

Capítulo 7

Fuentes móviles



A continuación, se tratan las emisiones a la atmósfera procedentes de las fuentes de área móviles, en las cuales se desagregan en las siguientes contribuciones:

- Tráfico rodado
- Tráfico aéreo
- Tráfico ferroviario
- Maquinaria agrícola

7.1. TRÁFICO RODADO

En este apartado se van a considerar las emisiones procedentes de los siguientes tipos de vehículos: automóviles, furgonetas, camiones, autobuses, motocicletas y ciclomotores, quedando excluidos los vehículos agrícolas, ya que por su importancia, conforman ellos mismos todo un apartado dentro de las fuentes móviles.

Para el cálculo de las emisiones se ha elegido la Metodología CORINAIR en el subapartado dedicado al tráfico rodado, la cual ha sido informatizada por la Agencia Medioambiental Europea mediante un programa denominado COPERT IV.

En COPERT IV están integradas las correlaciones y los factores de emisión de cada contaminante en función de distintos parámetros como pueden ser el tipo de vehículo, el carburante, las pautas de conducción, el kilometraje anual promedio, la velocidad típica, el diseño del motor o factores externos como la temperatura ambiente.

Debido a esto el programa exige los datos de entrada clasificados por categorías en función de la clase de vehículo (turismos, furgonetas, etc.), del tipo carburante (gasolina con plomo, sin plomo o gasóleo A), de la cilindrada del motor (caso de turismos y motocicletas), del tonelaje de carga (en el caso de camiones y furgonetas) y de la antigüedad de los vehículos.

Para cada categoría se definen tres escenarios distintos de conducción: urbano, rural y de autopista, los cuales se caracterizan por unas velocidades medias y unas pautas de paradas y arranques distintos de un caso a otro.

- La conducción urbana se identifica por tener velocidades inferiores a 50 km/h y paradas y arranques del vehículo muy frecuentes. Es la típica para núcleos de población.
- La conducción rural agrupa a todas aquellas carreteras comarcales o nacionales donde la velocidad no supera los 90-100 km/h. Ocasionalmente la circulación también puede verse interrumpida por cruces o semáforos.
- La conducción de autopista incluye la circulación por las vías de gran capacidad del territorio. La velocidad suele estar entorno a los 100-120 km/h y no existen interrupciones en el tráfico.

A partir de estos datos iniciales, la presente metodología distingue entre varios tipos de emisiones:

- Emisiones en frío o emisiones del motor en estado transitorio: son las producidas en el periodo de calentamiento del motor. Dependen fundamentalmente de la temperatura ambiente y la distancia media del viaje.
- Emisiones del motor en caliente o motor estabilizado: se calculan en base a los kilómetros recorridos por cada vehículo y a factores de emisión, los cuales a su vez están en función de las pautas de velocidad de cada categoría y clase de vehículo.
- Emisiones por evaporación de combustible: bien debido a la expansión de la gasolina con la variación de la temperatura ambiente (emisiones diurnas), bien debido al aumento de la temperatura por el calor cedido por el motor, o bien emisiones durante las operaciones de repostaje del vehículo. En este caso las emisiones se calculan en base a factores de emisión que dependen fundamentalmente de las características técnicas del motor, de las gasolinas y de la temperatura ambiente.

Los cálculos se han llevado a cabo inicialmente en cada una de las provincias mediante el citado programa COPERT IV, para a continuación, desagregar los datos obtenidos a nivel municipal. Este proceso se ha realizado considerando el número de vehículos de cada categoría existentes en cada municipio para la desagregación de emisiones urbanas, y los kilómetros de carretera convencional y autopista-autovía para la desagregación rural y de autopista, respectivamente.

Los contaminantes considerados en el estudio proceden de las combustiones de cada uno de los carburantes utilizados y pueden clasificarse en tres grandes grupos, según el tipo de metodología por la cual han sido calculados:

- Grupo 1: Contaminantes calculados a partir de una metodología detallada basada en factores de emisión específicos, pautas de conducción y condiciones del motor. En este grupo se incluyen los siguientes compuestos: CO, NO_x, CH₄, COVNM y partículas.
- Grupo 2: Contaminantes cuyas emisiones dependen del consumo de carburante y se obtienen como una fracción del mismo. Este consumo se calcula mediante factores específicos de consumo. Los contaminantes incluidos son: CO₂, SO₂ y metales pesados.
- Grupo 3: Contaminantes para los cuales existe una metodología simplificada, ya que no se disponen de datos suficientes para aplicar la metodología detallada. En este grupo se incluyen las siguientes sustancias: NH₃, N₂O, HAP, dioxinas y furanos.

En el caso de los COVNM se calculan en función de la categoría del vehículo. Entre las emisiones resultantes se obtienen diversos alcanos, alquenos, alquinos, aldehídos, cetonas y compuestos aromáticos.

Las fuentes de información que se han consultado han sido muy diversas:

- La caracterización del parque móvil se ha realizado a partir de datos aportados por la Dirección General de Tráfico, la Subdirección General de Transportes del Gobierno de Aragón, el servicio de Movilidad Urbana del Ayuntamiento de Zaragoza y otros ayuntamientos municipales, y el Instituto de Estadística de Aragón. Debido a la no disponibilidad de los datos del parque de vehículos en Aragón en el año 2006, se han tomado los datos correspondientes al año 2005.
- Las temperaturas medias mínimas y máximas para cada municipio se han obtenido del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Las especificaciones y características de los combustibles derivan de lo expuesto en el Real Decreto 1700/2003 de 15 de diciembre, además de datos aportados por Repsol. En cuanto a los consumos provinciales, la fuente de información ha sido el Instituto de Estadística de Aragón.
- Las pautas de conducción en el caso de Zaragoza se han obtenido a partir de datos procedentes del Institut National de Recherche sur les Transport et leur Sécurité (INRETS) y del Grupo de Investigación en Seguridad e Impacto Medioambiental de Vehículos y Transportes (GIVET). Para los casos de Huesca y Teruel se ha procedido a una extrapolación de los mismos en función de la superficie de núcleos de población, datos obtenidos del Instituto Aragonés de Estadística.
- Las velocidades medias han sido extraídas de las mismas fuentes de información que las pautas de conducción.

-El kilometraje anual promedio se ha obtenido a partir de los aforos de tráfico facilitados por el Ministerio de Fomento o mediante consulta directa a las instituciones encargadas, en el caso de los autobuses urbanos.

7.1.1. Resultados

En la Tabla 7.1 y el Gráfico 7.1 se muestran las emisiones obtenidas a nivel provincial mediante la metodología COPERT.

Tabla 7.1-Tráfico rodado

Contaminante	Unidades	Huesca	Teruel	Zaragoza	ARAGÓN
Metano (CH ₄)	kg	82294,70	40791,49	227442,34	350528,52
Etano (C ₂ H ₆)	kg	24021,80	11353,21	62326,04	97701,05
Etileno (C ₂ H ₄)	kg	134695,21	67852,35	360468,12	563015,68
Acetileno (C ₂ H ₂)	kg	66866,19	32280,79	176979,46	276126,45
Propano (C ₃ H ₈)	kg	6424,22	3068,23	16915,72	26408,18
Tolueno	kg	152246,97	71666,65	399796,27	623709,89
Formaldehído	kg	60999,89	33871,99	168712,15	263584,04
Monóxido de carbono (CO)	t	10306,55	5110,88	27198,22	42615,65
Dióxido de carbono (CO ₂)	kt	800,64	441,82	2196,59	3439,05
Hidrofluorocarbonos (HFC)	kg	0,00	1,00	2,00	3,00
Óxido nitroso (N ₂ O)	kg	29094,51	16193,26	77400,14	122687,91
Amoníaco (NH ₃)	kg	35983,12	15751,00	87953,91	139688,02
COVNM	t	535,64	264,07	1427,56	2227,26
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	t	5146,77	3016,55	15140,72	23304,03
Óxidos de azufre (SO _x)	kg	31852,38	16259,04	86370,78	134482,20
Cd y sus compuestos	kg	2,54	1,40	6,98	10,93
Cr y sus compuestos	kg	12,72	7,02	34,90	54,65
Cu y sus compuestos	kg	432,51	238,82	1186,71	1858,04
Ni y sus compuestos	kg	17,81	9,83	48,86	76,51
Pb y sus compuestos	kg	16,22	14,26	40,17	70,65
Zn y sus compuestos	kg	254,42	140,48	698,06	1092,96
PCDD+PCDF (dioxinas+furanos)	mg I-TEQ	15,55	8,28	40,77	64,60
Benceno (C ₆ H ₆)	kg	84119,20	40016,62	220063,92	344199,73
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	kg	36,74	14,27	81,62	132,63
Partículas totales	t	352,75	219,54	916,01	1488,31
PM10	t	352,75	219,54	916,01	1488,31

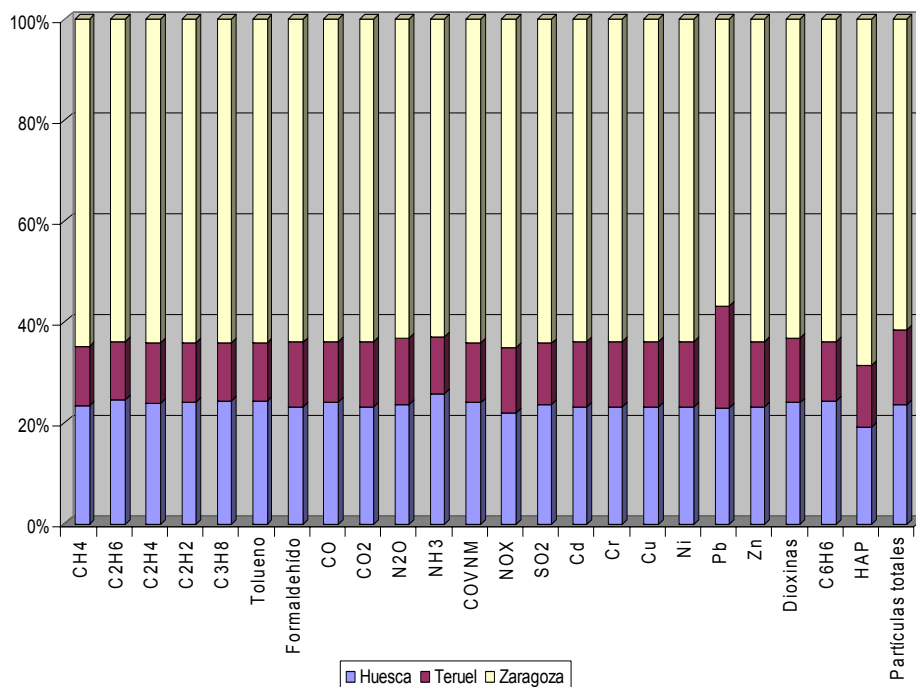


Gráfico 7.1-Distribución provincial de las emisiones procedentes del tráfico rodado

En el Gráfico 7.1 se observa como el reparto de las emisiones de cada contaminante sigue unas pautas semejantes para las tres provincias. Cabe destacar el caso de los HAP, donde el reparto de emisiones difiere del resto, teniendo mayor carga emitida en proporción en la provincia de Zaragoza y menor en las otras dos. Esto se debe a que los HAP son emitidos de forma preferente por los vehículos pesados, siendo Zaragoza la que mayor parque móvil de estas características posee.

7.2. MAQUINARIA AGRÍCOLA

La maquinaria agrícola, aunque podría haberse incluido como una subcategoría del tráfico rodado, tiene la suficiente entidad propia como para constituir un apartado independiente dentro de las fuentes móviles.

Las emisiones provienen de la combustión en motores diésel del gasóleo utilizado como combustible, siendo los principales contaminantes los que se exponen a continuación: CO₂, SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, NH₃, N₂O, partículas, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, benceno, tolueno y HAP.

Para el cálculo de las emisiones se ha hecho uso de la Metodología CORINAIR, la cual se basa en la aplicación de factores de emisión en función del consumo de carburante por parte de la maquinaria. Se ha considerado únicamente maquinaria diésel y que todo el gasto de combustible se dedica a labores agrícolas, incluyendo en esta categoría las

labores forestales. Para la especiación de los COVNM se han aplicado los factores dados por el NPI.

A partir de los consumos provinciales de gasóleo B dedicados a la agricultura se han calculado las emisiones para cada provincia. La desagregación a nivel municipal se ha realizado teniendo en cuenta la superficie cultivada en cada municipio y el tipo de cultivo existente, ya que en función de ello varía el uso de maquinaria agrícola, al ser distintas las actividades necesarias para cada plantación.

Los datos necesarios han sido extraídos de diversas fuentes de información:

Los consumos provinciales de gasóleo agrícola se han extraído del Boletín del Instituto de Estadística de Aragón.

La superficie agrícola municipal y su caracterización por tipo de cultivo se han obtenido de la declaración PAC de agricultores.

Los factores de consumo de gasóleo en función del tipo de cultivo para cada una de las provincias aragonesas han sido obtenidos de un estudio realizado por el Departamento de Ingeniería Agraria de la Universidad de León.

7.2.1. Resultados

En la Tabla 7.2 y el Gráfico 7.2 se muestran las emisiones obtenidas a nivel provincial procedentes de la maquinaria agrícola.

Tabla 7.2-Maquinaria agrícola

Contaminante	Unidades	Huesca	Teruel	Zaragoza	ARAGÓN
Metano (CH ₄)	kg	20.993,81	15.377,35	26.975,77	63.346,93
Tolueno	kg	13.197,57	9.666,84	16.958,08	39.822,49
Formaldehído	kg	74.157,79	54.318,41	95.288,26	223.764,46
Monóxido de carbono (CO)	t	1.975,89	1.447,28	2.538,90	5.962,06
Dióxido de carbono (CO ₂)	kt	387,29	283,68	497,65	1.168,63
Óxido nitroso (N ₂ O)	kg	159.305,97	116.686,95	204.698,49	480.691,41
Amoniaco (NH ₃)	kg	864,45	633,19	1.110,77	2.608,40
COVNM	t	897,79	657,61	1.153,61	2.709,01
Óxidos de nitrógeno (NOx)	t	6.211,70	4.549,89	7.981,65	18.743,24
Óxidos de azufre (SOx)	kg	9.879,44	7.236,40	12.694,48	29.810,32
Partículas totales	t	1.720,26	1.260,04	2.210,43	5.190,72
Cd y sus compuestos	g	1.234,93	904,55	1.586,81	3.726,29
Cr y sus compuestos	g	6.174,65	4.522,75	7.934,05	18.631,45
Cu y sus compuestos	kg	209,94	153,77	269,76	633,47
N y sus compuestos	g	8.644,51	6.331,85	11.107,67	26.084,03
Zn y sus compuestos	g	123.493,00	90.455,00	158.681,00	372.629,00
Benceno (C ₆ H ₆)	kg	9.067,72	6.641,84	11.651,47	27.361,03
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	kg	9,88	7,24	12,69	29,81
PM10	t	1.720,26	1.260,04	2.210,43	5.190,72

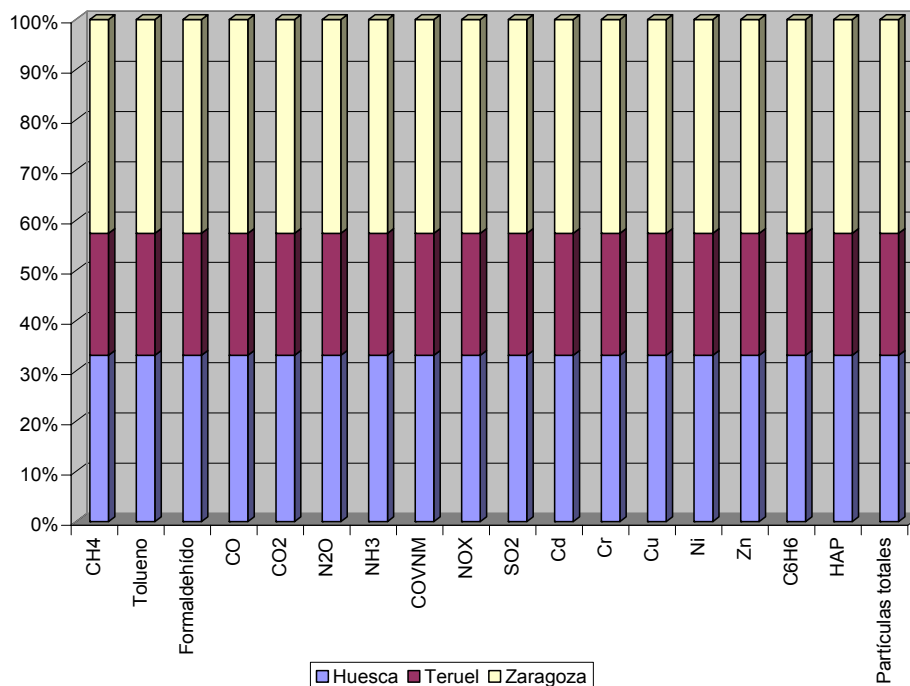


Gráfico 7.2-Distribución provincial de las emisiones procedentes de la maquinaria agrícola

7.3. TRÁFICO FERROVIARIO

En Aragón la única compañía que controla el tráfico ferroviario es RENFE (Red Nacional de Ferrocarriles Españoles). Dicha compañía dispone de dos tipos básicos de locomotoras, las locomotoras eléctricas y las locomotoras diésel. Es este segundo tipo el que se va a tener en cuenta en el presente apartado, ya que es el único que genera emisiones a la atmósfera, debido a que están equipadas con un motor de combustión interna.

Los contaminantes considerados para este inventario son NO_x , CO_2 , SO_2 , CO , COVNM , CH_4 , NH_3 , N_2O , partículas, Cd, Cu, Cr, Ni, Zn, benceno, tolueno, y HAP. Proviene de la combustión en motor diésel del gasóleo B utilizado como combustible.

Para el cálculo de las emisiones se ha optado por aplicar la Metodología CORINAIR, la cual está basada en la aplicación de factores de emisión en función de la cantidad de carburante consumido. Sin embargo para la especiación de los COVNM se ha recurrido a factores aportados por el NPI.

Partiendo del dato de consumo nacional de gasóleo B en trenes, se ha procedido a estimar un consumo del mismo por kilómetro de vía. A continuación, a partir de los kilómetros de vía pertenecientes a cada municipio se han calculado las emisiones desagregadas. Debido a la estructura de las vías en España y en Aragón, y según las fuentes de información consultadas RENFE y ADIF (Administrador de Infraestructuras Ferroviarias)), se sabe que la circulación de la maquinaria diésel no es exclusiva de las

vías sin electrificar, sino que existe en toda clase de vías (excepto en las pertenecientes al paso del AVE). Es por esto que se ha considerado como la opción más idónea la de tener en cuenta para el cálculo de emisiones tanto las vías electrificadas como sin electrificar, tanto a nivel nacional como municipal.

Los datos de consumo de gasóleo a nivel nacional y de kilómetros de vía en España se han obtenido de ADIF, mientras que la longitud del trazado ferroviario municipal en Aragón ha sido aportada por el Gobierno de la Comunidad.

7.3.1. Resultados

En la Tabla 7.3 y el Gráfico 7.3 se muestran los resultados obtenidos a nivel provincial para el tráfico ferroviario.

Tabla 7.3-Tráfico ferroviario

Contaminante	Unidades	Huesca	Teruel	Zaragoza	ARAGÓN
Metano (CH ₄)	kg	386,01	298,16	559,60	1.243,77
Tolueno	kg	146,59	113,23	212,51	472,32
Formaldehído	kg	823,67	636,23	1.194,09	2.653,99
Monóxido de carbono (CO)	kg	22.945,86	17.724,19	33.264,93	73.934,97
Dióxido de carbono (CO ₂)	t	6.726,12	5.195,49	9.750,95	21.672,57
Óxido nitroso (N ₂ O)	kg	2.659,15	2.054,02	3.855,00	8.568,17
Amoníaco (NH ₃)	kg	15,01	11,60	21,76	48,37
COVNM	kg	8.834,31	6.823,94	12.807,23	28.465,48
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	kg	84.921,11	65.596,06	123.111,33	273.628,50
Óxidos de azufre (SO _x)	kg	171,56	132,52	248,71	552,78
Cd y sus compuestos	g	21,44	16,56	31,09	69,10
Cr y sus compuestos	g	107,22	82,82	155,44	345,49
Cu y sus compuestos	g	3.645,60	2.815,99	5.285,08	11.746,68
Ni y sus compuestos	g	150,11	115,95	217,62	483,69
Zn y sus compuestos	g	2.144,47	1.656,47	3.108,87	6.909,81
Benceno (C ₆ H ₆)	kg	100,72	77,80	146,01	324,52
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	kg	66,51	51,38	96,42	214,31
Partículas totales	kg	9.821,68	7.586,61	14.238,63	31.646,93
PM10	Kg	7.484,53	11.043,02	13.119,38	31.646,93

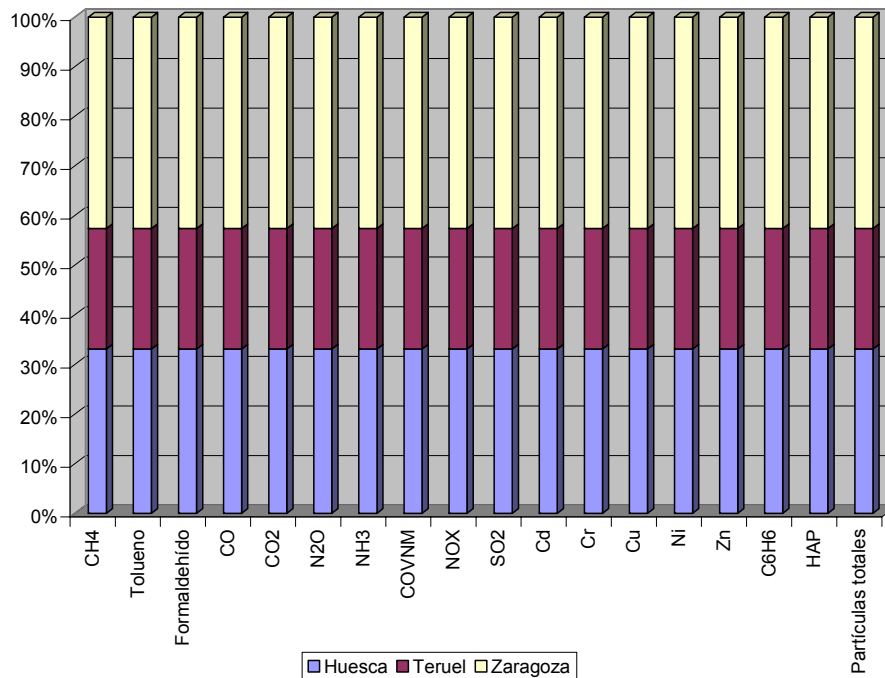


Gráfico 7.3-Distribución provincial de las emisiones procedentes del tráfico ferroviario

En el Gráfico 7.3 se observa como el reparto de contaminantes por provincias es igual para todas las sustancias. Esto se debe a que los factores de emisión propuestos por la metodología para cada contaminante vienen dados en función del consumo de combustible y los kilómetros de vía existentes, los cuales son valores únicos independientemente del contaminantes tratado.

7.4. TRÁFICO AÉREO

En Aragón existen principalmente tres focos de emisión respecto al tráfico aéreo. Por una lado, el aeropuerto civil de Zaragoza, por otro, la Base Aérea Militar y por último, los pequeños aeródromos distribuidos a lo largo de la región. Sin embargo, para este estudio únicamente se van a considerar las emisiones procedentes del aeropuerto civil, ya que es el único foco emisor que experimenta tráfico aéreo comercial y privado de cierta envergadura y del cual se puede conocer la información previa necesaria para la realización del estudio.

El tráfico aéreo registrado en el aeropuerto de Zaragoza es básicamente nacional. Las emisiones provienen de la combustión del queroseno y gasolina de aviación que se utilizan como carburantes en las diversas aeronaves. Los contaminantes estudiados son el CO_2 , CH_4 , N_2O , NO_x , CO , COVNM , SO_2 , Pb , HAP y partículas.

Para el cálculo de las emisiones procedentes de turborreactores se ha optado por aplicar la Metodología CORINAIR para el tráfico aéreo, la cual aporta los factores de emisión en

función del tipo de avión y del número de aterrizajes y despegues que se producen. Dicha metodología ha sido completada con datos de emisión procedentes de motores de aviación y que aparecen en las bases de datos de la ICAO (Internacional Civil Aviation Organization). En el caso de las emisiones procedentes de aviones pistón se ha preferido utilizar los factores de emisión aportados por la IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, los cuales vienen dados en función del consumo de combustible (gasolina de aviación).

La información necesaria para la aplicación de la metodología seleccionada en cada caso proviene de diversas fuentes:

El número de aterrizajes y despegues que se realizaron en el aeropuerto de Zaragoza en el año 2006 en función del tipo de avión ha sido aportado por AENA.

El consumo de combustibles de aviación y las especificaciones de los mismos provienen de CLH (Compañía Logística de Hidrocarburos).

Las características técnicas de cada tipo de avión se han obtenido consultando diversas fuentes bibliográficas.

7.4.1. Resultados

En la Tabla 7.4 se muestran los resultados obtenidos en el cálculo de las emisiones procedentes del tráfico aéreo.

Tabla 7.4-Tráfico aéreo

Contaminante	Unidades	Huesca	Teruel	Zaragoza	ARAGÓN
Metano (CH ₄)	kg	0,00	0,00	1.979,91	1.979,91
Monóxido de carbono (CO)	kg	0,00	0,00	206.633,25	206.633,25
Dióxido de carbono (CO ₂)	t	0,00	0,00	13.443,30	13.443,30
Óxido nitroso (N ₂ O)	kg	0,00	0,00	886,31	886,31
COVM	kg	0,00	0,00	17.770,40	17.770,40
Óxidos de nitrógeno (NO _x)	kg	0,00	0,00	39.312,67	39.312,67
Óxidos de azufre (SO _x)	kg	0,00	0,00	4.212,57	4.212,57
Pb y sus compuestos	g	0,00	0,00	46.284,35	46.284,35
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)	kg	0,00	0,00	2,39	2,39
Partículas totales	kg	0,00	0,00	101,22	84,01

Como se observa en la Tabla 7.4 las únicas emisiones debidas al tráfico aéreo se producen en la provincia de Zaragoza. Esto se debe a que la metodología utilizada propone a los aeropuertos como fuentes puntuales de emisión, debido a que se considera que los ciclos de aterrizaje y despegue albergan la mayor carga específica emitida.