40
perdices*	0,40
cerdos	0,45
caballos	0,25
ovejas	0,25
aves	0,40
de granja y exóticos***	0,25
de granja y domésticos***	0,25
perros**	0,12

Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Tipo de animal	Emisiones (kg CH ₄ /año)
Granja avícola de pollos de engorde Jose Villar	pollos	102,21
Granja de gallinas ponedoras Martinez	gallinas	154,62
Granja de cría de perdices (Cinegética)	perdices*	1,03
Granja porcina Jose Garcia Llovera	cerdos	98,93
Granja porcina Jose Garcia Murgui	cerdos	147,22
Granja porcina Jose Lazaro Gimeno	cerdos	368,06
Granja porcina agropecuaria Benisano	cerdos	36,81
Granja porcina Taroncher	cerdos	588,90
Granja porcina Sat Virola	cerdos	279,73
Granja porcina de engorde Carmen Gabarda	cerdos	88,33
Cuadra caballos Navarro S.L.	caballos	7,03
Centro hípico Cepe Ruiz-Esteban	caballos	4,22
Centro hípico hnos. Esteban	caballos	14,06
	ovejas	3,55
	aves	0,21
Cuadra de esquineros cría de partos engorde Jose Luis Enguidanos Novejarque	caballos	5,62
Granja escuela Llometa de Llavata	de granja y exóticos***	0,47
Granja escuela la Salle	de granja y domésticos***	0,83
Residencia canina Canela	perros** (temporada alta 50 y baja 10)	4,99
Centro canino la pinada	perros** (temporada alta 100 y baja 60)	13,31
Residencia canina Camp Turia	perros**	6,66
Residencia, cría y adiestramiento canino Camp Llíria Faubel	perros**	3,33
Residencia y adiestramiento Cucocan SL	perros**	2,00

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

Resultado total del sector ganadería por cada granja en CO₂ eq. tomando como (PCG) del CH₄=21 y del N₂O= 310, tal como se expresa en el IPCC:

	Total emisiones CO₂ eq. por la emisión de CH₄ de la fermentación entérica (kg CO₂ eq.)	Total emisiones CO₂ eq. por la emisión de CH₄ de la gestión de estiércol (kg CO₂ eq.)	Total emisiones de CO₂ eq. por la emisión de N₂O directo de la gestión de estiércol (kg CO₂ eq.)	Total emisiones de CO₂ eq. por la emisión de N₂O indirecto de la gestión de estiércol (kg CO₂ eq.)
Granja avícola de pollos de engorde Jose Villar	-	37.800	7.921	31.685
Granja de gallinas ponedoras Martinez	-	24570	11.983	47.931
Granja de cría de perdices (Cinegética)	-	189	80	319
Granja porcina Jose Garcia Llovera	21.168	176.400	68.155	30.670
Granja porcina Jose Garcia Murgui	31.500	262.500	101.421	45.640
Granja porcina Jose Lazaro Gimeno	78.750	656.250	253.553	114.099
Granja porcina agropecuaria Benisano	7.875	65.625	25.355	11.410
Granja porcina Taroncher	126.000	1.050.000	405.685	182.558
Granja porcina Sat Virola	59.850	498.750	192.700	86.715
Granja porcina de engorde Carmen Gabarda	18.900	157.500	60.853	27.384
Cuadra caballos Navarro S.L.	18.900	2.457	1.743	2.179
Centro hípico Cepe Ruiz-Esteban	11.340	1.474	1046	1.307
Centro hípico hnos. Esteban	37.800	4.914	3.486	4.357
	10.080	353	880	1.100
	-	38	16	63,75
Cuadra de esquinos cría de partos engorde Jose Luis Enguidanos Novejarque	15.120	1.966	1.394	1.743
Granja escuela Llometa de Llavata	630	630	117	147
Granja escuela la Salle	1.103	1.103	205	257
Residencia canina Canela	-	428	2.580	1.548

Centro canino la pinada	-	1.142	6.879	4.127
Residencia canina Camp Turia	-	571	3.440	2.064
Residencia, cría y adiestramiento canino Camp Lliria Faubel	-	286	1.720	1.032
Residencia y adiestramiento Cucocan SL	-	171	1.032	619
TOTAL en toneladas	439	2.945	1.152	599

Resultado por tipo de animal:

	Total emisiones CO₂ eq. por la emisión de CH₄ de la fermentación entérica	Total emisiones CO₂ eq. por la emisión de CH₄ de la gestión de estiércol	Total emisiones de CO₂ eq. por la emisión de N₂O directo de la gestión de estiércol	Total emisiones de CO₂ eq. por la emisión de N₂O indirecto de la gestión de estiércol
	(t CO ₂ eq.)	(t CO ₂ eq.)	(t CO ₂ eq.)	(t CO ₂ eq.)
pollos	-	37,80	7,92	31,69
gallinas	-	24,57	11,98	47,93
perdices	-	0,19	0,08	0,32
cerdos	344,04	2.867,03	1.107,72	498,48
caballos	83,16	10,81	7,67	9,59
ovejas	10,08	0,35	0,88	1,10
aves	-	0,04	0,02	0,06
Animales de granja, domésticos y exóticos	1,73	1,73	0,32	0,40
perros	-	2,60	15,65	9,30*
TOTAL	439,02	2.945,11	1.152,24	598,95

* igual que aves

** igual que zorros

*** igual que los cerdos

2.4 Residuos

a) Fuentes de datos:

- Cantidad de residuos sólidos urbanos (R.S.U.) en la planta de tratamiento de residuos de Llíria con frecuencia mensual proporcionado por el consorcio valencia interior.
- Cantidad de aguas residuales tratadas por la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) Camp de Túria I de Llíria y de 3 municipios más (sin disgregación) con frecuencia mensual proporcionado por la Mancomunitat Camp de Túria.

b) Cálculos:

Las emisiones derivadas del sector residuos se divide en dos partes, por un lado las emisiones derivadas del tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos (R.S.U.) y por otro lado las emisiones derivadas del tratamiento de las Aguas residuales.

2.4.1 Emisiones derivadas del tratamiento de R.S.U.

El cálculo de las emisiones de GEI derivado del tratamiento de los R.S.U. del término municipal de Llíria se ha realizado mediante los datos obtenidos por parte del Consorcio Valencia interior. Los datos proporcionados abarcan el total de kg de R.S.U. de entrada a planta de todos los municipios que abocan sus residuos en la planta, y los kg procedentes de Llíria para poder cuantificar las emisiones derivadas de Llíria particularmente (tabla 1). Una vez obtenido estos datos, se realizó una visita a planta para obtener el diagrama de flujos a fin de poder calcular la cantidad final de R.S.U. tratada por digestión aerobia y las pérdidas por humedad, para obtener el total de material bioestabilizado necesario para el cálculo de emisiones (Fig. 2).

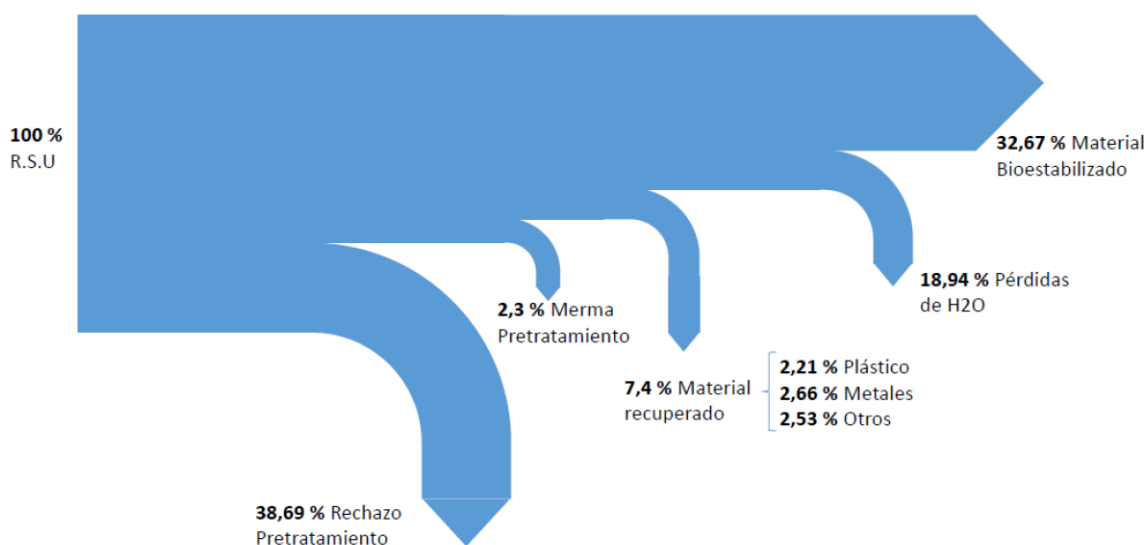


Fig. 2. Diagrama de flujo del tratamiento del R.S.U. en la planta de tratamiento de residuos de Llíria. Fuente propia.

Tabla 1. Datos de kg de R.S.U. de entrada a planta de tratamientos de residuos de Lliria.

Mes	Material	LLIRIA kg	Total consorcio kg
Enero	R.S.U.	772.740	6.984.743
Febrero	R.S.U.	704.180	7.767.233
Marzo	R.S.U.	791.040	9.635.730
Abril	R.S.U.	833.560	7.191.200
Mayo	R.S.U.	842.140	8.784.959
Junio	R.S.U.	853.400	9.050.151
Julio	R.S.U.	1.010.740	8.470.092
Agosto	R.S.U.	1.057.280	8.909.937
Septiembre	R.S.U.	826.200	7.251.553
Octubre	R.S.U.	811.480	6.839.679
Noviembre	R.S.U.	696.480	5.557.130
Diciembre	R.S.U.	738.180	5.953.806
Total	R.S.U.	9.937.420	92.396.213

Siguiendo la metodología descrita en la guía IPCC para la cuantificación de emisiones del tratamiento biológico aerobio de R.S.U., se aplica el factor de emisión al total de la masa de R.S.U. tratado en base seca descontando las pérdidas por agua descritas en el diagrama de flujos anterior. Con ello se obtiene la cantidad total de emisiones de CH₄ y N₂O (y su equivalencia en CO₂ eq.) derivadas del tratamiento de R.S.U. de Lliria:

Año	Datos de actividad		Factor de emisión		Emisiones		Emisiones
	Total R.S.U. de Lliria que entra a planta	Total R.S.U. tratamiento aerobio	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CO ₂ eq.
2016	kg	Kg base seca	g/kg R.S.U.		t		t
Enero	772.740	252.454	10	0,60	2,52	0,15	99,97
Febrero	704.180	230.056	10	0,60	2,30	0,14	91,10
Marzo	791.040	258.433	10	0,60	2,58	0,16	102,34
Abril	833.560	272.324	10	0,60	2,72	0,16	107,84
Mayo	842.140	275.127	10	0,60	2,75	0,17	108,95
Junio	853.400	278.806	10	0,60	2,79	0,17	110,41
Julio	1.010.740	330.209	10	0,60	3,30	0,20	130,76
Agosto	1.057.280	345.413	10	0,60	3,45	0,21	136,78
Septiembre	826.200	269.920	10	0,60	2,70	0,16	106,89
Octubre	811.480	265.111	10	0,60	2,65	0,16	104,98
Noviembre	696.480	227.540	10	0,60	2,28	0,14	90,11
Diciembre	738.180	241.163	10	0,60	2,41	0,14	95,50
TOTAL	9.937.420	3.246.555	10	0,60	32,47	1,95	1.285,64

2.4.2 Emisiones derivadas del tratamiento de las Aguas Residuales

El cálculo de las emisiones de GEI derivado del tratamiento de las aguas residuales procedentes del término municipal de Lliria se ha realizado mediante los datos proporcionados por parte de la EDAR Campo de Túria I. Los datos proporcionados abarcan el total de m³ de agua tratada en la EDAR procedente de los cuatro municipios que aborda (Lliria, Benissanó, Benaguacil y Poble de Vallbona) y el análisis realizado mensualmente con los resultados de demanda biológica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y Nitrógeno total a la entrada y salida de la planta. En una reunión mantenida con la jefa de explotación de la planta, nos proporcionó los resultados de un estudio de instalación de caudalímetros por el cual determinaba que el 39,5% (de media mensual) del total corresponde al término municipal de Lliria.

Mes	Caudal	DBO ₅		DQO		Nitrógeno T.	
	Volumen (m ³)	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)	Entrada (mg/l)	Salida (mg/l)
ene	298.281	328	19	658	52	62,81	19,38
feb	275.754	383	13	625	44	64,77	14,23
mar	352.564	317	9	542	35	47,56	12,57
abr	293.962	367	19	689	49	51,21	13,86
may	283.322	385	14	650	43	56,14	11,41
jun	284.966	281	10	511	37	48,53	6,13
jul	252.495	484	14	866	49	59,28	7,29
ago	261.983	359	10	600	36	55,24	6,57
sep	251.492	328	9	510	35	58,95	6,09
oct	258.128	338	9	524	39	59,26	8,24
nov	251.507	350	21	558	61	59,15	18,46
dic	252.338	361	24	624	69	66,81	36,45

A raíz de los datos anteriores se ha calculado el componente orgánico total degradable y aplicado los factores de emisión recomendados en la guía IPCC y utilizados a nivel nacional.

Mes	Componente orgánico degradable total		N en efluente (kt N/yr)	Factores de emisión		
	(kt DC*)/yr Doméstico	(kt DC*)/yr Industrial		(kg CH ₄ /kg DC) Doméstico	(kg CH ₄ /kg DC) Industrial	kg N ₂ O-N/kg N
ene	0,04	0,07	0,01	0,06	0,01	0,005
feb	0,04	0,06	0,01	0,06	0,01	0,005
mar	0,04	0,07	0,00	0,06	0,01	0,005
abr	0,04	0,07	0,00	0,06	0,01	0,005
may	0,04	0,07	0,01	0,06	0,01	0,005
jun	0,03	0,05	0,00	0,06	0,01	0,005
jul	0,05	0,08	0,01	0,06	0,01	0,005
ago	0,04	0,06	0,01	0,06	0,01	0,005
sep	0,03	0,05	0,01	0,06	0,01	0,005
oct	0,03	0,05	0,01	0,06	0,01	0,005
nov	0,03	0,05	0,00	0,06	0,01	0,005
dic	0,03	0,06	0,00	0,06	0,01	0,005

*DC = componente orgánico degradable. Los indicadores de DC son DQO (demanda química de oxígeno) para aguas residuales industriales y DBO (demanda bioquímica de oxígeno) para aguas residuales domésticas / comerciales / lodos (Directrices de la guía IPCC 2006 Volume 5. Section 6.1, pp. 6.7)

Con ello se obtiene el total de emisiones de metano en doméstico e industrial y el total de emisiones de N₂O, así como las toneladas equivalentes de CO₂.

Emisiones

Mes	t CH ₄ Doméstico	t CH ₄ Industrial	t N ₂ O	t CO ₂ eq. Doméstico	t CO ₂ eq. Industrial	t CO ₂ eq. Nitrógeno	Total t CO ₂ eq.
ene	2,01	0,70	0,04	42,20	14,72	12,46	69,38
feb	2,22	0,62	0,04	46,71	13,04	13,41	73,17
mar	2,37	0,69	0,04	49,72	14,55	11,87	76,14
abr	2,23	0,73	0,03	46,84	15,32	10,56	72,72
may	2,29	0,67	0,04	48,13	14,00	12,19	74,32
jun	1,68	0,52	0,04	35,36	11,00	11,62	57,98
jul	2,59	0,80	0,04	54,34	16,79	12,63	83,76
ago	1,99	0,57	0,04	41,86	12,03	12,27	66,16
sep	1,75	0,46	0,04	36,73	9,73	12,79	59,25
oct	1,85	0,49	0,04	38,88	10,19	12,67	61,75
nov	1,80	0,48	0,03	37,89	10,18	9,85	57,91
dic	1,85	0,54	0,02	38,94	11,40	7,37	57,71
Total	24,65	7,28	0,45	517,59	152,95	139,70	810,24

2.5 Forestal

a) Fuentes de datos:

- Crecimiento corriente por estrato forestal de la superficie del término municipal obtenida mediante el inventario forestal nacional (IFN3).
- Superficie por estrato del IFN3 proporcionado por el técnico forestal del ayuntamiento.

b) Cálculos:

El cálculo del carbono fijado por la superficie forestal del término municipal de Llíria se ha realizado en base al IFN3. En primer lugar se ha obtenido los datos de superficie por estrato por parte del técnico forestal del ayuntamiento, de las que ya se han excluido las desprovistas de vegetación.

Estrato	Superficie (ha)
01	974
02	819
03	870
04	1.313
05	-
06	-
07	-
08	-
09	-
10	-
11	945

A continuación, en base a las características de cada estrato obtenido del IFN3 (tabla 2) se calcula la cantidad de biomasa en volumen que crece cada año en todo el monte de Llíria. A continuación, se obtiene la biomasa en peso total de la parte aérea y subterránea multiplicando por la densidad básica de la especie dominante de cada estrato y dividiendo por el porcentaje de las distintas fracciones de biomasa según Montero *et al.* (2005).

Tabla 2: Tabla 301 del Inventario Forestal Nacional. Fuente: IFN3 (2008).

Estrato	CANT. P. MA.	AB	Vcc	Vsc	IAVC	Cant. p. me.
1	606	15,72	67,96	50,71	2,35	286
2	306	7,94	31,13	23,13	1,19	185
3	121	3,37	12,38	9,27	0,49	90
4	33	0,33	0,94	0,70	0,05	312
5	54	2,03	9,35	7,08	0,29	52
6	17	0,50	1,86	1,40	0,07	14
7	44	1,33	5,47	4,16	0,18	18
8	8	0,21	0,65	0,47	0,03	4
9	1	0,07	0,25	0,19	0,01	1
10	9	0,28	1,47	1,14	0,04	0
11	32	0,92	3,49	2,63	0,13	45
Todos	201	5,22	21,06	15,70	0,78	157

- a) N° pies mayores (P.MA.)/ha,
- b) Área basimétrica (AB) en m²/ha,
- c) Volumen con corteza del fuste (Vcc) en m³/ha
- d) Volumen sin corteza del fuste (Vsc) en m³/ha
- e) Incremento anual del volumen con corteza (IAVC) en m³/ha
- f) N° pies menores (p.me.)/ha

Estrato	Crecimiento anual de Biomasa Forestal total	Crecimiento anual de Biomasa Aérea	Crecimiento anual de Biomasa Subterránea
	BF (t)		
1	2.388,61	1.824,90	2.388,61
2	1.017,25	777,18	1.017,25
3	444,73	339,78	444,73
4	68,49	52,33	68,49
5	0	0	0
6	0	0	0
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0
10	0	0	0
11	128,17	97,92	128,17
TOTAL:	4.047,26	3.092,11	4.047,26

Una vez obtenido el crecimiento anual de biomasa en peso de la parte aérea y subterránea se aplica el factor de 0,5 kg de carbono por kg de biomasa (0,5kg C/ kg) para la parte aérea y de 0,481 (0,481kg C/kg) para la subterránea (Ritson y Sochacki 2003) para obtener la cantidad de carbono fijado anualmente por el sector forestal de Lliria. Por la relación estequiométrica entre carbono y dióxido de carbono (3.67 kg CO₂/kg C) se obtiene el CO₂ fijado anualmente. El resultado de dicha cuantificación es:

Carbono fijado parte aérea (t C/año)	Carbono fijado biomasa subterránea (t C/año)	CO ₂ fijado parte Aérea (t CO ₂ /año)	CO ₂ fijado parte subterránea (t CO ₂ /año)	TOTAL CO ₂ fijado (t CO ₂ /año)
1.546,05	1.946,73	5.674,01	7.144,50	12.818,52

3. Cálculo de los índices de estacionalidad mensuales

El cálculo de los índices de estacionalidad mensuales necesarios para fijar la variabilidad mensual de los sectores cuyos datos han sido obtenidos en forma de agregado anual, se ha realizado mediante el Banco de Datos de Series (Conselleria de Economía Sostenible, Sectores Productivos Comercio y Trabajo e Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial) para la estimación del consumo de energía eléctrica de la Comunitat Valenciana desagregado por meses y por ramas de actividad. Se ha calculado el índice de estacionalidad correspondiente a cada mes por cada una de las ramas de actividad.

Los índices calculados en tanto por ciento (%) se escriben a continuación:

Índices de estacionalidad en %	"Agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca"	"Extractivas y refino; energía"	"Alimentación, bebidas y tabaco"	"Industria textil, confección, cuero y calzado; madera y corcho"	"Papel, cartón; artes gráficas y edición"
Enero	4,70	7,08	7,04	7,85	8,72
Febrero	4,83	7,76	7,32	8,56	8,01
Marzo	4,93	8,24	7,20	8,42	7,38
Abril	5,77	9,16	8,02	8,95	7,86
Mayo	7,93	8,15	7,48	7,69	7,70
Junio	9,78	8,73	9,16	9,18	8,53
Julio	11,16	8,75	9,66	9,46	10,43
Agosto	12,77	8,57	9,42	8,53	8,69
Septiembre	11,85	7,19	9,79	5,40	7,14
Octubre	9,17	8,79	8,44	8,51	8,49
Noviembre	9,17	8,79	8,44	8,51	8,49
Diciembre	7,94	8,80	8,03	8,95	8,56

Índices de estacionalidad en %	"Química"	"Caucho, plástico y manufacturas diversas"	"Productos minerales no metálicos"	"Metalurgia"
Enero	7,31	6,53	6,99	7,42
Febrero	8,00	8,14	7,79	8,22
Marzo	7,86	8,47	7,92	7,85
Abril	8,40	8,74	8,70	8,54
Mayo	8,05	7,70	8,05	8,62
Junio	7,84	9,42	9,72	9,12
Julio	8,55	9,42	8,65	8,88

Agosto	9,11	8,83	9,08	9,04
Septiembre	7,88	5,98	6,90	6,43
Octubre	9,08	8,77	8,88	8,77
Noviembre	9,08	8,77	8,88	8,77
Diciembre	8,83	9,24	8,45	8,34

Índices de estacionalidad en %	"Máquinas y transformados metálicos"	"Material de transporte"	"Construcción y obras públicas"	"Hostelería; comercio y servicios"
Enero	7,86	7,58	8,33	7,67
Febrero	8,67	8,09	8,47	7,70
Marzo	8,08	8,25	7,99	7,40
Abril	8,22	8,83	7,17	6,97
Mayo	7,62	6,65	7,86	7,50
Junio	8,98	8,90	8,68	8,73
Julio	9,19	9,95	9,25	9,72
Agosto	8,18	9,82	9,55	10,42
Septiembre	7,21	6,42	8,79	10,28
Octubre	8,48	8,50	7,84	8,00
Noviembre	8,48	8,50	7,84	8,00
Diciembre	9,03	8,52	8,23	7,61

Índices de estacionalidad en %	"Transporte y almacenamiento"	"Administración y otros servicios públicos; agua y residuos"	"Usos domésticos"	"No especificados"
Enero	7,53	8,37	10,29	11,59
Febrero	8,23	8,28	10,12	9,37
Marzo	7,57	7,71	9,07	8,05
Abril	7,49	7,32	6,43	6,33
Mayo	7,81	7,55	7,67	7,30
Junio	8,42	8,15	7,29	7,41
Julio	9,59	8,78	7,91	8,20
Agosto	9,43	9,61	9,64	10,54
Septiembre	9,08	9,42	8,44	8,84
Octubre	8,47	8,08	7,35	7,14
Noviembre	8,47	8,08	7,35	7,14
Diciembre	7,90	8,64	8,44	8,09

El sector transporte carece de relación con alguna de las actividades descritas en el Banco de Datos de Series mencionado y por tanto se ha calculado en base al combustible vendido en la

provincia de valencia mensualmente obtenido por medio de la base de datos de Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos (CORES).

Índices de estacionalidad en %	"Transporte"
Enero	7,43
Febrero	7,89
Marzo	8,32
Abril	8,28
Mayo	8,32
Junio	8,76
Julio	9,21
Agosto	8,88
Septiembre	8,58
Octubre	8,10
Noviembre	8,15
Diciembre	8,09

El sector forestal también carece de relación con alguna de las actividades descritas en el Banco de Datos de Series mencionado y por tanto se calcula en base a las fluctuaciones intra-anales de densidad (IADFs) de *Pinus halepensis* descritas en Olivar *et al.* (2013).

Índices de estacionalidad en %	"Forestal"
Enero	0,47
Febrero	0,47
Marzo	7,11
Abril	16,59
Mayo	18,96
Junio	11,85
Julio	9,48
Agosto	7,11
Septiembre	8,53
Octubre	9,48
Noviembre	9,48
Diciembre	0,47

Dichos índices ha sido aplicado a los sectores correspondientes para obtener el dato desagregado mensual del dato anual agregado.

El inventario de emisiones de GEI del término municipal de Lliria resultante de la cuantificación realizada en este anejo puede observarse en el anejo 9.

ANEJO 9: Inventario de emisiones de GEI 2016-Llíria

Sector/Criterio/ Indicador		Emisiones 2016 (t eq. CO ₂)												
		Σ 2016	Ene	Feb	Mar	Abr	Mar	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1.	ENERGIA (SIN TRANSPORTE)	117.691,900	9.111,404	10.301,787	10.163,367	9.384,162	9.045,475	10.269,292	10.526,747	10.729,045	8.056,955	9.776,197	9.776,197	10.551,273
1.2	Quema de combustible en Industrias manufactureras y de la construcción	34.189,000	2.231,170	2.782,305	2.896,225	2.986,644	2.632,453	3.218,975	3.220,926	3.019,944	2.043,890	2.998,213	2.998,213	3.160,042
1.2.14	Industria cerámica (Quema de combustibles)	32.732,000	2.136,087	2.663,734	2.772,799	2.859,365	2.520,268	3.081,795	3.083,663	2.891,246	1.956,787	2.870,441	2.870,441	3.025,373
1.2.15	Resto de industria (Quema de combustibles)	1.457,000	95,084	118,571	123,426	127,279	112,185	137,180	137,263	128,698	87,102	127,772	127,772	134,668
1.3	Quema de combustible en Otros sectores	2.017,000	199,926	196,967	178,018	131,573	154,204	151,119	164,542	196,346	175,262	150,297	150,297	168,447
1.3.1	Comercial / Institucional (No público) (Quema de combustibles)	242,000	18,572	18,627	17,905	16,874	18,156	21,128	23,510	25,206	24,868	19,366	19,366	18,423
1.3.2	Residencial (Quema de combustibles)	1.709,000	175,827	172,875	155,024	109,866	131,064	124,615	135,235	164,797	144,179	125,597	125,597	144,322
1.3.5	Propiedades públicas (Quema de combustibles)	66,000	5,527	5,466	5,089	4,833	4,984	5,376	5,797	6,343	6,214	5,334	5,334	5,702
1.7	Emisiones derivadas del consumo de electricidad	81.485,900	6.680,308	7.322,514	7.089,124	6.265,945	6.258,818	6.899,198	7.141,278	7.512,754	5.837,804	6.627,686	6.627,686	7.222,784
1.7.1	Residencial (Consumo eléctrico)	35.110,000	3.612,231	3.551,568	3.184,834	2.257,111	2.692,603	2.560,118	2.778,294	3.385,628	2.962,047	2.580,295	2.580,295	2.964,978
1.7.2	Industria Cerámica (Consumo eléctrico)	2.014,500	131,466	163,940	170,653	175,980	155,111	189,670	189,785	177,943	120,431	176,662	176,662	186,197
1.7.3	Comercial / Institucional (No público) (Consumo eléctrico)	1.201,000	92,168	92,440	88,859	83,741	90,103	104,854	116,678	125,091	123,416	96,109	96,109	91,431
1.7.4	Propiedades municipales (sin alumbrado público) (Consumo eléctrico)	668,000	55,941	55,325	51,510	48,919	50,446	54,411	58,670	64,200	62,893	53,987	53,987	57,710
1.7.5	Alumbrado público	836,000	70,010	69,239	64,464	61,222	63,134	68,096	73,426	80,346	78,711	67,565	67,565	72,224
1.7.6	Resto de Industria (Consumo eléctrico)	41.656,400	2.718,492	3.390,003	3.528,805	3.638,973	3.207,421	3.922,049	3.924,426	3.679,546	2.490,306	3.653,068	3.653,068	3.850,243

2.	TRANSPORTE	82.490,530	6.125,496	6.511,122	6.859,651	6.829,736	6.860,911	7.222,838	7.595,208	7.326,481	7.081,373	6.681,792	6.723,943	6.671,979
2.2	Transporte terrestre (Privado)	74.775,532	5.552,604	5.902,164	6.218,096	6.190,979	6.219,239	6.547,316	6.884,860	6.641,265	6.419,081	6.056,872	6.095,080	6.047,977
2.2.1	Automóviles	27.722,987	2.058,625	2.188,224	2.305,356	2.295,302	2.305,779	2.427,414	2.552,558	2.462,245	2.379,871	2.245,582	2.259,748	2.242,284
2.2.2	Camiones servicios ligeros	21.793,266	1.618,302	1.720,181	1.812,259	1.804,356	1.812,592	1.908,210	2.006,587	1.935,591	1.870,836	1.765,270	1.776,406	1.762,678
2.2.3	Camiones servicios pesados	14.909,802	1.107,157	1.176,857	1.239,852	1.234,445	1.240,080	1.305,496	1.372,801	1.324,229	1.279,927	1.207,705	1.215,323	1.205,931
2.2.4	Motocicletas	895,575	66,503	70,689	74,473	74,148	74,487	78,416	82,459	79,541	76,880	72,542	73,000	72,436
2.2.5	Ciclomotores	287,344	21,337	22,681	23,895	23,790	23,899	25,160	26,457	25,521	24,667	23,275	23,422	23,241
2.2.6	Autobuses	3.120,929	231,751	246,340	259,527	258,395	259,574	273,267	287,355	277,188	267,915	252,797	254,392	252,426
2.2.7	Furgonetas	6.037,252	448,308	476,531	502,039	499,849	502,131	528,619	555,872	536,205	518,266	489,022	492,107	488,304
2.2.8	Otros vehículos	8,378	0,622	0,661	0,697	0,694	0,697	0,734	0,771	0,744	0,719	0,679	0,683	0,678
2.5	Transporte terrestre (Servicio Público)	1.147,765	85,230	90,595	95,444	95,028	95,462	100,498	105,679	101,940	98,529	92,970	93,556	92,833
2.5.8	Automóviles	44,439	3,300	3,508	3,695	3,679	3,696	3,891	4,092	3,947	3,815	3,600	3,622	3,594
2.5.9	Camiones servicios ligeros	239,843	17,810	18,931	19,945	19,858	19,948	21,001	22,083	21,302	20,589	19,427	19,550	19,399
2.5.10	Motocicletas	6,209	0,461	0,490	0,516	0,514	0,516	0,544	0,572	0,551	0,533	0,503	0,506	0,502
2.5.11	Furgonetas	111,176	8,256	8,775	9,245	9,205	9,247	9,734	10,236	9,874	9,544	9,005	9,062	8,992
2.5.12	Tractores industriales	478,861	35,559	37,797	39,821	39,647	39,828	41,929	44,090	42,531	41,108	38,788	39,033	38,731
2.5.13	Autobuses de transporte público	267,237	19,844	21,094	22,223	22,126	22,227	23,399	24,606	23,735	22,941	21,646	21,783	21,615
2.6	Otro tipo de transporte	6.567,233	487,663	518,363	546,110	543,729	546,211	575,024	604,669	583,276	563,762	531,951	535,306	531,169
2.6.3	Tractores industriales	6.567,233	487,663	518,363	546,110	543,729	546,211	575,024	604,669	583,276	563,762	531,951	535,306	531,169
3.	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS	5.225,770	341,033	425,274	442,686	456,507	402,369	492,019	492,317	461,597	312,407	458,275	458,275	483,011
3.1	Industria de los minerales	198,170	12,933	16,127	16,787	17,312	15,259	18,658	18,669	17,505	11,847	17,379	17,379	18,317
3.1.4	Cerámicas (Proceso productivo)	198,170	12,933	16,127	16,787	17,312	15,259	18,658	18,669	17,505	11,847	17,379	17,379	18,317
3.4	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solvente	268,350	17,512	21,838	22,733	23,442	20,662	25,266	25,281	23,704	16,043	23,533	23,533	24,803
3.4.3	Uso de solvente	245,190	16,001	19,954	20,771	21,419	18,879	23,085	23,099	21,658	14,658	21,502	21,502	22,663

3.4.4	Catalizadores basados en urea	23,160	1,511	1,885	1,962	2,023	1,783	2,181	2,182	2,046	1,385	2,031	2,031	2,141
3.6	Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	4.759,250	310,588	387,308	403,166	415,753	366,448	448,095	448,366	420,389	284,518	417,364	417,364	439,891
3.6.1	Refrigeración y aire acondicionado en global	4.039,130	263,593	328,705	342,164	352,846	311,001	380,294	380,524	356,780	241,468	354,213	354,213	373,331
3.6.2	Agentes espumantes	39,570	2,582	3,220	3,352	3,457	3,047	3,726	3,728	3,495	2,366	3,470	3,470	3,657
3.6.3	Productos contra incendios	475,250	31,015	38,676	40,259	41,516	36,593	44,746	44,773	41,979	28,411	41,677	41,677	43,927
3.6.4	Aerosoles	205,300	13,398	16,707	17,391	17,934	15,808	19,329	19,341	18,134	12,273	18,004	18,004	18,976
4.	AGRICULTURA, GANADERIA Y OTROS USOS DE TIERRA (SIN FORESTAL)	8.107,965	381,386	391,429	400,090	467,614	642,800	793,023	905,184	1.035,066	960,689	743,535	743,535	643,613
4.1	Ganadería, Fermentación entérica	439,015	20,651	21,194	21,663	25,320	34,805	42,939	49,012	56,045	52,018	40,260	40,260	34,849
4.1.2	Ovejas (Fermentación)	10,080	0,474	0,487	0,497	0,581	0,799	0,986	1,125	1,287	1,194	0,924	0,924	0,800
4.1.4	Caballos (Fermentación)	83,160	3,912	4,015	4,104	4,796	6,593	8,134	9,284	10,616	9,853	7,626	7,626	6,601
4.1.6	Cerdos (Fermentación)	344,043	16,183	16,609	16,977	19,842	27,276	33,650	38,409	43,921	40,765	31,550	31,550	27,310
4.1.7	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Fermentación)	1,732	0,081	0,084	0,085	0,100	0,137	0,169	0,193	0,221	0,205	0,159	0,159	0,137
4.2	Ganadería, Gestión del estiércol	4.696,300	220,907	226,724	231,740	270,852	372,323	459,335	524,301	599,532	556,451	430,671	430,671	372,794
4.2.3	Ovejas (Estiércol)	0,352	0,017	0,017	0,017	0,020	0,028	0,034	0,039	0,045	0,042	0,032	0,032	0,028
4.2.5	Caballos (Estiércol)	10,810	0,508	0,522	0,533	0,623	0,857	1,057	1,207	1,380	1,281	0,991	0,991	0,858
4.2.8	Cerdos (Estiércol)	2.867,025	134,860	138,412	141,474	165,351	227,298	280,418	320,079	366,006	339,705	262,918	262,918	227,585
4.2.7	Aves (Estiércol)	0,038	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,004	0,004	0,005	0,004	0,003	0,003	0,003
4.2.8	Otros (Animales de granja, domésticos y exóticos) (Estiércol)	1,732	0,081	0,084	0,085	0,100	0,137	0,169	0,193	0,221	0,205	0,159	0,159	0,137
4.2.9	Emissiones indirectas de N ₂ O resultantes	598,949	28,174	28,916	29,555	34,543	47,485	58,582	66,867	76,462	70,968	54,926	54,926	47,545

	de la gestión del estiércol													
4.2.10	Emisiones directas de N ₂ O resultantes de la gestión del estiércol	1.152,238	54,199	55,627	56,858	66,454	91,350	112,698	128,637	147,095	136,525	105,665	105,665	91,465
4.2.11	Perros (Estiércol)	2,598	0,122	0,125	0,128	0,150	0,206	0,254	0,290	0,332	0,308	0,238	0,238	0,206
4.2.12	Pollos (Estiércol)	37,800	1,778	1,825	1,865	2,180	2,997	3,697	4,220	4,826	4,479	3,466	3,466	3,001
4.2.13	Gallinas (Estiércol)	24,570	1,156	1,186	1,212	1,417	1,948	2,403	2,743	3,137	2,911	2,253	2,253	1,950
4.2.14	Perdices (Estiércol)	0,189	0,009	0,009	0,009	0,011	0,015	0,018	0,021	0,024	0,022	0,017	0,017	0,015
4.3	Agricultura, Tierra de cultivo	-1.402,000	-65,948	-67,685	-69,182	-80,858	-111,151	-137,127	-156,521	-178,980	-166,119	-128,569	-128,569	-111,291
4.3.1	Tierras de cultivo que permanecen como tal	-1.402,000	-65,948	-67,685	-69,182	-80,858	-111,151	-137,127	-156,521	-178,980	-166,119	-128,569	-128,569	-111,291
4.8	Fuentes agregadas y fuentes de emisión no CO ₂ en la tierra	4.374,650	205,777	211,196	215,868	252,301	346,823	427,875	488,392	558,470	518,339	401,174	401,174	347,261
4.8.4	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes inorgánicos (N))	2.268,040	106,685	109,494	111,917	130,806	179,810	221,832	253,207	289,539	268,733	207,989	207,989	180,038
4.8.5	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Deposición atmosférica)	542,250	25,507	26,178	26,757	31,273	42,990	53,036	60,538	69,224	64,250	49,727	49,727	43,044
4.8.7	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Fertilizantes orgánicos (N))	1.073,180	50,481	51,810	52,956	61,894	85,082	104,966	119,811	137,003	127,158	98,415	98,415	85,189
4.8.8	Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados (Residuos de cultivos)	267,080	12,563	12,894	13,179	15,403	21,174	26,123	29,817	34,096	31,646	24,492	24,492	21,201
4.8.9	Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados (Lixiviación de nitrógeno y escorrentía)	224,100	10,541	10,819	11,058	12,925	17,767	21,919	25,019	28,609	26,553	20,551	20,551	17,789
5.	RESIDUOS	2.095,880	169,350	164,260	178,480	180,560	183,270	168,390	214,520	202,940	166,140	166,720	148,030	153,210

5.2	Tratamiento biológico de los residuos sólidos	1.285,640	99,970	91,100	102,340	107,840	108,950	110,410	130,760	136,780	106,890	104,980	90,110	95,500
5.2.1	Tratamiento biológico de los residuos sólidos	1.285,640	99,970	91,100	102,340	107,840	108,950	110,410	130,760	136,780	106,890	104,980	90,110	95,500
5.4	Tratamiento y vertido de aguas residuales	810,240	69,380	73,160	76,140	72,720	74,320	57,980	83,760	66,160	59,250	61,740	57,920	57,710
5.4.1	Tratamiento y vertido de aguas residuales domésticas	657,290	54,660	60,120	61,590	57,400	60,320	46,980	66,970	54,130	49,520	51,550	47,740	46,310
5.4.2	Tratamiento y vertido de aguas residuales industriales	152,950	14,720	13,040	14,550	15,320	14,000	11,000	16,790	12,030	9,730	10,190	10,180	11,400
6.	FORESTAL	-12.818,520	-60,751	-60,751	-911,269	-2.126,295	-	-1.518,782	-1.215,026	-911,269	-1.093,523	-1.215,026	-	-60,751
6.1	Tierras forestales	-12.818,520	-60,751	-60,751	-911,269	-2.126,295	2.430,051	-1.518,782	-1.215,026	-911,269	-1.093,523	-1.215,026	1.215,026	-60,751
6.1.1	Tierras forestales que permanecen como tal	-12.818,520	-60,751	-60,751	-911,269	-2.126,295	2.430,051	-1.518,782	-1.215,026	-911,269	-1.093,523	-1.215,026	1.215,026	-60,751

ANEJO 10:
Interconexiones
entre módulos,
etapas y elementos
del diseño

Interconexiones entre módulos, etapas y elementos del diseño

La herramienta GEMINIS está en continuo desarrollo para su optimización en su aplicación en el Ayuntamiento de Llíria, así como para su transferencia a otras administraciones locales, provinciales y regionales. Para ello, a parte de los tres módulos desarrollados se está trabajando en el desarrollo de cuatro módulos más en torno a la gestión de las emisiones de GEI. En el presente anejo se describen las interconexiones entre los módulos (existentes y en desarrollo) y las etapas y elementos del diseño.

Para ello en primer lugar se describen los módulos que están en proceso de desarrollo:

- **Simulación:** Basado en modelos cuantitativos de predicción del impacto medioambiental y socioeconómico de las medidas o actuaciones planificadas en el plan de acción para cumplir con los objetivos estratégicos. Herramienta fiable, transparente y participativa en el proceso público y político de la toma de decisiones operativas frente al CC a nivel local. Para ello se están desarrollando modelos matemáticos para evaluar el impacto de cada actuación en base a los tres criterios de la sostenibilidad: ambiental (t. CO₂ eq.), económico (coste de operación y mantenimiento) y social (horas de empleo local).
- **Gestión de Stocks:** Está dividido en dos partes. Stocks estáticos: mediante tecnología de imagen satelital se está desarrollando una metodología de cuantificación de carbono almacenado en la pared celular mediante acción fotosintética de la biomasa. Stocks dinámicos: mediante metodología BIM (*Building Information Modeling*) se cuantifica la cantidad de carbono almacenado en los productos que contienen madera en construcción (estructural, carpintería y aislamiento) de los edificios públicos, que harán la función de sumidero durante toda la vida útil del producto.
- **Gestión del Riesgo:** Se está desarrollando una metodología de cuantificación del riesgo de incendios a nivel parcela, en función de las variables que le afectan (pendientes, dominancia de vientos, densidad de la masa, proximidad a actividad humana, etc.) y los datos climáticos en tiempo real. De esta manera, se cuantifica tanto el riesgo de cada parcela estudiada, como la disminución del riesgo a causa de la mejora de alguna de las variables (principalmente disminución de densidad de la masa y saneamiento de la masa gracias a medidas silvícolas).
- **Oportunidades de negocio:** El objetivo es identificar oportunidades para empresas diferenciando tres grupos: Un primer grupo de oportunidades dentro del sistema, estableciendo mecanismos de compensación de carbono entre grandes emisores y grandes sumideros locales. Un segundo grupo de empresas de base tecnológica para mejorar la eficiencia en la gestión de emisiones (TIC, *Internet of the Things*, APPs, SIG...). Y un tercer grupo de empresas en economía baja en carbono que ayuden a reducir las emisiones de GEI del municipio (gestión de residuos, energías renovables, construcción sostenible, transporte sostenible...).

Las interconexiones existentes entre los módulos desarrollados y los que están en proceso de desarrollo, con cada una de las etapas y elementos del diseño de la herramienta (flechas rojas de la figura 1) se describen a continuación:

- **Inventario de emisiones:** Este módulo está compuesto por métricas que son representadas en el *front end* del DB. Esto facilita al decisor público la toma de decisión en tiempo real gracias a la gestión operativa que otorga la herramienta.

- **Sistema de Alertas:** Este módulo también es alimentado con las métricas a nivel operativo, pero en este caso tras su tratamiento mediante métodos estadísticos se obtienen indicadores prioritarios. El seguimiento y fijación de objetivos y límites hace que sus métricas pasen a ser KPIs que retroalimentan el mapa táctico o programa según su evolución. También otorga una flexibilidad operativa gracias al seguimiento en tiempo real de los KPIs de los indicadores relevantes.
- **Simulación:** Este módulo relaciona el nivel operativo de actuaciones o proyectos planificados (Plan de acción) para abordar los objetivos estratégicos del mapa táctico. Además, la selección de alguna de las medidas simuladas conllevará unos objetivos junto a puntos de referencia que convertirá la métrica afectada por esta medida en un KPI que evalúa la consecución del objetivo estratégico. Otra relación se da por la necesidad de nutrirse de las métricas para que los modelos matemáticos generen los escenarios de simulación. Y por último, también deberá nutrirse de la información del stock acumulado del módulo de gestión de stocks para obtener el ratio de criterio ambiental en determinadas simulaciones.
- **Gestión de Stocks:** Este módulo está compuesto por las métricas y en algunos casos alimenta el módulo de simulación para plantear escenarios de pérdida de carbono fijado por incendios forestales o escenarios de potencialidad de sustitución de materiales constructivos por materiales renovables. Actuará por tanto a nivel operativo siempre y cuando ningún objetivo estratégico contemple la potenciación de la fijación de carbono (en ese caso actuará a nivel táctico).
- **Gestión del Riesgo:** Este módulo también está alimentado por las métricas a nivel operativo pero el valor resultante de la cuantificación del riesgo puede llevar a la necesidad de establecer objetivos estratégicos dentro del mapa táctico para lograr su reducción. Esto generaría la necesidad de simular la implantación de actuaciones o proyectos para su disminución o seguimiento y convertiría su métrica en un KPI volviendo a la relación entre módulo de Simulación y la planificación táctica.
- **Oportunidades de Negocio:** Las interconexiones de este módulo con otros módulos o elementos del diseño de la herramienta se explican con su definición. Esto es debido a que las oportunidades de negocio se detectan principalmente en el módulo de inventario de emisiones para las del grupo uno, en los elementos del diseño consistentes en la toma de datos (métricas y evolución con KPI) en el grupo dos, y en el módulo de simulación en el grupo tres.
- **Generador de Informes normalizados:** Y por último este módulo presenta interconexiones con los cuatro elementos necesarios para el diseño y funcionamiento de la herramienta, debido a que proporciona un resumen de las métricas de todos los indicadores, de los KPI de los indicadores vinculados a un objetivo estratégico, así como su evolución y por último de las actuaciones o proyectos del plan de acción que afecte a cada indicador.

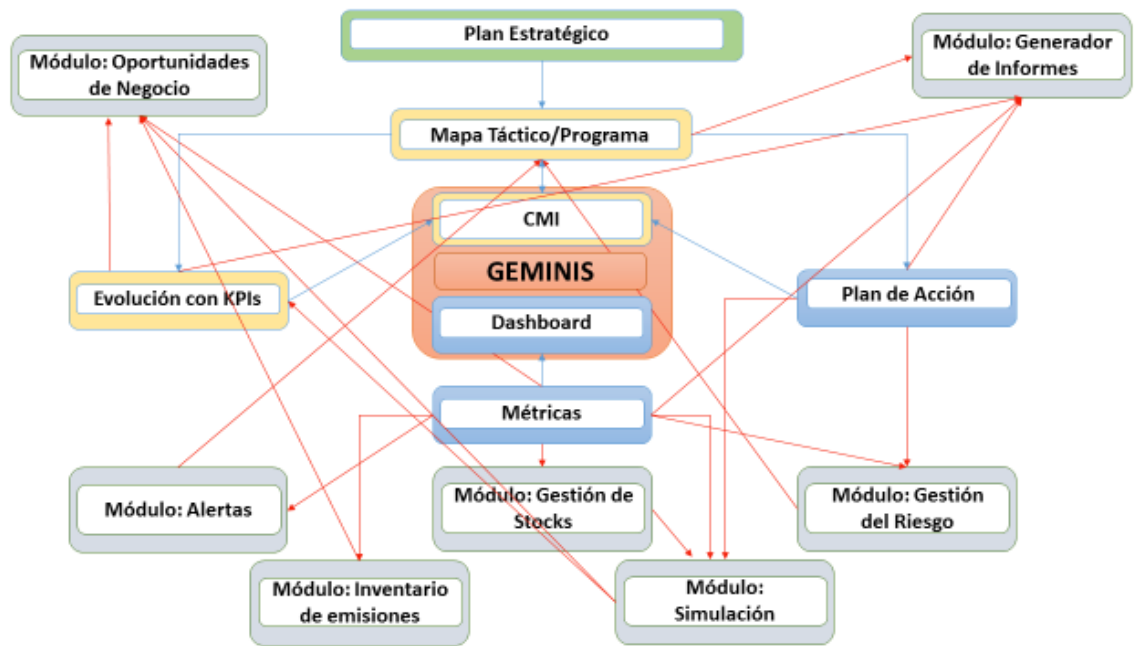


Fig. 1. Interconexiones entre módulos de la herramienta y etapas y elementos del diseño.
Fuente propia.

