



Congreso Nacional del Medio Ambiente
Cumbre del Desarrollo Sostenible

COMUNICACIÓN TÉCNICA

Acciones de Lucha Contra el Cambio Climático: Inventario de Emisiones a la Atmósfera de la Ciudad de Zaragoza

Autor: Esther Roldán García

Institución: Universidad San Jorge
E-mail: eroldan@usj.es

Otros autores: Javier Celma Celma (Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad); M^a Rosa Pino Otín (Universidad San Jorge); Carmen Cebrián Fernández (Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad); Jesús Longares Bernia (IDOM Zaragoza S.A); Pedro Larraz Alonso (Universidad San Jorge); Pedro Olite Cabanillas (IDOM Zaragoza S.A)



RESUMEN:

El Ayuntamiento de Zaragoza ha sido pionero en la integración de procesos de sostenibilidad en la gestión municipal. En 2005, emprende la elaboración de una estrategia para la mejora de la calidad del aire en Zaragoza. Una de las fases ha consistido en la realización de un Inventario de Emisiones en la Ciudad de Zaragoza: El objetivo del inventario ha sido conocer los niveles de emisión de cada contaminante (CO₂, NO_x, N₂O, COVs, COVNM, CH₄, NH₃, metales pesados, compuestos halogenados, SH₂, HAPs, Cl₂, HFCs, PFCs y SF₆) por cada sector inventariado y para cada cuadrícula de 500mx500m en la que se dividió el ámbito de aplicación geográfico, definido por el T.M. de Zaragoza. Las especificaciones aplicadas fueron las dadas en la metodología CORINAIR, completada puntualmente con metodología de la EPA.: Se estudiaron las emisiones del sector residencial, en 12 distritos de Zaragoza, y en edificios institucionales y de servicios más relevantes. Del sector industrial, se determinaron las emisiones desde sus procesos productivos y de combustión de un total de 169 empresas. En la Distribución de combustibles fósiles: se englobaron las emisiones procedentes de las 43 estaciones de servicio de Zaragoza y grandes almacenamientos de combustibles líquidos. Emisiones derivadas de las actividades con usos de disolventes como artes gráficas, pinturas, limpieza en seco y pesticidas. Se determinaron las emisiones del tráfico rodado, incluyendo 25 puntos de mayor tráfico del núcleo consolidado, barrios rurales y carreteras de acceso y circunvalaciones. Se calcularon las emisiones desde depuradoras, incluyendo la incineración de los lodos generados, el vertedero y las derivadas de las cremaciones. En el Sector agrícola y ganadero, se estudiaron las emisiones del uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas y las emisiones de metano y la ganadería porcina por ser la más representativa. El efecto de los Sumideros de CO₂, se evaluó en superficies de cultivos herbáceos y de arbolado más representativas. Y se calcularon las emisiones indirectas del consumo de electricidad. Como resultado se ha obtenido un inventario que recoge el dato numérico de emisiones para cada contaminante y para cada foco emisor (t/año) y su representación cartográfica y un estudio comparativo con el inventario realizado por el Ayuntamiento en el año 1996. Todo ello ha servido de base para el desarrollo de una estrategia contra el cambio climático y mejora de la calidad del aire en la ciudad de Zaragoza (ECAZ)



INDICE

- I- Introducción
- II- Descripción de la metodología
- III- Metodología por fuentes de emisión
 - 1- Emisiones desde el sector *Residencial, Institucional y de Servicios*
 - 2- Emisiones desde el sector *Industrial*
 - 3- Distribución de *Combustibles Fósiles*
 - 4- Uso de *Disolventes y otros Productos*
 - 5- Emisiones desde el sector *Movilidad*
 - 6- Emisiones desde el sector de *Tratamiento de Residuos*
 - 7- Emisiones desde el sector *Agrícola y Ganadero*
 - 8- Estudio de emisiones por zonas en la ciudad de Zaragoza
- IV- Conclusiones del Inventario

NOTA:

Dirección y Coordinación municipal: Ayuntamiento de Zaragoza; Javier Celma Celma (Director de la Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad); Carmen Cebrián Fernández (Agencia de Medio Ambiente y Sostenibilidad)

Dirección Técnica: IDOM; Pedro Olite Cabanillas (Director área de Medio Ambiente de IDOM Zaragoza), Jesús Longares Bernia (área de Medio Ambiente de IDOM Zaragoza)

Colaboración Técnica: Universidad San Jorge; Maria Rosa Pino Otín (Directora del Instituto de Medio Ambiente de Universidad San Jorge); Esther Roldán Garcia (Instituto de Medio Ambiente de Universidad San Jorge), Pedro Larraz Alonso (Universidad San Jorge)



I- RESUMEN

El Ayuntamiento de Zaragoza ha sido pionero en la integración de procesos de sostenibilidad en la gestión municipal. En 2005, emprende la elaboración de una estrategia para la mejora de la calidad del aire en Zaragoza. Una de las fases ha consistido en la realización de un Inventario de Emisiones en la Ciudad de Zaragoza:

El objetivo del inventario ha sido conocer los niveles de emisión de cada contaminante (CO₂, NO_x, N₂O, COVs, COVNM, CH₄, NH₃, metales pesados, compuestos halogenados, SH₂, HAPs, Cl₂, HFCs, PFCs y SF₆) por cada sector inventariado y para cada cuadrícula de 500mx500m en la que se dividió el ámbito de aplicación geográfico, definido por el T.M. de Zaragoza. Las especificaciones aplicadas fueron las dadas en la metodología CORINAIR, completada puntualmente con metodología de la EPA.: Se estudiaron las emisiones del sector residencial, en 12 distritos de Zaragoza, y en edificios institucionales y de servicios más relevantes. Del sector industrial, se determinaron las emisiones desde sus procesos productivos y de combustión de un total de 169 empresas. En la Distribución de combustibles fósiles: se englobaron las emisiones procedentes de las 43 estaciones de servicio de Zaragoza y grandes almacenamientos de combustibles líquidos. Emisiones derivadas de las actividades con usos de disolventes como artes gráficas, pinturas, limpieza en seco y pesticidas. Se determinaron las emisiones del tráfico rodado, incluyendo 25 puntos de mayor tráfico del núcleo consolidado, barrios rurales y carreteras de acceso y circunvalaciones. Se calcularon las emisiones desde depuradoras, incluyendo la incineración de los lodos generados, el vertedero y las derivadas de las cremaciones. En el Sector agrícola y ganadero, se estudiaron las emisiones del uso de fertilizantes, pesticidas y herbicidas y las emisiones de metano y la ganadería porcina por ser la más representativa. El efecto de los Sumideros de CO₂, se evaluó en superficies de cultivos herbáceos y de arbolado más representativas. Y se calcularon las emisiones indirectas del consumo de electricidad.

Como resultado se ha obtenido un inventario que recoge el dato numérico de emisiones para cada contaminante y para cada foco emisor (t/año) y su representación cartográfica y un estudio comparativo con el inventario realizado por el Ayuntamiento en el año 1996. Todo ello ha servido de base para el desarrollo de una estrategia contra el cambio climático y mejora de la calidad del aire en la ciudad de Zaragoza (ECAZ)

II- INTRODUCCIÓN

En España, ya en 1985 se realizó el primer inventario de emisiones contaminantes a la atmósfera dentro del proyecto CORINAIR

Los objetivos principales del Proyecto CORINAIR fueron recopilar la mayor información posible sobre algunos contaminantes atmosféricos (SO₂, NO_x, COV y partículas), información que permitía diseñar políticas y estrategias en relación con los problemas de contaminación atmosférica local y transfronteriza.

Con la entrada en vigor de la Directiva 96/62CE del Consejo de 27 de septiembre de 1996 sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, la Directiva 96/61/CE del



Consejo de Septiembre de 1996 relativa a la prevención y al control integrado de la contaminación y más reciente con el Protocolo de Kyoto, ponen en manifiesto una serie de compromisos para los responsables de la gestión. Adquiriendo así España un compromiso internacional para la limitación de los Gases de Efecto Invernadero.

También el Ayuntamiento de Zaragoza adoptó una serie de acuerdos cuyo objetivo era la lucha contra el Cambio Climático, apoyando y fomentando iniciativas que supongan el desarrollo de instrumentos y mecanismos destinados a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Zaragoza inicio sus estudios de emisiones en 1991 con la realización de un inventario por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, que incluyó la determinación de las emisiones generadas por las industrias más significativas de la ciudad. Posteriormente, en 1996, dicho inventario fue actualizado, ampliando el estudio a la determinación de las emisiones desde algunos edificios singulares de la ciudad, los sistemas de calefacción y el tráfico rodado, estableciendo así el primer mapa de emisiones de la ciudad de Zaragoza. Posteriormente en 1998, desde Ebropolis (Asociación para el desarrollo estratégico de Zaragoza y su entorno) se definieron unos objetivos que se concretaron para la ciudad de Zaragoza a corto, medio y largo plazo, estableciendo una reducción del 15% de CO₂ para el año 2.010.

En 2005 se realiza este proyecto cumpliendo con los compromisos e integrándose en la recopilación, análisis, elaboración, organización y georreferenciación de la información sobre las emisiones de los contaminantes a la atmósfera en el término municipal de Zaragoza, y actualización de los datos obtenidos con el inventario realizado en 1996.

La obtención de información cuantitativa de las emisiones atmosféricas, y más concretamente, la necesidad de este inventario, de acuerdo a los criterios de la Agencia Europea de Medio Ambiente, obedecen a las siguientes necesidades:

- Informar a los agentes sociales relacionados con el medio ambiente.
- Definir prioridades medioambientales, identificando actividades responsables de los problemas.
- Calcular los potenciales impactos medioambientales e implicaciones en las diferentes estrategias municipales.
- Evaluar los beneficios y costos medioambientales de diferentes estrategias.
- Controlar el estado del medio ambiente y comprobar el grado del cumplimiento de los objetivos previstos, así como el grado de eficacia de las políticas establecidas.
- Asegurar que los responsables de implementar las políticas de control-reducción están cumpliendo con sus obligaciones.
- Apoyar a la Administración competente en el control y seguimiento del cumplimiento de la legislación vigente.
- Responder a requerimientos nacidos de acuerdos internacionales, que exigen elaborar y remitir periódicamente inventarios de emisiones de predeterminados tipos de sustancias.



III- DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

1. ALCANCE.

Para la realización del inventario de emisiones a la ciudad de Zaragoza se tomo como ámbito geográfico el termino municipal de Zaragoza., en el que se incluyen los distritos de Casco Histórico, Centro, Delicias, Universidad, San José, Las Fuentes, La Almozara, Oliver-Valdefierro, Torrero, Margen Izquierda y los Barrios Rurales.

También se han considerado los polígonos industriales, ubicados en las zonas de extrarradio y en torno a las principales vías de comunicación de Zaragoza y también se han tenido en cuenta todas las vías de acceso y de circunvalación de la ciudad.

2. CONTAMINANTES INVENTARIADOS.

Los contaminantes que se han analizado en este inventario han sido:

CO₂, CO, partículas, SO₂, NO_x, N₂O, COVs, COVNM, CH₄, NH₃, metales pesados, compuestos halogenados, SH₂, HAPs, Cl₂, HFCs, PFCs y SF₆.

3. CALCULO DE LAS EMISIONES

Para la realización del inventario y de los cálculos de emisiones a la atmósfera en la ciudad de Zaragoza, se tomó como base de trabajo la metodología CORINAIR (desarrollada por la Agencia Europea de Medio Ambiente) para todos los sectores y los factores de emisión que en ella se recogen. Además de esta metodología, también se utilizó la metodología de la EPA (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos) ya que debido a la diversidad de sectores y contaminantes no existían datos con una sola metodología, también se utilizaron datos recopilados de inventarios de emisiones como el EPER.

Frente a los cálculos mediante factores de emisiones en los que se basan CORINAIR y EPA, se ha priorizado la determinación mediante datos reales de emisiones recopilados en los libros de registro de emisiones. También se han realizado extrapolaciones mediante diferentes parámetros, como la facturación en el sector industrial.

4. ÁMBITO TÉCNICO

El ámbito técnico al que se aplicó dicho inventario fue escogido en base a los grupos de actividad considerados en la Nomenclatura SNAP de la metodología CORINAIR (agrupa las emisiones en 11 categorías de fuentes). Se han analizado los sectores más relevantes a efectos de su contribución a las emisiones en la ciudad de Zaragoza.

Estos sectores son:

- Sector residencial, institucional y de servicios
- Sector industrial
- Distribución de combustibles fósiles
- Uso de disolventes y otros productos
- Movilidad
- Tratamiento de residuos
- Sector agrícola y ganadero



5. RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recopilación de la información fue distinta para cada uno de los sectores estudiados. Se usaron datos estadísticos tomados del Instituto Nacional de Estadística y del Instituto Aragonés de Estadística, al igual que datos e información proporcionados por diferentes servicios municipales y diversas instituciones, así como información tomada directamente de las fuentes de emisión.

Con los datos obtenidos se realizó una representación cartográfica mediante un programa de Sistemas de Información Geográfica, dividiendo la ciudad en cuadrículas de 500 x 500 metros con la finalidad de calcular las emisiones producidas en cada una de ellas, por lo que la celda es la unidad espacial para el cálculo de las emisiones, tanto de forma global como para cada contaminante y para cada factor considerado en el inventario. A los focos de emisión puntuales se les asignaron coordenadas UTM para su localización.

IV. METODOLOGÍA POR FUENTES DE EMISIÓN.

1. EMISIONES DESDE EL SECTOR RESIDENCIAL, INSTITUCIONAL Y DE SERVICIOS.

1.1. SECTOR RESIDENCIAL

Gas natural y derivados del petróleo

En este apartado se estudiaron las emisiones derivadas de las instalaciones de combustión del sector residencial, siendo los principales focos de emisión las calderas de calefacción y agua caliente.

Para realizar el cálculo de estas emisiones se utilizó la metodología CORINAIR, que proponía unos factores de emisión relacionados con el consumo, tipo de combustible y tipo de instalación.

Para el estudio se consideraron tres tipos de combustibles: gas natural, derivados del petróleo y carbón.

Los contaminantes estudiados fueron: SO₂, NO_x, COV, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O y partículas.

El primer paso llevado a cabo para conocer las emisiones derivadas de este sector, fue la realización de un muestreo para caracterizar los tipos de calefacción y de combustibles usados en Zaragoza.

Este muestreo se realizó a través de una encuesta en la que se solicitaban diferentes datos: ubicación de la vivienda, tipo de vivienda, superficie, orientación, número de personas que habitan en la casa, tipo de combustible, consumos de combustible ...



Con los datos obtenidos de las encuestas se calculó el consumo medio por habitante para gas natural y para derivados del petróleo.

Consumo medio kWh/hab año	
Gas natural	2.490 kWh/hab año
Derivados del petróleo	4.812 kWh/hab año

Tras aplicar los factores de emisiones de la metodología CORINAIR se obtuvieron los datos de emisiones anuales por persona tanto para gas natural como para derivados del petróleo.

Estos consumos aplicados a los datos de población que disponíamos para cada distrito de Zaragoza, nos dio el consumo total de cada combustible para cada distrito. Lo que permitió obtener datos más detallados, al disponer de los sistemas de calefacción por manzanas de viviendas, obteniendo así las emisiones por tipo de combustible para cada una de las cuadrículas de Zaragoza.

Carbón

Para el estudio de las emisiones derivadas de las calderas de carbón se siguió la metodología CORINAIR y los pasos a seguir fueron:

- Ubicación de viviendas con uso de carbón y el consumo de las mismas. Datos que se obtuvieron a través de la Unidad de Limpieza Pública del Ayuntamiento de Zaragoza.

El dato de consumo se averiguó a través de la información proporcionada por los capaces de escorias recogidos como residuo, del cual se obtuvo la equivalencia a carbón consumido, obteniendo así el carbón consumido por vivienda y por habitante.

Consumo medio kWh/hab año	
Carbón	3.374 kWh/hab año

- Aplicación de los factores de emisión del CORINAIR a los datos, obteniendo las emisiones por edificio.

- Posteriormente, se ubicaron los edificios en las cuadrículas de estudio, obteniendo así las emisiones derivadas de uso de carbón para cada cuadrícula.

Emisiones obtenidas.

Emisiones de edificios residenciales en Zaragoza										
Combustible	Consumo GJ/año	Emisiones en toneladas /año								
		SO ₂	NO _x	COVNM	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	Partículas	COV
Gas natural	2.703.670	1,16	135,18	13,52	0,27	51,37	150.053,73	6,49	8,71	13,79
Derivados del petróleo	2.974.566	419,94	267,71	44,62	0,09	44,62	220.117,95	46,70	19,55	44,71
Carbón	319.211	168,68	63,84	191,53	0,19	4,47	29.910,12	0,26	2.413,12	191,72
TOTALES	5.997.449	589,78	466,74	249,66	0,55	100,46	400.081,80	53,44	2.441,38	250,22

Emisiones totales derivadas del sector residencial en Zaragoza por distrito y habitante KG/HAB AÑO											
Denominación	Población (*)	Consumo Comb (GJ/año hab)	SO ₂	NO _x	COVNM	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂ O	Partículas	COV
Casco Histórico	42.925	8,08	0,94	0,67	0,46	0,0009	0,13	551,68	0,08	4,87	0,46
Centro	63.394	10,66	1,54	0,97	0,80	0,0011	0,17	757,89	0,11	8,74	0,80
Delicias	104.120	10,42	1,20	0,86	0,51	0,0010	0,17	713,67	0,10	5,13	0,51
Universidad	65.145	10,47	1,28	0,88	0,64	0,0011	0,17	720,47	0,10	6,76	0,64
San José	77.278	8,40	0,91	0,68	0,38	0,0008	0,14	569,81	0,08	3,82	0,39
Las Fuentes	43.271	9,32	0,87	0,71	0,29	0,0007	0,16	621,13	0,09	2,51	0,29
La Almozara	30.879	8,38	0,58	0,58	0,21	0,0006	0,15	533,66	0,06	1,78	0,21
Oliver-Valdefierro	29.319	7,74	0,46	0,52	0,07	0,0007	0,13	489,20	0,06	0,04	0,07
Torrero	24.041	11,29	0,74	0,77	0,27	0,0008	0,20	714,74	0,08	2,17	0,27
Margen Izquierda	115.861	9,13	0,44	0,58	0,20	0,0009	0,16	557,49	0,05	1,65	0,20
Barrios Rurales Norte	15.261	13,42	1,24	1,02	0,15	0,0007	0,22	906,89	0,15	0,07	0,16
Barrios Rurales Oeste	9.576	14,24	1,75	1,21	0,20	0,0010	0,22	1.019,75	0,20	0,09	0,20
PROMEDIOS TOTAL	621.076	9,66	0,95	0,75	0,40	0,0009	0,16	0,13	0,09	3,93	0,81

* No hace referencia a la población total, sino a la población con consumo de combustible: gas natural, derivados del petróleo o carbón.

1.2. EMISIONES DESDE EDIFICIOS SINGULARES.

En la ciudad de Zaragoza hay un gran número y variedad de edificios con usos y servicios distintos al residencial, debido a que Zaragoza es capital administrativa del valle medio del Ebro.

Estos edificios se han agrupado por categorías para poder analizar de forma independiente su contribución a las emisiones atmosféricas. La clasificación que se tuvo en cuenta fue: colegios e institutos, universidad, iglesias y patrimonio, centros deportivos, centros comerciales y bancarios, hoteles, hospitales, centros del ejército, cultura y ocio, instituciones y otros.

La metodología que se llevó a cabo para conocer las emisiones derivadas de estos edificios, fue la siguiente:

- Diseño de tres tipos de encuestas para los focos de emisión de plantas de combustión adaptadas: hoteles, hospitales y edificios público e instituciones (donde se recogen el resto de las categorías).

La recogida de la información necesaria se realizó a través de cuestionarios enviados directamente a los responsables de cada edificio.

- Cálculo de los valores de emisiones para cada uno de los focos de cada edificio, con los valores de consumos de combustibles, sistemas de combustión de cada foco de emisión y los factores de emisión del CORINAIR y de la EPA.

- Extrapolación de forma sectorializada por categoría de clasificación y tipología de los edificios.



Emisiones Obtenidas

Datos de consumos en el sector de edificios singulares de Zaragoza					
Consumos	Gas natural	Gasóleo	Fuel -oil	Propano	TOTAL
GJ/año	447.105,95	293.443,10	2.639,25	2.917,74	746.106,04

Emisiones a la atmósfera de las diferentes categorías de edificios en T/año								
Categorías	CO ₂	CO	Partículas	SO ₂	NOx	COVNM	CH4	N2O
Cultura y ocio	461,70	0,14	0,03	0,04	0,75	0,03	0,01	0,02
Centros comerciales y bancaria	877,07	0,27	0,05	0,01	1,44	0,04	0,02	0,03
Centros del ejercito	11.522,98	2,34	0,98	13,58	15,58	2,16	0,10	2,26
Centros deportivos	4.042,79	1,15	0,25	1,31	5,78	0,35	0,07	0,25
Colegios e Institutos	14.330,84	3,14	1,17	14,83	19,07	2,81	0,13	2,43
Hospitales	17.965,79	5,41	1,01	2,34	29,00	1,04	0,29	1,01
Hoteles	3.519,42	0,91	0,43	5,32	3,62	0,33	0,05	0,11
Iglesias y patrimonio	2.011,14	0,59	0,12	0,40	3,21	0,15	0,04	0,13
Institucionales y otros	5.809,64	1,53	0,40	3,25	8,56	0,67	0,08	0,64
Universidad	3.323,60	1,04	0,18	0,02	5,47	0,16	0,07	0,13
Total (T/año)	63.864,98	16,52	4,61	41,08	92,48	7,76	0,85	7,02

2. EMISIONES DESDE EL SECTOR INDUSTRIAL.

La ciudad de Zaragoza aglutina gran parte del sector industrial de Aragón. Estas industrias se distribuyen en más de 35 polígonos industriales, ubicados en los principales ejes de comunicación, estando la mayoría de ellos ubicados fuera del casco urbano.

La mayor parte de las industrias zaragozanas están relacionadas con el sector de transformados metálicos, aunque también destaca la industria química orgánica. Otros sectores como el papelerero, el siderúrgico o el del vidrio, aunque con un número menos representativo, son importantes por el gran tamaño y volumen de producción.

La metodología que se llevó a cabo para el cálculo de las emisiones del sector industrial, fue:

- Diseño de dos tipos de encuestas: una para focos de combustión coincidente para todos los sectores empresariales, y otra para los focos de emisión del proceso industrial, esta última dividida en dos bloques:

* Una parte que hacía referencia a los datos directos del valor de las emisiones del libro de registro

* Una segunda parte específica para cada sector con datos concretos del proceso productivo de la empresa, que nos permitía calcular sus emisiones mediante la metodología CORINAIR.

- El siguiente paso a seguir fue la recogida de la información directa de las empresas a través de los cuestionarios específicos. Y en función del tratamiento y análisis de los datos las industrias se englobaron en dos grupos:

* Industrias que aportaron datos provenientes de libros de registro de emisiones.

* Industrias que, sin aportar datos de emisiones, proporcionaron datos de consumos de combustibles, sistemas de combustión, materias primas, proceso productivo, etc.



- Con los datos y los factores de emisión propuestos por la metodología CORINAIR y de la EPA, se calcularon los valores de emisión para los siguientes contaminantes: CO₂, CO, partículas, SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, N₂O, NH₃, compuestos halogenados, metales pesados, SH₂, y Cl₂.

Salvo los factores de emisión de las partículas que fueron extraídos del EPA el resto se extrajeron del CORINAIR, ya que en esta última metodología no se contemplaban.

- Tras llevar a cabo todos los cálculos necesarios, se realizó una extrapolación sectorializada con las empresas que no habían aportados datos. Esta extrapolación se realizó en función de la facturación anual entre las empresas del mismo sector.

Resultados Obtenidos

Datos de consumos de combustible del sector industrial de Zaragoza					
Consumos	Gas natural	Gasóleo	Fuel -oil	Propano	TOTAL
GJ/año	11.087.529,33	71.234,86	79.937,00	16.353,49	11.255.054,68

Datos de consumos de electricidad del sector industrial de Zaragoza	
Consumos	Electricidad
GJ/año	3.620.250,80

Emisiones a la atmósfera de las diferentes categorías de edificios del sector industrial en T/año							
Categorías	CO ₂	CO	Partículas	SO ₂	NO _x	COVNM	CH ₄
Alimentación	101.943,90	18,25	57,56	59,23	1.045,90	230,35	4,89
Diversos	11.502,02	26,97	59,06	3,14	9,05	137,32	0,18
Hormigón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio	1.548,29	9,89	53,83	104,95	421,34	2,71	1,26
Siderurgia	48.149,70	1.041,70	13,81	146,82	136,28	0,12	0,05
Papelera	400.483,30	428,95	332,35	168,84	2.633,28	35,86	26,93
Metálicos	19.618,44	7,52	259,94	1,19	18,86	1,38	0,18
Química Inorgánica	39.410,78	32,63	4,20	8,65	50,27	0,97	0,45
Química Orgánica	49.099,02	15,29	3,64	1,59	192,09	2.636,46	3,94
Total (T/año)	671.755,44	1.581,20	784,39	494,40	4.507,07	3.045,18	37,89

Emisiones a la atmósfera de las diferentes categorías de edificios del sector industrial en T/año						
Categorías	N ₂ O	NH ₃	Compuestos Halogenados	Metales Pesados	SH ₂	Cl ₂
Alimentación	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diversos	0,78	0,02	0,13	0,22	0,00	0,00
Hormigón	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vidrio	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Siderurgia	0,09	0,00	0,00	6,03	0,00	0,00
Papelera	11,67	0,00	0,00	0,00	6,10	0,14
Metálicos	0,54	0,00	0,01	1,89	0,00	17,10
Química Inorgánica	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Química	2,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Orgánica						
Total (T/año)	21,41	0,02	0,14	8,14	6,10	17,24

3. DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES

Para conocer las emisiones derivadas de la distribución de combustibles fósiles hay que tener en cuenta el estudio de dos fuentes de emisiones diferentes:

1. Almacenamiento de combustibles líquidos
2. Estaciones de servicio.

Los contaminantes estudiados en este apartado fueron los COVNM.

3.1. ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES LÍQUIDOS.

En Zaragoza, y concretamente en el barrio rural de Monzalbarba, se dispone de un punto de almacenamiento para su predistribución con una capacidad de 400.000 m³ de combustible líquido.

Para el cálculo de las emisiones derivadas del punto de almacenamiento, y según dicha metodología, se necesitaba el volumen de combustible almacenado para aplicarle así los factores de emisión de la misma. Para la obtención de dicha información se consultó la página web de la empresa de almacenamiento.

3.2. ESTACIONES DE SERVICIO

En el caso de las estaciones de servicio, las emisiones son debidas a las operaciones de manipulación, de llenado de los tanques, al repostaje y a los posibles derrames.

En Zaragoza existen 43 estaciones de servicio.

La metodología que se siguió para el cálculo de estas emisiones fue el CORINAIR.

Para calcular las emisiones procedentes de estas estaciones, fue necesario conocer el volumen de bombeado de combustible para aplicarle posteriormente los factores de emisión que nos daba la metodología. Estos factores ya consideran posibles derrames y las emisiones de la acción de llenado de los depósitos de los automóviles.

La información del volumen de bombeado nos fue facilitada por la asociación de estaciones de servicio de Zaragoza y Teruel.

Una vez calculadas las emisiones derivadas de las estaciones de servicio se ubicaron en las cuadrículas de 500x500, para georeferenciar estas emisiones.

Emisiones Obtenidas

- 1- Almacenamiento de combustibles líquidos.

Emisiones derivadas del almacenamiento de combustibles de Zaragoza	
Contaminantes	t/año Zaragoza
COVNM	232,82
COV	232,82

2- Estaciones de servicio

Emisiones derivadas de las estaciones de servicio de Zaragoza	
Contaminantes	t/año Zaragoza
COVNM	343,82
COV	343,82

3- Total emisiones por distribución de combustibles fósiles.

Emisiones de COVNM de Zaragoza	
Contaminantes	t/año Zaragoza
COVNM	581,64
COV	581,64

4. USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS.

Para conocer las emisiones de este punto se tuvo que tener en cuenta tres categorías diferentes:

- 4.1. Limpieza en seco
- 4.2. Empleo de refrigerantes y propelentes
- 4.3. Uso de disolventes que engloban el resto de categorías:
 - pinturas
 - desengrase industrial
 - pegamentos
 - artes gráficas (tintas)
 - industria química (ej farmacéutica)
 - productos de la casa
 - industrias del caucho y de los plásticos
 - extracción de aceite vegetal
 - industria del cuero
 - pesticidas.

4.1. LIMPIEZA EN SECO

El principal contaminante emitido en este proceso son los COVNM, y para su cálculo se utilizó un factor de emisión de la metodología CORINAIR. Según la cual el percloroetileno es el principal disolvente utilizado en los países de la Unión Europea, y en España supone el 95% de los disolventes empleados.

Los datos utilizados para aplicar al factor de emisión fueron el censo de población de Zaragoza.



4.2. EMPLEO DE REFRIGERANTES Y PROPELENTES

En este apartado se engloban las aplicaciones que utilizan hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Para el cálculo de estas emisiones se tomó como base el Inventario de Emisiones realizado por el Gobierno de Aragón. Por lo que sobre las emisiones de la Comunidad Autónoma de Aragón, se calcularon las emisiones de la ciudad de Zaragoza según censos de población.

4.3. USO DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS

Para el cálculo de las emisiones de COVNM derivadas del uso de disolventes se siguió la metodología CORINAIR. La cual estimaba las emisiones en función de la cantidad de disolvente consumido. Debido a que este dato no estaba disponible, el cálculo se realizó a través de un factor de emisión per capita, Multiplicando el número de habitantes por un factor de emisión dado para cada país, en el caso de que el país no aparezca se debe de elegir el de un país de similares características. Por lo que en nuestro caso se eligió el factor de Italia.

La representación de estas emisiones se realizó por cuadrículas de 500 x 500m. Por lo que los datos que se necesitaron fueron los censos de población en personas por distritos, secciones y por manzanas de la ciudad de Zaragoza. De este modo resultó posible extrapolar así los datos de población al mapa de cuadrículas en el que se había dividido Zaragoza.

Emisiones Obtenidas

Emisiones derivadas del uso de disolventes y otros productos de Zaragoza t/año				
Contaminantes	COVNM	HFC	PFC	SF ₆
Limpieza en seco	195			
Uso de refrigerantes y propelentes		21,73	0,16	0,23
Uso de disolventes	8.051			
TOTAL t/año	8.246	21,73	0,16	0,23

5. EMISIONES DESDE EL SECTOR DE LA MOVILIDAD.

El ámbito de estudio de la movilidad fue el área metropolitana de la ciudad de Zaragoza, los barrios rurales, los accesos y las circunvalaciones de la ciudad de Zaragoza, al igual que el tráfico aéreo.

5.1. TRÁFICO RODADO

Para realizar el cálculo de las emisiones derivadas del tráfico rodado se necesitó:

- Intensidades de tráfico (I) del servicio de movilidad del Ayuntamiento de Zaragoza. Plano de intensidades de alrededores de Zaragoza.
- Intensidades de tráfico (II). Plano de intensidades del interior de Zaragoza
- Censo de población y vivienda por distritos. Distrito y secciones censales . Instituto Aragonés de Estadística.
- Parque de vehículos municipal de 2004. Instituto Aragonés



- Matriculación por tipo de vehículos y según procedencia de 2004. Instituto Aragonés de Estadística.
- Anuario estadístico general de 2004. Dirección General de Tráfico. Ministerio de Interior.
- Edad vehículos según matriculación. Web Autopista online.
- Parque nacional automóvil distribuido por provincias y tipos. Dirección General de tráfico.
- Parque nacional automóvil distribuido por provincias, tipos y carburantes. Dirección General de tráfico.
- Parque nacional de remolques y semi- remolques distribuido por provincias y cargas. Dirección General de Tráfico.
- Temperaturas medias de 2005 de Zaragoza. Instituto Nacional de Meteorología de Aragón, La Rioja y Navarra,
- Evolución histórica de las estaciones de mapa de tráfico de Zaragoza de 2004. Dirección General de Tráfico.
- Plano determinación de velocidades medias por rutas. Ayuntamiento de Zaragoza.

Para averiguar las emisiones se dividió este sector en varios bloques:

5.1.1. Tráfico rodado (excepto autocares urbanos) en el centro de Zaragoza.

* Lo primero que se realizó para este cálculo fue una clasificación de los vehículos, en: Automóviles, Furgonetas, Camiones, Autobuses, Motocicletas y Ciclomotores.

* Los factores de emisión del CORINAIR dependen de varios parámetros que debíamos conocer: tipo de vehículos, carburantes, pautas de conducción (urbana <50km/h, rural 90-100km/h y autopista 100-120km/h), kilómetros recorridos, velocidad, características del motor (cilindrada), tonelaje de los vehículos pesados, temperatura ambiente, antigüedad de los vehículos, longitud del recorrido medio.

* Para el cálculo de las emisiones era preciso tomar en cuenta estos factores tanto en frío como en caliente.

* Los contaminantes que se estudiaron fueron: CO, NO_x, CH₄, COVNM, partículas, CO₂, SO₂, NH₃, N₂O, HAP, Dioxinas y Furanos y metales pesados

Para obtener los datos necesarios lo primero que se tuvo que realizar fue un muestreo y encuesta de movilidad para poder caracterizar el tráfico de la ciudad de Zaragoza. Los datos que se obtuvieron de la encuesta fueron: tipo de vehículo, tipo de combustible, antigüedad y cilindrada (c.c.).

La encuesta se realizó en 26 puntos estratégicos de Zaragoza. Estratégicos bien por tener mucho tráfico o bien por ser zonas conflictivas de Zaragoza y/o zonas comunes de fácil extrapolación a otras partes de la ciudad.

Las encuestas se realizaron en dos tramos horarios; de 8 a 10 y de 17.30 a 19:30, en cada punto (excluyendo festivos y sábados), en los semáforos de los puntos elegidos. A la vez que se realizaban las encuestas, en el mismo punto, otra persona realizaba un conteo de vehículos y los clasificaba según el tipo de los mismos.



Con las encuestas y el conteo lo que se obtuvo para cada punto fueron los porcentajes de cada tipo de vehículo, los porcentajes de antigüedades de los vehículos, los porcentajes de cilindradas, los porcentajes de los vehículos con los distintos tipos de combustibles y los porcentajes de tonelaje.

Posteriormente el plano de la IMD de Zaragoza se dividió en cuadrículas de 500x500m, para poder extrapolar los porcentajes obtenidos de las encuestas a las cuadrículas donde no se hubiera medido, en función de la similitud de la estructura del tráfico.

Para poder calcular los kilómetros recorridos por cada tipo de vehículo, se midieron las calles con datos de IMD en cada cuadrícula, obteniendo así los kilómetros.

Finalmente se diseñó un programa informático en el cual, por cada punto encuestado, se obtenía:

Conteo

- Resultado del conteo dividido para los distintos tipos de vehículos (número y porcentaje)
- Resultado de las encuestas para cada tipo de vehículos según tipo, combustible, c.c. y antigüedad.
- Resultados de caracterización del tráfico circulante.

IMD (Intensidad Media Diaria)

- Listas de cuadrículas asignadas a cada punto de muestreo
- Para cada cuadrícula se midieron las calles y las IMDs, conociendo así para cada cuadrícula el número de vehículos que la recorren y los kilómetros recorridos.
- Las IMD se multiplicaron por un factor de corrección y por 365 días, puesto que la IMD es el número de vehículos en día laborable. De ahí que se aplique el factor de corrección, porque hay que tener en cuenta que los fines de semana y festivos el número de vehículos disminuye considerablemente.
- De este modo se obtuvo el número de kilómetros recorridos al año en cada cuadrícula y el número de vehículos que circulan. También obtuvimos los tipos de vehículos que realizan al año esos recorridos por cuadrícula.

CONTAMINANTES

Para conocer las emisiones de los distintos tipos de contaminantes, se tomaron en cuenta distintos factores como la velocidad media, la temperatura media, la longitud del viaje y β (fracción del kilometraje recorrido con el motor frío), además del tipo de vehículo clasificado por combustible, c.c., peso y antigüedad. De este modo, se conocen las emisiones en caliente, en frío y totales.

Todo se calculó para cada cuadrícula de 500x500 metros en la que habíamos dividido la ciudad de Zaragoza.

Como resultado de este proceso de datos se caracterizó el tráfico circulante por el entorno metropolitano de la ciudad dando como resultado las siguientes características:

- En el núcleo urbano de la ciudad de Zaragoza, los vehículos recorren una suma aproximada de 1020 millones de kilómetros.
- El 20% de estos Km. son recorridos por vehículos de más de 5 años de antigüedad.
- El 58% son recorridos por vehículos de menos de 5 años de antigüedad.



- El 76% de dichos Km. son recorridos por coches
- Mientras que el 4% son recorridos por vehículos de transporte colectivo de pasajeros (autobuses urbanos y otros autobuses)
- El 15% de estos Km. los recorren vehículos de transporte de mercancías (furgonetas y camiones)
- Y el 4,4% son recorridos por motos y ciclomotores.

5.1.2. Cálculo de las emisiones de autobuses urbanos en el centro de Zaragoza.

Para calcular las emisiones de los autobuses urbanos de la ciudad de Zaragoza, se siguió la siguiente metodología:

- Se obtuvieron datos de número de autobuses, su antigüedad, combustible utilizado y número de expediciones por ruta. Estos datos fueron proporcionados por TUZSA (Transportes Urbanos de Zaragoza S.A.)
- De la página web de TUZSA se obtuvieron los recorridos que realiza cada línea de autobús.
- Dichos recorridos se plasmaron en nuestro mapa de cuadrículas de 500x500m.
- Posteriormente, se midieron los kilómetros por cada ruta en cada cuadrícula.
- Tras conocer todos los datos, estos se introdujeron en el mismo sistema informático que se había desarrollado para el cálculo de los contaminantes de vehículos, aplicándoles así los factores de emisión de la metodología CORINAIR.
- Los resultados que se obtuvieron fueron las emisiones de cada tipo de contaminante para cada ruta de autobús en cada cuadrícula de Zaragoza.

5.1.3. Cálculo de las emisiones debidas al tráfico de autovías y autopistas de circunvalación de Zaragoza

- Lo primero que se realizó para el cálculo de las emisiones derivadas del tráfico de autovías y autopistas de circunvalación de Zaragoza, fue medir dichas autovías, autopistas y rondas de circunvalación.
- Posteriormente se representaron en el mapa de cuadrículas de 500x500m
- El siguiente paso fue conocer el número y tipo de vehículos que pasan por estos accesos, por lo que se necesitaron las intensidades de tráfico. Plano de intensidades en alrededores de Zaragoza, al igual que la evolución histórica de las estaciones de mapa de tráfico de Zaragoza de 2004 de la Dirección General de Tráfico.
- Otro punto era clasificar los tipos de vehículos. Para ello era necesario conocer el Parque de vehículos municipal de 2004. (Instituto Aragonés de Estadística), Matriculación por tipo de vehículos y según procedencia de 2004. (Instituto Aragonés de Estadística), Anuario estadístico General de 2004. (Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior), Parque Nacional Automóvil distribuido por provincias y tipos. (Dirección General de Tráfico), Parque Nacional de remolques y semiremolques distribuido por provincias y cargas. (Dirección General de Tráfico).
- Tras obtener todos los datos se introdujeron en el formato informático desarrollado para el cálculo de los contaminantes.
- Se obtuvo como resultado, las emisiones de cada tipo de contaminante por cuadrícula provenientes de las autovías, autopistas y diferentes accesos de la ciudad de Zaragoza.

5.1.4. Cálculo de las emisiones debidas al tráfico en los barrios rurales de Zaragoza



- Para el cálculo de estas emisiones, se partió de conocer el número de vehículos que existían en cada barrio. Este dato se obtuvo a través del censo de población y vivienda por distrito, conociendo la población por barrio rural.
- Posteriormente con el Parque Nacional de Automóvil distribuido por provincias y tipo, se conoció los vehículos por cada 1000 habitantes y porcentajes de cada tipo de vehículos.
- Igual que en los demás casos se midieron las calles de los barrios rurales y se introdujeron en las cuadrículas de 500x500m. Todos estos datos se introdujeron en el sistema informático dándonos las emisiones por contaminante y por cuadrícula.

5.2. TRÁFICO AÉREO

Para el cálculo de las emisiones derivadas del tráfico aéreo de Zaragoza, se tuvo en cuenta solo el Aeropuerto Civil, ya que es el único del cual se puede obtener información necesaria para la aplicación a la metodología CORINAIR.

Los contaminantes que se estudiaron para estos puntos fueron: SO₂, CO₂, CO, NO_x, COVNM, CH₄, y, N₂O.

Siguiendo la Metodología CORINAIR, los vuelos del aeropuerto civil de Zaragoza se clasifican como vuelos internacionales de corta distancia, ya que a pesar de que el 95% de los vuelos son nacionales, el CORINAIR clasifica como internacionales todos los vuelos que traspasen los límites del ámbito geográfico estudiado.

Según datos proporcionados por AENA, en el aeropuerto de Zaragoza se produjeron 9.906 operaciones (aterrizajes y despegues) durante el año 2005

Otros datos necesarios para conocer las emisiones derivadas del tráfico aéreo además del número de operaciones fueron:

- Consumo de carburantes (queroseno y gasolina)
- Tipos y características de los aviones.

Estos datos fueron proporcionados por el personal del aeropuerto de Zaragoza.

5.3. RESULTADOS OBTENIDOS

5.3.1. Tráfico rodado

Kilómetros recorridos y combustible consumido en tráfico rodado.		
Clasificación	Km. recorridos/año	Combustible consumido (L/año)
Autobuses Urbanos	19.879.092	8.869.783
Resto tráfico núcleo urbano	1.001.169.552	115.982.769
TRÁFICO NÚCLEO URBANO	1.021.048.644	124.852.552
BARRIOS RURALES	58.453.396	6.771.667
CARRETERAS ACCESO CIUDAD	719.278.843	73.105.592
TRÁFICO RODADO TOTAL	1.798.780.883	204.729.811

Emisiones tráfico rodado T/año										
Categorías	CO ₂	CO	Partículas	SO ₂	NOx	COV	COVNM	CH ₄	N ₂ O	NH ₃
Autobuses Urbanos	22.090,86	49,05	6,73	0,71	180,53	22,42	20,19	2,23	0,60	0,06
Tráfico núcleo urbano (< autob urb).	283.379,39	4.509,54	72,06	8,26	910,27	638,13	590,41	47,71	31,20	21,36
Barrios rurales	16.544,96	263,29	4,21	0,48	53,15	37,26	34,47	2,79	1,82	1,25
Tráfico carretras acceso	178.356,48	2.964,60	46,63	5,46	1.262,85	340,38	319,62	20,76	16,51	17,30
Total (T/año)	500.377,69	7.786,48	129,62	14,91	2.406,79	1.038,18	964,69	73,49	50,13	39,97

Emisiones de CO ₂ por tipo de vehículo en núcleo urbano		
Tipo de vehículo	Emisiones de CO ₂ T/año	%
Turismos	203.824	66,7%
Furgonetas	43.009	14,1%
Camiones	12.159	4,0%
Autobuses urbanos	22.091	7,2%
Otros autobuses	22.899	7,5%
Ciclomotores	667	0,2%
Motos	819	0,3%
TOTAL	305.467	100,0%

5.3.2. Tráfico Aéreo

Emisiones Aeropuerto	
Contaminantes	t/año
SO ₂	7,92
CO ₂	25.755,60
CO	116,89
NOx	82,22
CH ₄	0,99
COVNM	4,95
COV	5,94
N ₂ O	0,99

6. EMISIONES DESDE EL SECTOR DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS.

En este punto se estudiaron las emisiones derivadas de los distintos tratamientos de los residuos de Zaragoza.

Este sector se dividió en varios subapartados:

- Emisiones derivadas de la incineración de los lodos de tratamientos de aguas.
- Emisiones derivadas de los tratamientos de aguas residuales.
- Emisiones derivadas de vertedero.
- Emisiones derivadas de cremaciones.



En el término municipal de Zaragoza estos residuos se gestionaban a través de varios puntos, en los que se originaban las emisiones:

- 1- Las emisiones derivadas del tratamiento de aguas residuales se originan en EDAR (Estación Depuradora de Aguas Residuales) La Cartuja y en EDAR de La Almozara.
- 2- LA EDAR de La Cartuja también genera emisiones por la incineración de los lodos del EDAR.
- 3- En cuanto a las emisiones derivadas de vertedero controlado, se estudió el vertedero municipal de Zaragoza.
- 4- Y por último y siguiendo la metodología CORINAIR se consideró estudiar también las emisiones del crematorio de Zaragoza, emitidas por el cementerio municipal de Torrero

6.1. INCINERACIÓN DE LODOS

En este caso se estudió la EDAR de La Cartuja, utilizando la metodología CORINAIR que se basa en el uso de factores de emisión para cada contaminante, tipo de incineración y del caudal de lodos incinerados. Estos datos fueron proporcionados por el mismo EDAR.

6.2. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En Zaragoza hay ubicadas dos Estaciones de Depuración de Aguas. LA EDAR La Cartuja y LA EDAR La Almozara.

Los contaminantes que se producen en una EDAR son: CO₂, CH₄, y N₂O, emitidas por la línea de fangos y por la degradación de la materia orgánica.

Para calcular las emisiones a través de la metodología CORINAIR, es necesario conocer el número de habitantes equivalentes que vierten sus aguas residuales a cada EDAR. Se aplicaran posteriormente los factores de emisión de dicha metodología.

Los datos necesarios fueron cedidos por el Servicio del Ciclo Integral del Agua del Ayuntamiento de Zaragoza.

6.3. EMISIONES DERIVADAS DEL VERTEDERO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Los residuos de la ciudad de Zaragoza, que no proceden de recogidas selectivas, son tratados en el centro municipal de eliminación de residuos situado en la Carretera de Torrecilla de Valmadrid km. 5,5.

A este centro llegan diariamente 800 toneladas de residuos urbanos y asimilables (cifra que aumenta en determinados meses como octubre, noviembre, diciembre y enero). Los residuos, tras llegar al centro, se extienden y se compactan en celdas de 2 metros de altura, cubriéndola por 20cm de tierra, lo que implica que la basura produce un proceso anaeróbico de fermentación. Para eliminar estos gases se colocan chimeneas rellenas de piedra cada 50 metros, para evitar así bolsas de gases.



Los gases que se emiten en este proceso, y que fueron objeto de estudio de este apartado, son CO₂, COV y CH₄.

Todos los datos necesarios para aplicar la metodología CORINAIR fueron proporcionados por el Servicio de Gestión de Residuos y Eficiencia Energética.

6.4. EMISIONES DERIVADAS DEL CEMENTERIO DE TORRERO

Para conocer las emisiones derivadas del cementerio de Torrero (único en la ciudad de Zaragoza que realiza cremaciones) según la metodología CORINAIR, se debía conocer el número de estas cremaciones que se realizaban, para poder aplicar así los factores de emisión.

6.5. RESULTADOS OBTENIDOS

Emisiones por incineración de lodos en Zaragoza t/año										
CO ₂	CO	Partículas	SO ₂	NOx	COV	COVNM	CH ₄	N ₂ O	Compuestos Halogenados	Metales Pesados
19.315,00	251,20	7,66	196,40	0,43	53,40	2,2	51,20	1,64	17,45	0,01

Emisiones por tratamientos de aguas EDAR en Zaragoza t/año				
Tratamiento de aguas	CO ₂	COV	CH ₄	N ₂ O
		30.140	330	330

Emisiones derivadas de vertedero controlado en Zaragoza t/año			
Vertedero	CO ₂	COV	CH ₄
		43.000	17.000

Crematorio de Zaragoza	
Contaminantes	t/año
Partículas	7,61E-05
SO _x	1,63E-01
NOx	1,16E+00
CO	4,22E-01
Arsénico	3,29E-08
Cadmio	9,32E-09
Plomo	5,58E-08
Cromo	2,53E-08
Mercurio	2,80E-06
Níquel	3,23E-08
Cobre	2,31E-08
Cobalto	4,90E-09

Emisiones por incineración de lodos en Zaragoza t/año											
	CO ₂	CO	PART	SO ₂	NOx	COV	COVNM	CH ₄	N ₂ O	Comp Haloges	Metales Pesados
Incineración lodos	19.315,00	251,20	7,66	196,40	0,43	53,40	2,2	51,20	1,64	17,45	0,01
Depuración aguas	30.140,00	0,00	0,00	0,00	0,00	330,00	0,00	330,00	22,00	0,00	0,00
Vertedero	43.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17.000,00	0,00	17.000,00	0,00	0,00	0,00
Crematorio	--	0,42	0,00	0,16	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	92.455,00	251,62	7,66	196,56	1,56	17.383,40	2,20	17.381,20	23,64	17,45	0,01



7. EMISIONES DESDE EL SECTOR AGRÍCOLA Y GANADERO

7.1. SECTOR AGRÍCOLA

En el apartado correspondiente a las emisiones agrícolas se estudiaron las emisiones procedentes del uso de fertilizantes orgánicos e inorgánicos así como las procedentes del uso de pesticidas y herbicidas.

Para conocer dichas emisiones se tuvieron que aplicar unos factores de emisiones de la metodología CORINAIR, aplicados a distintos datos que nos pedía la misma, estos datos eran: uso del suelo y distribución de las tierras, datos sobre el consumo de productos fertilizantes y pesticidas.

Estos datos fueron obtenidos del Instituto Aragonés de Estadística, del Corine Land Cover de Zaragoza 2002, así como datos proporcionados por ASAJA Aragón.

Superficie cultivada en Zaragoza (Ha)	
Cultivos	Hectáreas
Herbáceos de secano	10.904
Leñosos secano	493
Herbáceos regadío	12.559
Leñosos regadío	779
TOTAL	24.735

Los contaminantes que propone estudiar la metodología CORINAIR son NH_3 y N_2O . Para el cálculo de la emisiones de NH_3 se necesitó el uso de cada tipo de fertilizante (expresado en masa fertilizante-n usada por año) multiplicado por el factor apropiado de la emisión para cada tipo de fertilizante usado y sumados todos. Este cálculo se realizó para cada tipo de cultivo teniendo en cuenta hectáreas y fertilizantes tanto para regadío como para secano.

Para calcular las emisiones derivadas del uso de fertilizantes orgánicos para la ciudad de Zaragoza, se tuvo en cuenta la aplicación de un solo abono orgánico. Este fue el purín de la ganadería de porcino, ya que es el más representativo de la ciudad de Zaragoza.

Para calcular estas emisiones se necesitó el número de cabezas de ganado al año en Zaragoza, dato que se obtuvo a través del censo ganadero proporcionado por el Ayuntamiento de Zaragoza, para conocer este dato se tuvo que tener en cuenta ciclos de la producción de porcino, tomándose dos ciclos.

Para poder calcular las emisiones derivadas del uso de pesticidas, por la presión del vapor de los mismos, fue necesario conocer la cantidad de pesticidas usados para poderles aplicar posteriormente los factores de emisión marcado por el CORINAIR. El dato de cantidad de pesticidas usados fue tomado del Instituto Aragonés de Estadística.



7.1. SECTOR GANADERO

En esta parte del inventario se estudiaron las emisiones de metano derivadas de la ganadería, ya que la fermentación entérica en los herbívoros produce metano como subproducto.

La cantidad de estas emisiones depende del tipo, edad y peso del animal, calidad y cantidad de la alimentación y del consumo de energía del animal.

También se produce metano por la descomposición de los componentes orgánicos de los residuos animales, emisiones que dependen de la cantidad de residuos producidos y de la fracción de residuos descompuestos de forma anaeróbica.

Se distinguen dos fuentes de emisión del metano:

- Fermentación entérica y residuos del animal
- Gestión del estiércol.

Para el término de Zaragoza, solo se estudió un tipo de ganadería que fue la porcina.

Según la metodología CORINAIR, para calcular estas emisiones se debía conocer el número de cabezas de ganado, y poderles aplicar así los factores de emisión correspondientes.

Para calcular el censo de porcino en Zaragoza, se tomó el dato del censo animal de Zaragoza y se tomaron dos ciclos anuales, estimando la cantidad en 9.000 cabezas de porcino.

7.3. RESULTADOS OBTENIDOS

7.3.1 Resultados del sector agrícola.

Emisiones por aplicación de fertilizantes inorgánicos en Zaragoza t/año		
	NH ₃	N ₂ O
Aplicación de abono inorgánico en secano	74,81	0,22
Aplicación de abono inorgánico en regadío	35,37	0,11
	110,18	0,33

Emisiones por aplicación de fertilizantes orgánicos en Zaragoza t/año		
	NH ₃	N ₂ O
Aplicación de abono orgánico	57,51	0,17

Emisiones por aplicación de pesticidas en Zaragoza t/año		
	COV	COVNM
Aplicación de pesticidas	39,33	39,33

7.3.2. Resultados del sector ganadero

Emisiones derivadas de la ganadería en Zaragoza t/año		
	COV	CH ₄
Fermentación entérica	13,5	13,5
Gestión del abono	90	90
	103,5	103,5



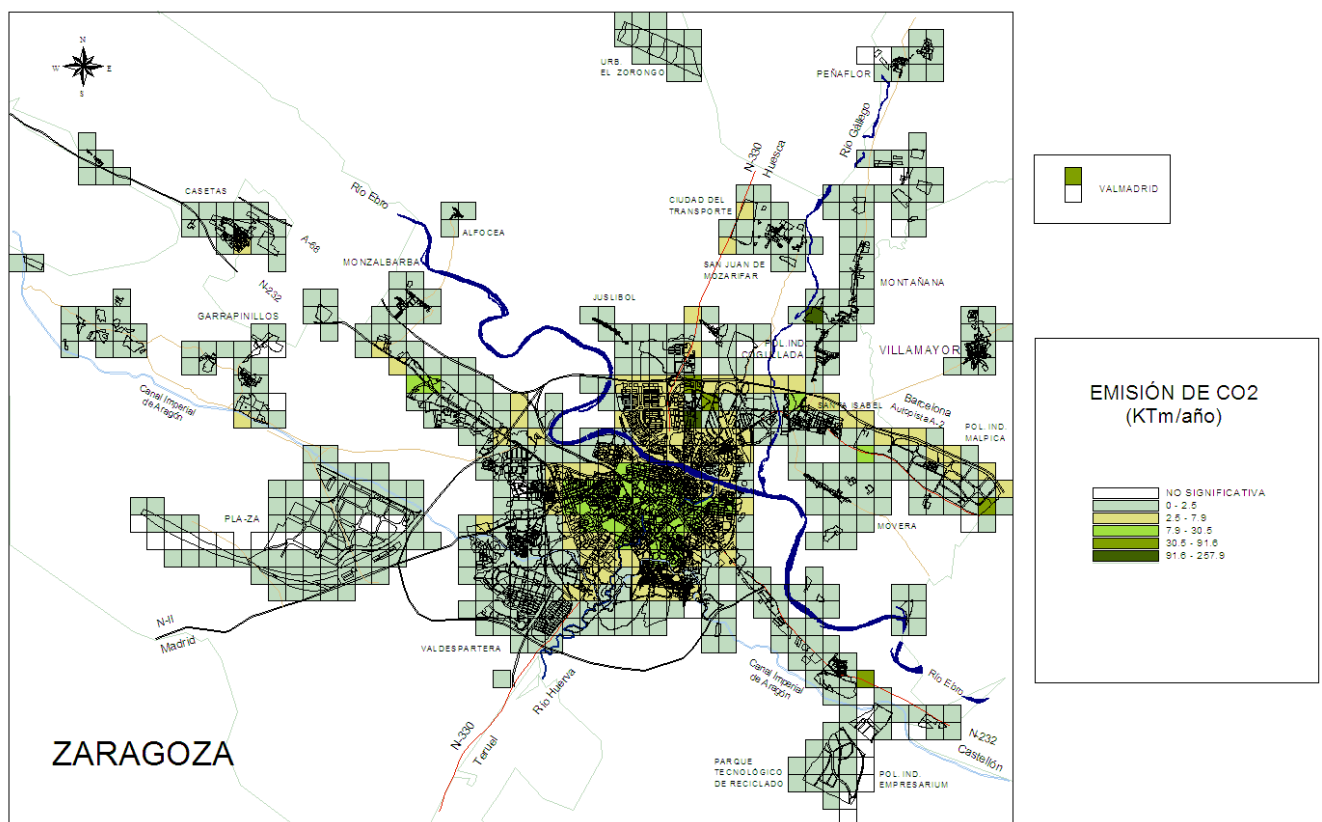
7.3.3. Resultados globales del sector

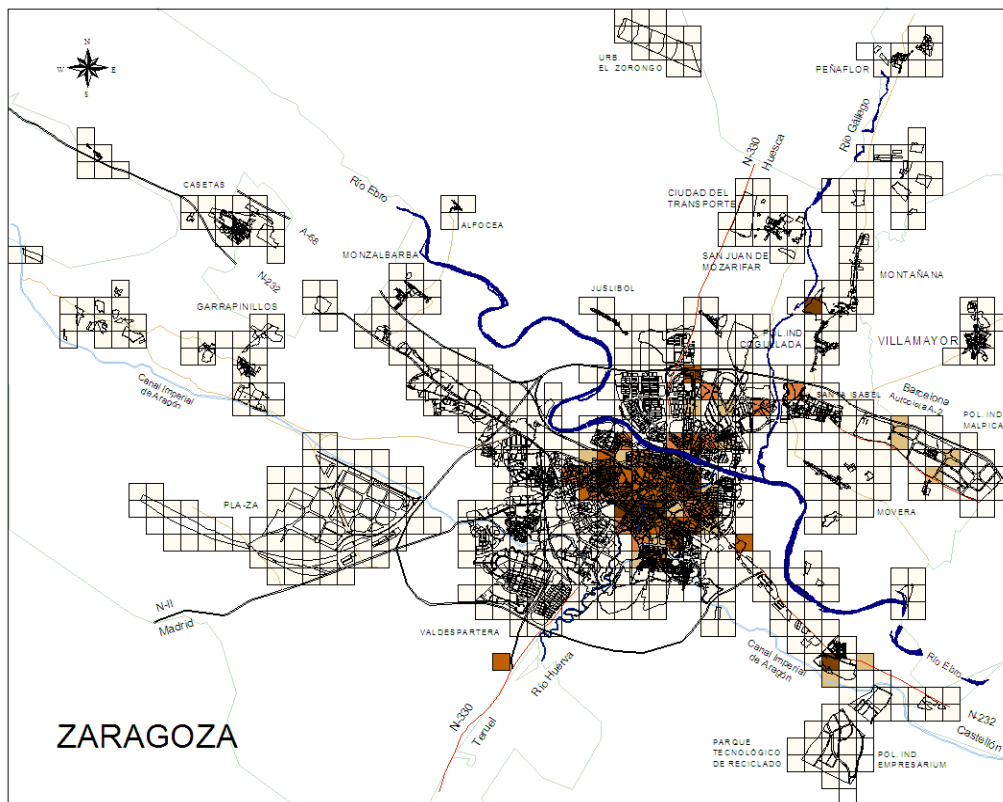
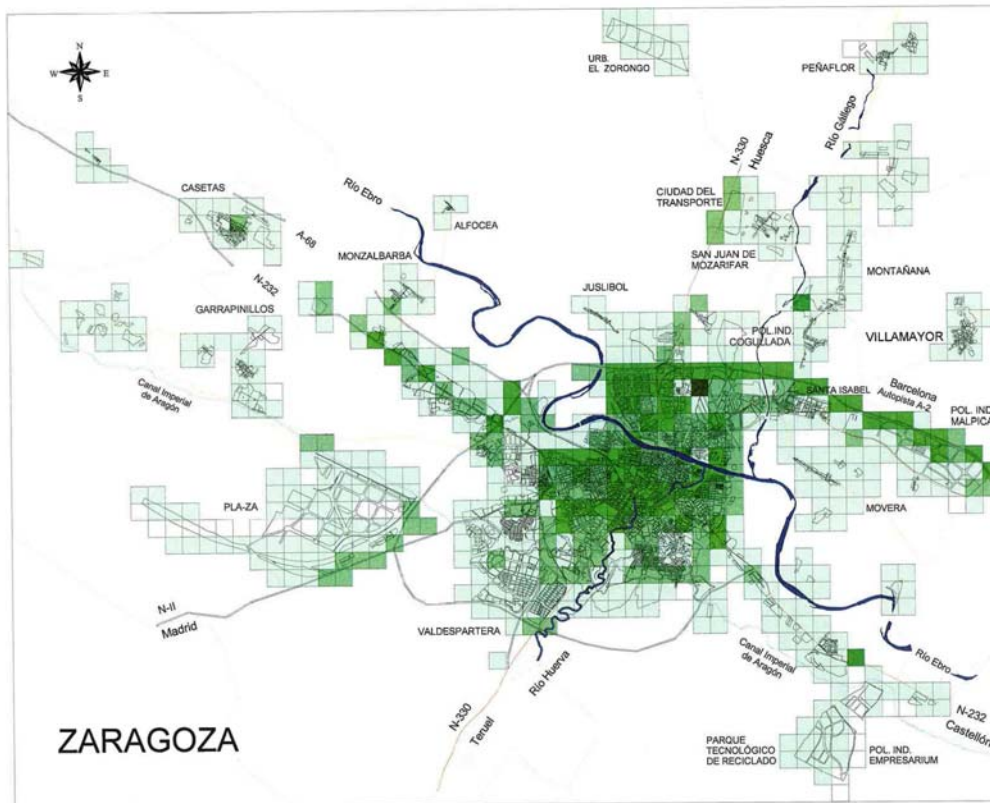
Emisiones totales del sector agrícola y ganadero en Zaragoza t/año					
	COV	COVNM	CH ₄	NH ₃	N ₂ O
Ganadería	103,5		103,5		
Aplicación de pesticidas	39,33	39,33			
Aplicación abono inorgánico				110,18	0,33
Aplicación de abono orgánico				57,51	0,17
TOTAL	142,83	39,33	103,5	167,68	0,50

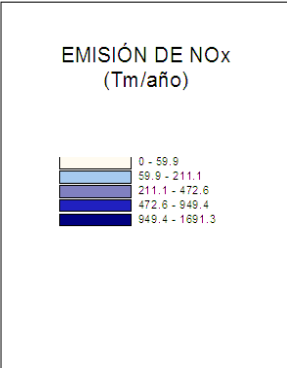
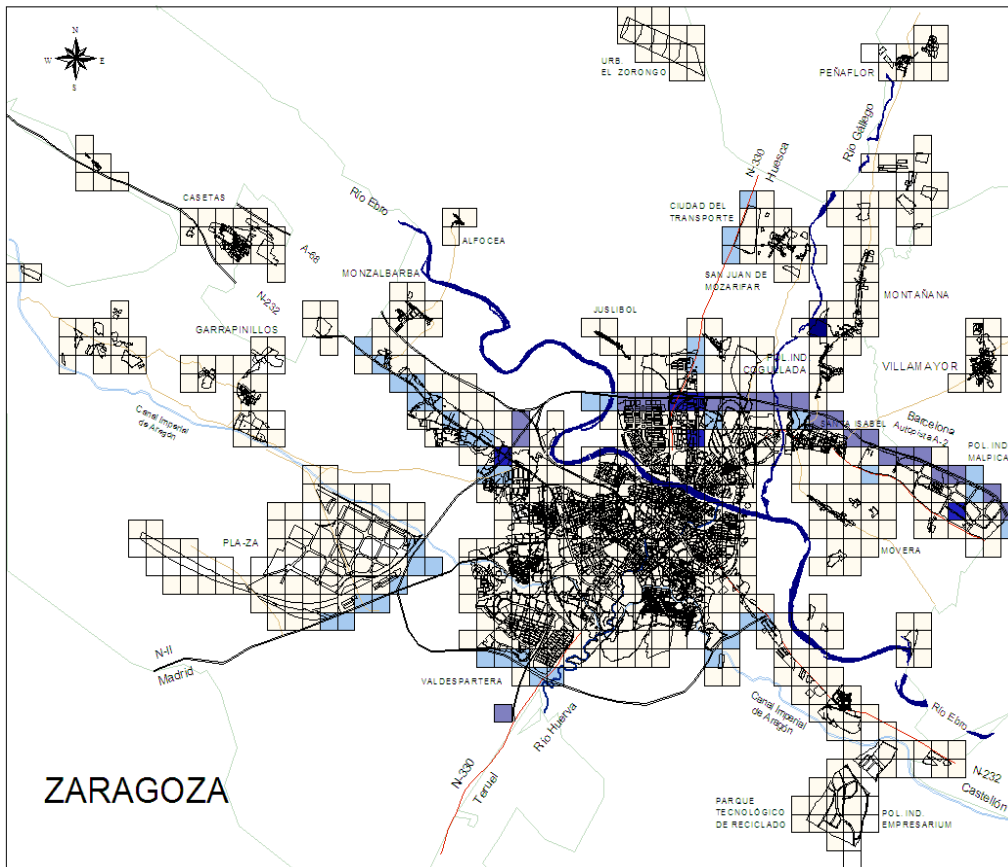
8. ESTUDIO DE EMISIONES POR ZONAS EN LA CIUDAD DE ZARAGOZA

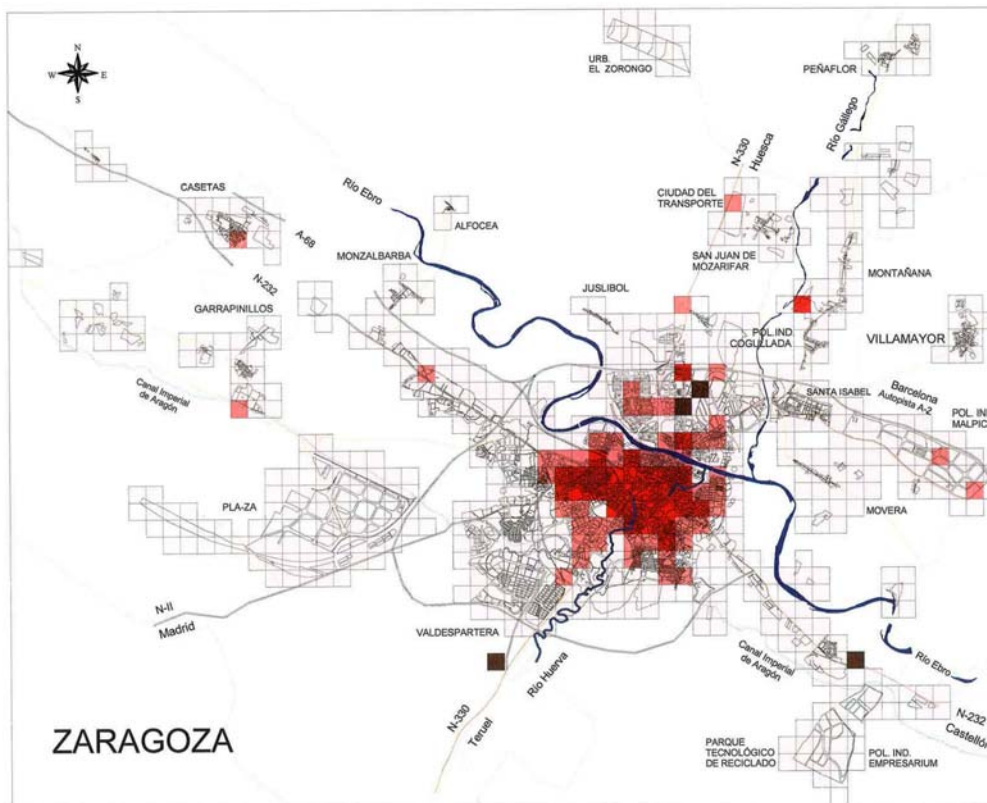
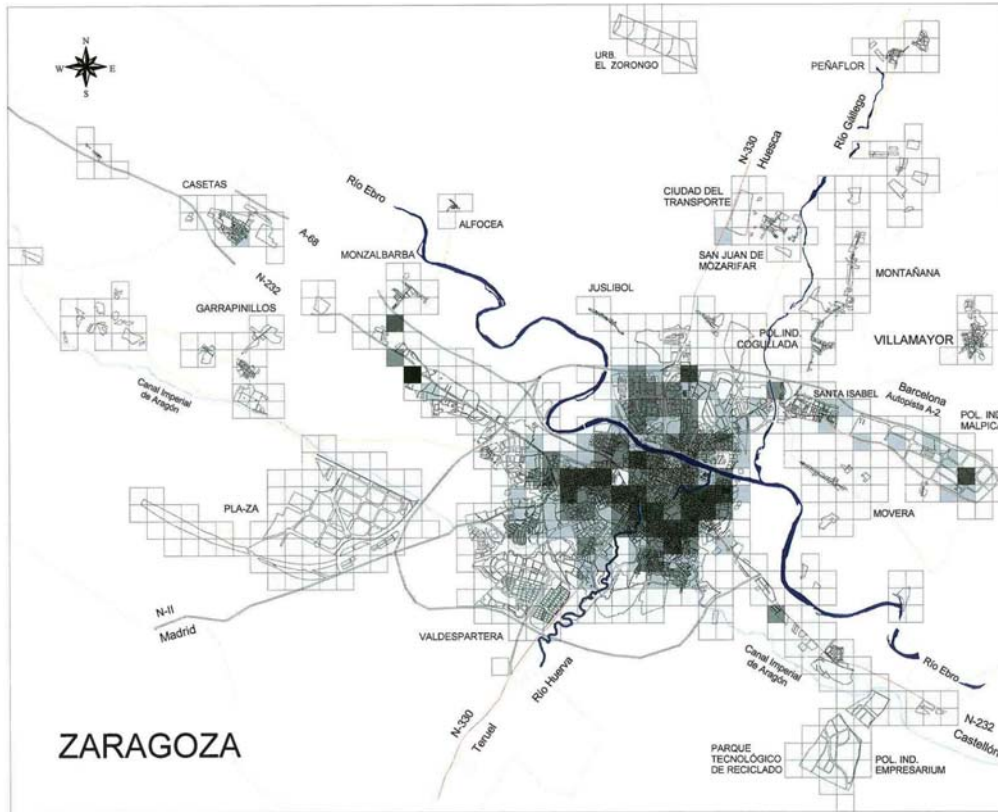
A continuación se pueden ver algunas de las cartografías más representativas que se obtuvieron de la ciudad de Zaragoza.

En ellas se puede ver como los principales contaminantes se concentran en las zonas de mayor población y en los ejes principales de comunicación de la ciudad.











Tras cartografiar todos los contaminantes en las cuadrículas de 500 x 500m se pudieron extraer distintos resultados:

- El sector residencial/comercial/institucional/servicios presenta las mayores emisiones de SO_2 y partículas en la zona centro de Zaragoza, en los ejes de Avenida Goya y Gran Vía. Se debe principalmente a la mayor concentración en esta zona de calderas de carbón, además de tener una mayor densidad de población
- Por otra parte, la zona Actur, de edificaciones más recientes presentan una mayor concentración de calderas individuales de gas natural, ocasionando emisiones menores, aunque un consumo unitario mayor que el presentado por calderas colectivas
- El sector industrial presenta, como no puede ser de otra manera, una mayor incidencia de emisiones en la zonas donde se ubican polígonos industriales, destacando Malpica, aunque la zona norte de la ciudad también presenta emisiones apreciables
- Las emisiones de compuestos ORGÁNICOS volátiles NO METÁNICOS (COVNM) desde el sector de distribución de combustibles fósiles están muy dispersas a lo largo de la ciudad por provenir principalmente de las estaciones de servicio
- Las emisiones de compuestos volátiles (COV) por uso de disolventes, al ser calculada en base a la población existente, presenta una clara distribución en función de la densidad de población
- El tráfico rodado de la ciudad provoca emisiones a la atmósfera en todo el núcleo, aunque son más apreciables en aquellas vías que soportan una carga de tráfico mayor: entorno de Plaza Paraíso, Paso María Agustín, Puente de La Almozara y Barrio del Áctur. Sin embargo, es destacable que la presencia mayoritaria de NO_x no es en estas zonas sino en las circunvalaciones y carreteras de acceso a la ciudad, debido a que la velocidad media y la proporción de vehículos pesados son mucho mayores en las vías exteriores
- Las emisiones desde el sector de tratamiento de residuos están muy localizadas allí donde se encuentran estas instalaciones puesto que son fuentes fijas puntuales
- En cuanto a agricultura, se distinguen tres zonas: secano tradicional, donde el empleo de fertilizantes es mínimo, regadío tradicional, y huerta honda, situada en las riberas del Ebro
- Los sumideros de CO_2 localizados en el T.M. de Zaragoza coinciden con las extensiones agrícolas, a las que se suman las zonas arboladas del norte y sur de la ciudad, y las propias de los parques y jardines de la capital
- Los últimos planos representados muestran que gran parte de los contaminantes son emitidos mayoritariamente desde la zona central de la ciudad, a excepción de



contaminantes más específicos de fuentes industriales como H₂S o NH₃, y del NO_x, que destaca a lo largo de los ejes de circunvalación y acceso a Zaragoza.

V. CONCLUSIONES DEL INVENTARIO

El objetivo del inventario fue conocer los niveles de emisión de cada contaminante (CO₂, NO_x, N₂O, COVs, COVNM, CH₄, NH₃, metales pesados, compuestos halogenados, SH₂, HAPs, Cl₂, HFCs, PFCs y SF₆) por cada sector inventariado y para cada cuadrícula de 500mx500m en la que se dividió el ámbito de aplicación geográfico, definido por el T.M. de Zaragoza

- Emisiones de CO₂ en la ciudad de Zaragoza

Una de las primeras conclusiones que se observaron fue que el contaminante con mayor presencia en nuestra ciudad es el CO₂.

En la tabla siguiente podemos observar emisiones totales en t/año de los contaminantes más importantes para los diferentes sectores estudiados en este inventario:

Emisiones totales de Zaragoza por sectores T /año.									
	Edificios residenciales	Otros Edificios	Industria	Distrib. Comb	Uso Disolv. Y otros	Movilidad	Gestión De residuos	Agricultura Y Ganadería	TOTALES
CO₂	400.081,80	63.864,98	671.755,44	0,00	0,00	526.133,29	92.455,00	0,00	1.754.290,51
CO	100,46	16,52	1.581,20	0,00	0,00	7.903,37	251,62	0,00	9.853,17
PART	2.441,38	4,61	784,39	0,00	0,00	129,62	7,66	0,00	3.367,66
SO ₂	589,78	41,08	494,40	0,00	0,00	22,84	196,56	0,00	1.344,67
NO _x	466,74	92,48	4.507,07	0,00	0,00	2.489,01	1,56	0,50	20.995,32
COV	250,22	8,61	3.083,07	581,64	8.246,00	1.044,12	17.383,40	142,83	30.739,88
COVNM	249,66	7,76	3.045,18	581,64	8.246,00	969,64	2,20	39,33	13.141,41
CH ₄	0,55	0,85	37,89	0,00	0,00	74,48	17.381,20	103,50	17.598,47
N ₂ O	53,45	7,02	21,41	0,00	0,00	51,12	23,64	0,00	156,64
NH ₃	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	39,97	0,00	167,68	207,67
COMP HALOG	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	17,45	0,00	17,59
MET PES	0,00	0,00	8,14	0,00	0,00	1,13	0,01	0,00	9,28

- Estudio general de los resultados

Si analizamos estos resultados de forma general podemos llegar a algunas conclusiones:

- El *sector industrial* presenta los mayores niveles de emisión de contaminantes, ya que es el sector donde se genera la mayor parte de CO₂, NO_x, metales pesados y sulfuro de hidrogeno. Otros sectores con relevancia en la emisión de contaminantes son los *sectores movilidad y residencial/comercial/institucional*
- Los sectores *residencial, institucional y de servicios* son los que emiten mayor cantidad de partículas, debido al consumo de carbón en las calderas de calefacción.

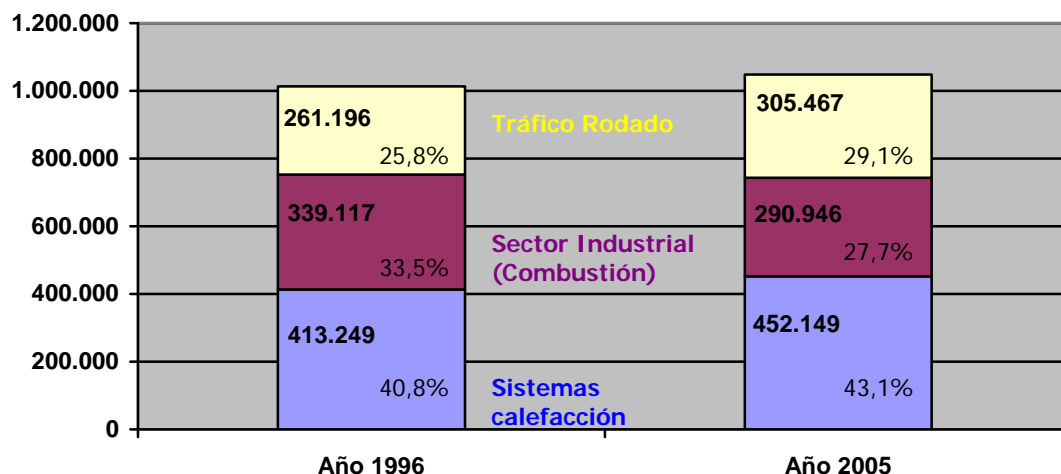
- En cuanto al *sector de movilidad*, cabe destacar que este sector es responsable del 80% de las emisiones totales de CO de Zaragoza. También destacar que el 16% de las emisiones de NO_x se deben a las emisiones de los vehículos que circulan por las rondas y las carreteras de acceso a la ciudad, debido a la velocidad media y la proporción de vehículos pesados.
- Del *sector de tratamiento de residuos* provienen el 98% de las emisiones de CH₄, uno de los gases causantes del efecto invernadero, más concretamente del vertedero.
- El *sector de uso de disolventes* es el máximo responsable de las emisiones de compuestos volátiles (COV).
- Por último, el *sector de agricultura y de ganadería* contribuye con las mayores emisiones de NH₃, principalmente derivadas de la aplicación de abonos.

- Comparación de las emisiones de CO₂ con el inventario de 1996

Como hemos podido observar, el CO₂ es uno de los contaminantes más presentes en la ciudad de Zaragoza y también el más significativo para el efecto invernadero.

Por eso se consideró oportuno compararlo con los resultados del inventario de 1996

En el gráfico siguiente se puede comprobar la evolución de la importancia relativa de cada uno de los tres sectores significativos en las emisiones de CO₂. En dicha comparación se observa que, salvo el sector industrial, que ha disminuido sus emisiones, los otros dos (tráfico y sistemas de calefacción) han aumentado.



Como hemos dicho en el gráfico anterior se puede ver la evolución respecto a los inventarios de 1996 y 2005, pero también hay que detallar algunas características de ambas metodologías:

En 1996, se estudiaron varias cuadrículas y se extrapolaron al resto de la ciudad. En 2005 se cruzaron datos estadísticos del IAEST de consumo de combustibles por distritos



censales con datos reales obtenidos de encuestas. Por lo que las comparaciones son de datos referidos al casco urbano, en los años 1996 y 2005.

En 1996 se estudiaron 5 empresas, en 2005 han sido 170. La gráfica presenta la comparación entre los datos de emisión de las mismas 5 empresas en los años 1996 y 2005.

Y por último el estudio de 1996 se analizó el tráfico rodado del casco urbano. En el inventario de 2005 se estudió el tráfico rodado en el casco urbano, barrios y carreteras que atraviesan el municipio. Por lo que el gráfico muestra la comparación de emisiones en el interior del casco urbano, en 1996 y 2005.

A continuación podemos ver la evolución de las emisiones de CO₂ globales en la ciudad de Zaragoza.



Si se hace una última reflexión a partir de la comparación de los inventarios, observamos que las emisiones globales han aumentado. Pero si estos datos son analizados desde una perspectiva distinta, como son las emisiones por habitante se puede apreciar un descenso considerable en los últimos 9 años:

