



MASTER EN AUTOMOCIÓN

ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE MÁSTER

SIMULACIÓN DE EMISIONES Y CONSUMO DE COMBUSTIBLE DE LA FLOTA DE VALLADOLID CON COPERT 4

Autor: D. José Antonio Almodóvar Fernández

Tutora: D.^a Blanca Giménez Olavarría

Valladolid, Julio de 2015

Escuela Ingenierías Industriales

Depto. Ing^a Energética y Fluidomecánica

Paseo del Cauce s/n

47011 Valladolid
(España)



Fundación Cidaut

Parque Tecnológico de Boecillo, 209

47151 Boecillo (Valladolid)

España



RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Máster (TFM) se lleva a cabo la simulación de las emisiones atmosféricas y consumo de combustible de tres supuestas flotas de vehículos para la ciudad de Valladolid. En la primera y segunda de las flotas se introducen todos los vehículos con la normativa/tecnología que cumplían cuando salieron a la venta al mercado. En la tercera flota se introducen el mismo número de vehículos que en las flotas anteriores, pero todos cumplen la última normativa/tecnología en vigor.

Todos los cálculos se han realizado con el programa Copert 4. Se trata de un software específico desarrollado para el cálculo de las emisiones atmosféricas de los vehículos, basado en la metodología del "EMEP/EAA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook".

Copert 4 en función de una serie de parámetros referentes a las condiciones climáticas del país, características del combustible, recorridos típicos, tipos de vehículos y normativa anticontaminante aplicable, es capaz de calcular el consumo de combustible, las emisiones de CO₂ y el resto de contaminantes gaseosos (regulados y no regulados), partículas y elementos metálicos. El programa distingue además entre las emisiones en recorrido urbano, recorrido interurbano o rural y vías de alta velocidad (autopistas y autovías).

En el proyecto se detallan paso a paso todos los datos de entrada necesarios para el cálculo de emisiones y consumo de combustible, así como todos los resultados que se obtienen. Por lo tanto, este Trabajo Fin de Máster puede servir de manual para el desarrollo de otros proyectos.

Al final del trabajo se encuentra la comparación entre las tres flotas introducidas en el software. Se puede observar como las emisiones atmosféricas han disminuido debido a las reducciones en los límites que se han ido implementando con la evolución de las normativas. Para ello los fabricantes de vehículos han tenido que recurrir a la implementación de nuevas tecnologías, así como al incremento de la eficiencia del motor y del vehículo.

ENGLISH TITLE

SIMULATION OF EMISSIONS AND FUEL CONSUMPTION OF THE VEHICLE FLEET FROM VALLADOLID WITH COPERT 4

ABSTRACT

In this Thesis the simulation of atmospheric emissions and fuel consumption of three different fleets is carried out in Valladolid. In the first and second fleets all vehicles are introduced with the technology (legislation) when they went on sale in the market. In the third fleet the same number of vehicles are introduced but with the latest technologies.

All calculations are performed with Copert 4. It is a software tool used world-wide to calculate air pollutant and greenhouse gas emissions from road transport, based on the methodology of "EMEP / EAA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook".

Copert 4 is based on a number of parameters, such as climatic conditions of the country, fuel characteristics, typical roads, types of vehicles and pollution control regulations applicable. The software calculates fuel consumption, CO₂ emissions and all other gas emissions (regulated and unregulated), particles and metallic elements. Furthermore, it also distinguishes between emissions on urban roads, rural roads and highways.

In the Thesis, all the necessary input data to calculate emissions and fuel consumptions are explained in detail, as well as the results obtained. Therefore, this Thesis can be used as a guidebook to develop other such work.

The comparisons between the three fleets are obtained and detailed in graphs. Pollutants and fuel consumptions have decreased due to reductions in the pollutant levels that have been implemented with the evolution of the regulations. For this purpose vehicle manufacturers have developed new technologies and increased engine and vehicle performance.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, que aunque cada vez estoy más lejos de ellos siempre están ahí.

A mi hermana, que me alegra los días.

A Francisco, autor de la idea de hacer este proyecto.

A Blanca, por haber hecho posible que este proyecto se hiciera en la distancia.

Y sobre todo, a esa persona que está desde hace poco en mi vida pero lo es todo para mí.

NOMENCLATURA

HC: Hidrocarburos

NO_x (NO y NO₂): Óxidos de nitrógeno

SO_x (SO y SO₂): Óxidos de azufre

N₂O: Óxido nitroso

CH₄: Metano

COV: Compuestos orgánicos volátiles

COVNM: Compuestos orgánicos volátiles a excepción del metano (COV – CH₄)

CO: Monóxido de carbono

CO₂: Dióxido de carbono

NH₃: Amoníaco

Pb: Plomo

As: Arsénico

Cd: Cadmio

Cu: Cobre

Cr: Cromo

Hg: Mercurio

Se: Selenio

Ni: Níquel

Zn: Zinc

HAPs: Hidrocarburos aromáticos policíclicos

COPs: Contaminantes orgánicos persistentes

PST (PM): Partículas en suspensión totales (particulate matter)

PM₁₀: Partículas en suspensión de diámetro aerodinámico ≤ que 10μ

PM_{2.5}: Partículas en suspensión de diámetro aerodinámico ≤ que 2,5μ

COPERT: Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport

PC: Vehículos de pasajeros (Passenger Cars)

LDV: Vehículos ligeros (Light Duty Vehicles)

HDV: Vehículos pesados (Heavy Duty Vehicles)

HR (RH): Humedad relativa (Relative humidity)

PN: Parque Nacional de vehículos

SCR: Reducción catalítica selectiva (Selective catalytic reduction)

A/C: Aire acondicionado

EC: Carbono elemental

OM: Carbono orgánico

(NH₂)₂CO: Urea

t: Tonelada

EGR: Recirculación gases de escape (Exhaust gas recirculation)

GDI: Inyección directa gasolina (Gasoline Direct Injection)

HCCI: Encendido por compresión carga homogénea (Homogeneous Charge Compression Ignition)

GNC (CNG): Gas natural comprimido (Compressed Natural Gas)

GLP (LPG): Gas licuado del petróleo (Liquefied petroleum gas)

Ltrip: Recorrido medio (km)

t_trip: Tiempo de recorrido (h)

INDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	Objetivos	2
1.3	Planteamiento del trabajo	3
2	SITUACIÓN Y/O ESTADO DEL ARTE/TÉCNICA.....	5
3	COPERT 4	7
3.1	Categorías	7
3.2	Tecnologías	8
3.3	Tipos de conducción	9
3.4	Tipos de emisiones	9
3.5	Metodología	9
3.5.1	Emisiones de escape	10
3.5.2	Emisiones por evaporación.....	14
3.5.3	Otras emisiones	16
4	DATOS INTRODUCIDOS EN COPERT 4.....	17
4.1	Flota supuesta ciudad de Valladolid 2012 (Datos de entrada necesarios).....	18
4.1.1	Selección de país y año	18
4.1.2	Información del país.....	19
4.1.3	Información del combustible.....	20
4.1.4	Añadir/borrar vehículos	22
4.1.5	Datos de entrada de la flota	23
4.1.6	Datos de entrada de circulación.....	36
4.2	Flota supuesta ciudad de Valladolid 2012 (Datos de entrada complementarios).....	37
4.2.1	Datos de entrada de evaporación	37
4.2.2	Emisiones de CO2 debido al aceite lubricante.....	38
4.2.3	Carga del vehículo, ejes.....	39
4.2.4	Pendiente de la carretera	39
4.2.5	Uso de SCR	40
4.2.6	Uso de A/C.....	41
4.2.7	Relación NO2/NOx.....	42
4.2.8	Fracción de EC y OM en PM.....	43
4.2.9	Degradación por kilometraje	44
4.2.10	Factor reducción del parámetro β	44
4.2.11	Parámetros de los factores de emisión caliente/frío.....	45
4.3	Flota supuesta ciudad de Valladolid 2008.....	47
4.4	Flota supuesta ciudad de Valladolid 2015.....	50

5	RESULTADOS Y COMPARACIÓN ENTRE FLOTAS.....	53
5.1	Consumo de combustible.....	54
5.2	Emisiones de CO2 a la atmósfera.....	54
5.3	Otras emisiones gaseosas.....	55
5.4	Emisiones de partículas.....	56
5.5	Emisiones de metales a la atmósfera.....	57
6	CONCLUSIONES.....	59
7	REFERENCIAS.....	61
7.1	Software.....	61
7.2	Webs.....	61
	ANEXO 1. Tipos de vehículos flota supuesta ciudad de Valladolid 2012.....	63

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Debido al alto grado de responsabilidad del transporte en el ámbito de la contaminación atmosférica, los organismos se han visto obligados a adoptar medidas que limiten la cantidad total emitida de determinadas sustancias con el fin de reducir el aumento de contaminación generada en los últimos años.

Las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), hidrocarburos (HC), monóxido de carbono (CO) y partículas están reguladas para la mayoría de los tipos de vehículos, aplicándose para cada tipo de vehículo normas diferentes llevadas a cabo por la Unión Europea (normativas EURO).

Una **norma europea sobre emisiones** es un conjunto de requisitos que regulan los límites aceptables para las emisiones de gases de combustión de los vehículos nuevos vendidos en los Estados Miembros de la Unión Europea. Las normas de emisión se definen en una serie de directivas de la Unión Europea con implantación progresiva que son cada vez más restrictivas.

Los óxidos de nitrógeno (**NO_x**) son potencialmente peligrosos para el ser humano ya que causa lesiones y cambios destructivos en los pulmones. Los motores diesel son altamente productores de óxidos de nitrógeno, ya que éstos se producen en altas cantidades cuando se tienen temperaturas de combustión muy elevadas.

Los hidrocarburos (**HC**) se emiten a la atmósfera cuando el combustible se queda sin quemar. Los hidrocarburos en el aire en concentraciones altas producen irritación de las mucosas.

Los motores diesel producen menor cantidad de monóxido de carbono (**CO**) que los motores a gasolina, sin embargo, la elevada admisión de aire de los motores diesel es la responsable de la producción de éste. Respirar cantidades menores de este gas produce vértigo, fatiga y cefalea y en cantidades mayores evita el transporte de oxígeno a la sangre y puede producir la muerte. El síntoma común cuando se está respirando elevada cantidad de monóxido de carbono es el sueño.

Las **partículas** perjudiciales para el hombre son las partículas menores a 10 micras, que pueden penetrar en las vías respiratorias, lo cual tienen el potencial para producir efectos sobre la salud. Los motores diesel son los que más aportan al medio ambiente en lo que a partículas sólidas se refiere, como el hollín, que es el más evidente a simple vista como humo negro en los escapes. Es producido por la falta de homogeneidad en la mezcla del combustible y las altas temperaturas.

Respecto al **CO₂** la comisión europea decidió en 2009 obligar a una reducción de emisiones progresiva que persigue alcanzar los 95 g/km de media por coche fabricado por cada fabricante. Este valor se acerca a las emisiones medias de algunos fabricantes de vehículos de gama media-baja. Algunos pasos de la regulación 443/2009 son:

- El porcentaje de vehículos de cada fabricante que deberán estar por debajo de la media irá creciendo progresivamente: 65% en 2012, 75% en 2013, 80% en 2014 y 100% a partir de 2015.
- Si la media de emisiones de la flota fabricada por una empresa aumenta respecto a 2012 deberá pagar una penalización.
- En 2020, el objetivo es que las emisiones sean de 95 g/km. A partir de 2013 se comenzará a debatir las medidas necesarias para ello.

Éste es el gas de efecto invernadero más abundante.

Los vehículos nuevos no conformes con su normativa tienen prohibida su venta, pero las normas nuevas no son aplicables a los vehículos que ya están en circulación.

COPERT (Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport) es una herramienta de software utilizada mundialmente para calcular emisiones contaminantes del aire y de efecto invernadero del transporte por carretera. El desarrollo de COPERT está coordinado por la Agencia Europea de medio ambiente (AEMA), en el marco de las actividades del Centro Europeo para la contaminación del aire y la mitigación del cambio climático.

El centro común de investigación de la Comisión Europea gestiona el desarrollo científico del modelo. COPERT ha sido desarrollado para la preparación de inventarios de emisión de gases del transporte de carretera, oficial en los países miembros del EEE (Espacio económico europeo). Sin embargo, es aplicable a toda la investigación pertinente, las aplicaciones científicas y académicas.

La metodología de COPERT 4 es parte de la Guía de inventario de emisión contaminante EMEP/EEE de aire para el cálculo de las emisiones de contaminantes de aire y está en consonancia con las directrices del IPCC de 2006 para el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero. El uso de una herramienta de software para calcular las emisiones del transporte vial permite unas transparentes y uniformes, por lo tanto coherentes y comparables recogidas de datos y procedimiento de emisiones de informes, de conformidad con los requisitos de las convenciones internacionales, protocolos y legislación de la UE.

COPERT 4 es la **versión** oficial de COPERT desde noviembre de 2006. La versión 10.0 del software está disponible desde noviembre de 2012. Esta versión cubre las tecnologías de todos los vehículos de la Euro 6 de turismos, Euro VI para vehículos pesados y Euro 3 para motocicletas.

En este proyecto se va a usar la última versión del software gratuito COPERT 4 (versión 11.2).

La empresa Emisia S.A., una empresa especializada en las áreas de inventarios y modelado de emisiones y en estudios de evaluación de impacto de las políticas ambientales, es la creadora de este programa.



Figura 1.1 Logotipo Copert 4

1.2 *Objetivos*

En el presente documento se calculan las **emisiones** y el **consumo de combustible** para **tres supuestas flotas de vehículos** de la ciudad de **Valladolid**.

Las **dos primeras flotas** están formadas por los vehículos que forman la flota de Valladolid en los años 2008 y 2012, clasificados según su categoría y normativa (tecnología) que cumplen. La **tercera flota**, año 2015, está formada por las mismas categorías de vehículos, pero éstos cumplen con las tecnologías más recientes. Debido a que no se conoce el parque de vehículos de la ciudad de Valladolid de una manera detallada se han realizado una serie de **hipótesis** que son explicadas en el presente proyecto.

Se demostrará como las emisiones y el consumo de combustible se reducen debido a que las recientes tecnologías son más estrictas.

1.3 *Planteamiento del trabajo*

El trabajo se puede dividir en tres partes principalmente:

- Descripción del **programa Copert 4** y la **metodología** utilizada para la realización de los cálculos de las emisiones y del consumo de combustible de una determinada flota de vehículos.
- Introducción de las tres flotas supuestas de la ciudad de Valladolid. Se describen todos los pasos seguidos para la **introducción de todos los datos en el programa**, así como las **hipótesis** que se han tenido en cuenta a la hora de introducir los datos.
- Obtención de **resultados** con Copert 4 para las tres flotas introducidas y **comparación** entre ellas mediante gráficos que permiten una mejor visualización de los resultados.

2 SITUACIÓN Y/O ESTADO DEL ARTE/TÉCNICA

Tradicionalmente, los vehículos han sido equipados con motores de combustión interna que funcionan con combustibles fósiles (gasolina, diesel, GLP, GNC, etc.).

Los **motores gasolina** se utilizan en vehículos pequeños (hasta 3,5t MMA) debido a que su relación potencia/peso es superior y su rango de operación más amplio en comparación con los motores diesel. Algunas de las razones que también han sido responsables de esto pueden ser el menor ruido y un funcionamiento más refinado. Para vehículos muy pequeños (ciclomotores y motocicletas), motores de dos tiempos han sido los utilizados principalmente, sobre todo en el pasado, debido a la elevada relación potencia/peso.

Los **motores diesel** en el otro lado dominan en aplicaciones de vehículos grandes debido a una mayor eficiencia respecto a los motores de gasolina.

Últimamente, sin embargo, se observa un creciente cambio a los motores diesel para vehículos de pasajeros, que ahora corresponden a la mayor parte de las matriculaciones de automóviles en varios países europeos. Las Estadísticas de ACEA (2006) muestran que el 48,3% de los turismos vendidos en Europa en 2005 fueron diesel, con cuotas de hasta el 70% para países como Alemania, Austria, Bélgica y Francia. Este es un resultado de la mayor eficiencia de combustible de los motores diesel y mejoras tecnológicas que aumentan la densidad de potencia de salida para el tamaño de motor dado.

Actualmente hay **nuevas tecnologías** disponibles, que apuntan a disminuir el consumo de energía y las emisiones contaminantes. Estas tecnologías incluyen nuevos procesos de combustión para motores de combustión interna (Gasoline Direct Injection GDI, Controlled Auto-Ignition, Homogeneous Charge Compression Ignition HCCI), nuevos combustibles (Compressed Natural Gas CNG) y sistemas de propulsión alternativos (híbridos - que significa una combinación de motor de combustión interna y un motor eléctrico, vehículos de pila de combustible, etc.). Algunas de estas tecnologías (por ejemplo, GDI, híbridos) se convierten en muy popular hoy en día, mientras que otros todavía están en la fase de desarrollo.

Dada la diversidad de conceptos de propulsión, el **cálculo de las emisiones** de los vehículos es un **procedimiento complicado y exigente**, que requiere de la disponibilidad de datos de actividad de buena calidad y de las tasas de emisión.

Aparte de **COPERT 4** existen otros **software de modelización de la contaminación atmosférica**, entre los que destacan:

➤ **CAMO (Cellular Automata Model) (Universidad Politécnica de Madrid)**

CAMO es un modelo de simulación del tráfico vehicular para entornos urbanos de gran precisión y que se fundamenta en los modelos autómatas celulares. Permite generar emisiones en un entorno urbano con gran detalle para poder ser utilizadas con sistemas CFD (MIMO).

➤ **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 clave del sistema de predicción de la calidad del aire en España (CALIOPE).

➤ **MOBILE6**

Software utilizado para modelizar las emisiones producidas por vehículos. Es un modelo de factor de emisiones de HC, CO, NO_x, CO₂, partículas (PM) y compuestos tóxicos emitidos por coches, camiones y motocicletas bajo diversas condiciones.

➤ **SMOKE**

Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (SMOKE) es un sistema de procesamiento de emisiones diseñado para crear emisiones horarias de un amplio número de contaminantes (incluyendo partículas y compuestos tóxicos) en una malla para servir de entrada a una extensa variedad de modelos de calidad del aire (CMAQ, REMSAD, CAMX y UAM). 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.

3 COPERT 4

Como se ha comentado anteriormente el control de las emisiones de los vehículos ha sido el objetivo de la legislación europea desde los años 70, siendo estas cada vez más estrictas. Con el fin de cumplir con esos requisitos, los fabricantes de vehículos han ido mejorando la tecnología de sus motores e introduciendo sistemas de control de emisiones. Como resultado, los vehículos de hoy en día son más limpios que los vehículos de hace dos décadas respecto los contaminantes convencionales.

En COPERT 4 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.

A continuación se muestran las distintas **categorías** de vehículos existentes en Copert 4 y la **legislación** que cumple cada uno de ellos, así como los diferentes **tipos de conducción**, **tipos de emisiones** y **metodología** de cálculo empleada.

3.1 Categorías

Las categorías contenidas en Copert 4 son las que se muestran en la siguiente tabla.


















Passenger Cars PC (Vehículos de pasajeros)			
Light Duty Vehicles LDV (Vehículos ligeros)			
Heavy Duty Vehicles HDV (Vehículos pesados)			
Mopeds (Ciclomotores)			
Motorcycles (Motocicletas)			
Buses (Autobuses)			
			

Tabla 3.1 Categorías Copert 4

Dentro de cada una de estas categorías podemos encontrar los siguientes subgrupos.

- **Passenger Cars**
 - ✓ Gasoline (<0.8 l, 0.8-1.4 l, 1.4-2.0 l, >2.0 l)
 - ✓ Diesel (<1.4 l, 1.4-2.0 l, >2.0 l)
 - ✓ LPG
 - ✓ E85

- ✓ CNG
- ✓ 2-Stroke
- ✓ Hybrid Gasoline (<1.4 l, 1.4-2.0 l, >2.0 l)
- **Light Duty Vehicles**
 - ✓ Gasoline (<3.5t)
 - ✓ Diesel (<3.5t)
- **Heavy Duty Vehicles**
 - ✓ Gasoline (>3.5t)
 - ✓ Diesel (14 categorías según el peso)
- **Mopeds (Gasoline Leaded)**
 - ✓ 2-stroke (<50 cm³)
 - ✓ 4-stroke (<50 cm³)
- **Motorcycles (Gasoline Leaded)**
 - ✓ 2-stroke (>50 cm³)
 - ✓ 4-stroke (<250 cm³, 250-750 cm³, >750cm³)
- **Buses**
 - ✓ Diesel (5 categorías según la tipología)
 - ✓ CNG
 - ✓ Biodiesel

3.2 Tecnologías

Las emisiones de los vehículos han sido controladas por la legislación europea desde la década de 1970. Los vehículos se clasifican en función de su nivel de tecnología de control de emisiones. Las tecnologías disponibles en Copert 4 son las siguientes.

- **Passenger Cars**
 - ✓ PRE ECE (~1970 technology)
 - ✓ ECE 15/00-01
 - ✓ ECE 15/00-02
 - ✓ ECE 15/00-03
 - ✓ ECE 15/00-04
 - ✓ Improved Conventional
 - ✓ Open Loop
 - ✓ PC Euro 1 - 91/441/EEC
 - ✓ PC Euro 2 - 94/12/EEC
 - ✓ PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
 - ✓ PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
 - ✓ PC Euro 5 - EC 715/2007
 - ✓ PC Euro 6 - EC 715/2007
 - ✓ PC Euro 6c - EC 715/2007
- **Light Duty Vehicles**
 - ✓ Conventional
 - ✓ LD Euro 1 - 93/59/EEC
 - ✓ LD Euro 2 - 96/69/EEC
 - ✓ LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
 - ✓ LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
 - ✓ LD Euro 5 - 2008 Standards
 - ✓ LD Euro 6
 - ✓ LD Euro 6c

- **Heavy Duty Trucks / Buses**
 - ✓ Conventional
 - ✓ HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
 - ✓ HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
 - ✓ HD Euro III - 2000 Standards
 - ✓ HD Euro IV - 2005 Standards
 - ✓ HD Euro V - 2008 Standards
 - ✓ HD Euro VI
- **Mopeds / Motorcycles**
 - ✓ Conventional
 - ✓ Euro I
 - ✓ Euro II
 - ✓ Euro III

3.3 Tipos de conducción

Para cada categoría se definen tres escenarios distintos de conducción: urbano, rural y de autovía, 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.

3.4 Tipos de emisiones

La 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.

3.5 Metodología

El programa COPERT 4 emplea **metodologías específicas** para determinar las cantidades de elementos contaminantes emitidas por las distintas categorías de vehículos existentes en Europa en función de una serie de hipótesis de partida.

Las **emisiones de los vehículos** se muestran en la figura 3.1 donde se puede diferenciar:

- En **rojo**, las **emisiones de escape** de los vehículos.
- En **azul**, las **emisiones por evaporación**, el **desgaste de la carretera** (abrasión del pavimento) causado por los vehículos y el **desgaste de los neumáticos y frenos** de los vehículos.

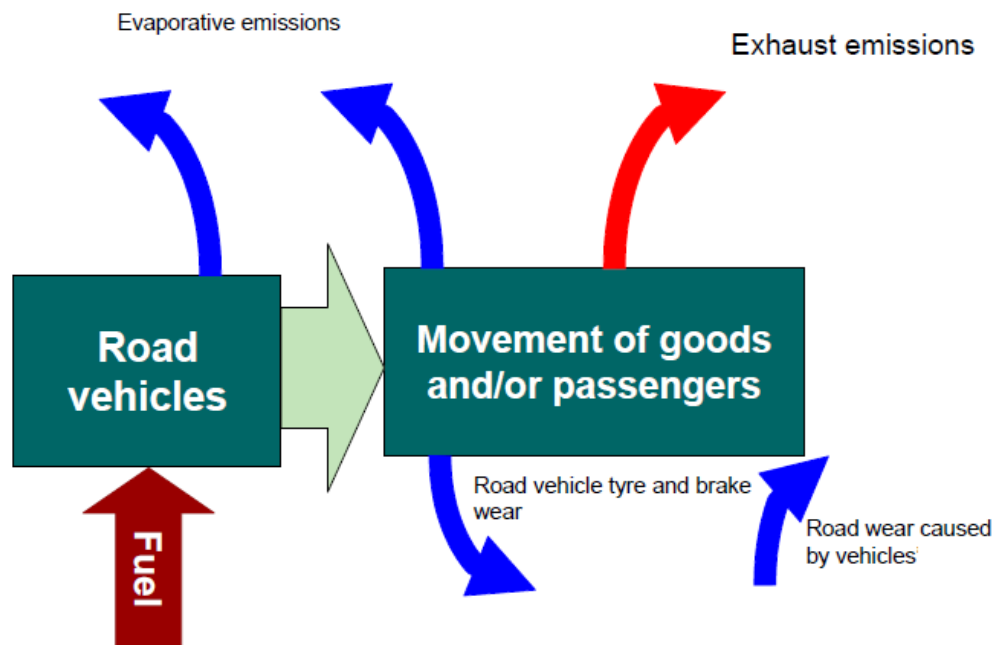


Figura 3.1 Emisiones de los vehículos [adaptado del manual de COPERT 4]

3.5.1 Emisiones de escape

Los contaminantes más importantes emitidos por los vehículos son:

- precursores del ozono (CO, NO_x, COVNM)
- gases de efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O)
- sustancias acidificantes (NH₃, SO₂)
- masa de partículas (PST)
- especies cancerígenas (HAPs y COPs)
- sustancias tóxicas (dioxinas y furanos)
- metales pesados contenidos en el combustible (plomo, arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, níquel, selenio y zinc)

De acuerdo con el **nivel de detalle** disponible, y el **enfoque** adoptado para el cálculo de las emisiones, los contaminantes correspondientes a las **emisiones de escape** se pueden dividir en los siguientes **cuatro grupos**.

Grupo 1. Contaminantes para los que existe una metodología detallada, basados en factores de emisión específicos y cubriendo diferentes situaciones de tráfico (urbano, rural y autovía) y condiciones del motor. Los contaminantes incluidos en este grupo se enumeran en la Tabla 3.2.

Pollutant	Equivalent
Carbon monoxide (CO)	Given as CO
Nitrogen oxides (NO _x : NO and NO ₂)	Given as NO ₂ equivalent
Volatile organic compounds (VOCs)	Given as CH _{1,85} equivalent (also given as HC in emission standards)
Methane (CH ₄)	Given as CH ₄
Non-methane VOCs (NMVOCs)	Given as VOCs (or HC) minus CH ₄
Nitrous oxide (N ₂ O)	Given as N ₂ O
Ammonia (NH ₃)	Given as NH ₃
Particulate matter (PM)	The mass of particles collected on a filter kept below 52 °C during diluted exhaust sampling. This corresponds to PM _{2,5} . Coarse exhaust PM (i.e. > 2.5 µm diameter) is considered to be negligible, hence PM=PM _{2,5} .
PM number and surface area	Given as particle number and particle active surface per kilometre, respectively

Tabla 3.2 Contaminantes Grupo 1 [adaptado del manual de COPERT 4]

Las **emisiones en caliente** (figura 3.2) se determinan mediante la aplicación de factores que dependen de los parámetros del motor, año de producción (legislación), modo de conducción (tipo de vía) y velocidad media del vehículo. Además de estos factores de emisión se necesitan otros parámetros, como la población de vehículos de cada tipo, porcentaje que el vehículo es utilizado en cada vía (distancia en kilómetros en cada vía) y kilometraje recorrido por el vehículo por año.

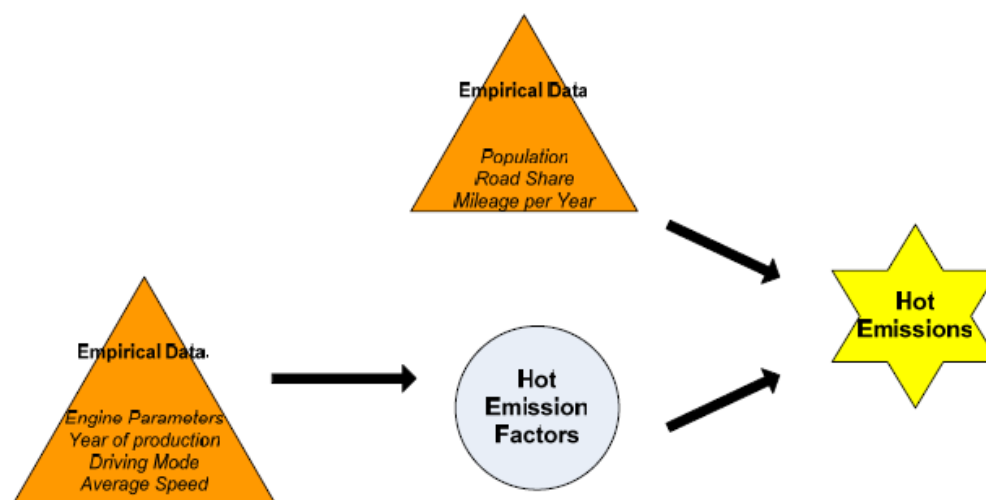


Figura 3.2 Esquema cálculo emisiones en caliente

Las **emisiones producidas con el motor frío** (figura 3.3) se incluyen como emisiones adicionales a las producidas con el motor en caliente debidas al periodo inicial de funcionamiento del motor, cuando este está frío. Aunque estas emisiones tienen lugar en todas las pautas de conducción y categorías de vehículos, en la metodología COPERT 4 solamente se aplican factores de emisión para vehículos ligeros destinados al transporte de pasajeros o mercancías en pautas de conducción urbanas.

Los factores de emisión con el motor en frío son calculados basados en los factores de emisión en caliente, parámetros del motor, año de producción y modo de conducción.

Las emisiones producidas con el motor en frío se basan en los factores de emisión con el motor en frío y en otros parámetros (cantidad de kilómetros recorridos en modo de conducción urbano, población de vehículos, tipo de combustible, kilometraje anual y longitud media de viaje).

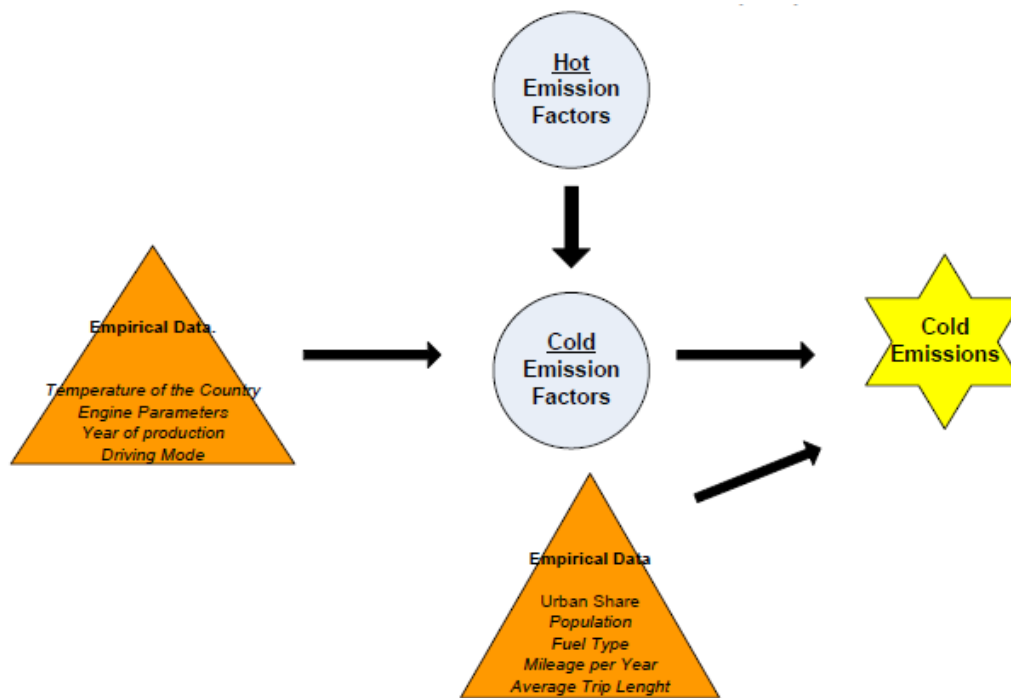


Figura 3.3 Esquema cálculo emisiones en frío

Grupo 2. Contaminantes calculados en función del consumo de combustible, y los resultados son de la misma calidad que los contaminantes del Grupo 1. Estos contaminantes se listan en la Tabla 3.3.

Pollutant	Equivalent
Carbon dioxide (CO ₂)	Given as CO ₂
Sulphur dioxide (SO ₂)	Given as SO ₂
Lead (Pb)	Given as Pb
Arsenic (As)	Given as As
Cadmium (Cd)	Given as Cd
Chromium (Cr)	Given as Cr
Copper (Cu)	Given as Cu
Mercury (Hg)	Given as Hg
Nickel (Ni)	Given as Ni
Selenium (Se)	Given as Se
Zinc (Zn)	Given as Zn

Tabla 3.3 Contaminantes Grupo 2 [adaptado del manual de COPERT 4]

Las emisiones de los contaminantes de este grupo dependen básicamente de la composición y cantidad de carburante utilizado y, en un segundo término, de las condiciones de circulación del vehículo.

La metodología COPERT considera que la totalidad de los metales pesados contenidos en el carburante es emitida a la atmósfera (con la excepción del plomo, del que se emite únicamente un 75%), así como la totalidad del azufre y del carbono, los cuales contribuyen a la formación de SO₂ y CO₂ respectivamente. Las emisiones de CO₂ se refieren siempre a emisiones finales, esto es, a la salida del escape.

Grupo 3. Contaminantes para los que se aplica una metodología simplificada, principalmente debido a la ausencia de datos detallados. Este grupo contiene los contaminantes que figuran en la Tabla 3.4.

Pollutant	Equivalent
Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and persistent organic pollutants (POPs)	Detailed speciation, including indeno(1,2,3-cd) pyrene, benzo(k)fluoranthene, benzo(b)fluoranthene, benzo(g,h,i)perylene, fluoranthene, benzo(a)pyrene
Polychlorinated dibenzo dioxins (PCDDs) and polychlorinated dibenzo furans (PCDFs)	Given as dioxins and furans respectively

Tabla 3.4 Contaminantes Grupo 3 [adaptado del manual de COPERT 4]

Grupo 4. Contaminantes que son calculados como una fracción del total de emisiones de COVNM (compuestos orgánicos volátiles distintos del metano). Se muestran en la tabla 3.5.

Pollutant	Equivalent
Alkanes (C_nH_{2n+2}):	Given in alkanes speciation
Alkenes (C_nH_{2n}):	Given in alkenes speciation
Alkynes (C_nH_{2n-2}):	Given in alkynes speciation
Aldehydes ($C_nH_{2n}O$)	Given in aldehydes speciation
Ketones ($C_nH_{2n}O$)	Given in ketones speciation
Cycloalkanes (C_nH_{2n})	Given as cycloalkanes
Aromatic compounds	Given in aromatics speciation

Tabla 3.5 Contaminantes Grupo 4 [adaptado del manual de COPERT 4]

Las **emisiones totales de gases de escape** del transporte por carretera se calculan como la suma de las emisiones en caliente (con el motor a su temperatura normal de funcionamiento) y las emisiones durante el funcionamiento del motor térmico en estado transitorio.

En resumen, el total de emisiones se pueden calcular por medio de la siguiente ecuación:

$$E_{TOTAL} = E_{HOT} + E_{COLD}$$

Las emisiones de vehículos son muy dependientes de las condiciones de funcionamiento del motor. Diferentes **situaciones de conducción** imponen diferentes condiciones de operación del motor y, por tanto, un nivel de emisiones distintas. En este sentido, se hace una distinción entre conducción urbana, rural y en autovía. Por lo tanto, diferentes datos actividad y factores de emisión se atribuyen a cada situación de conducción.

$$E_{TOTAL} = E_{URBAN} + E_{RURAL} + E_{HIGHWAY}$$

Las emisiones totales se calculan mediante la combinación de los datos de actividad para cada categoría de vehículo con factores de emisión adecuados. Los factores de emisión varían de acuerdo a los datos de entrada (situaciones de conducción, condiciones climáticas).

Además, se requiere información sobre el consumo de combustible y las especificaciones del combustible para mantener un equilibrio de combustible entre las cifras proporcionadas por el usuario y los cálculos. Un resumen de las variables requeridas - y los valores calculados intermedios - se da en el diagrama de flujo de la figura 3.4. Además de los factores y parámetros explicados anteriormente también influyen otros como la degradación por kilometraje y los efectos del combustible, que se explican con detalle en el capítulo 4.

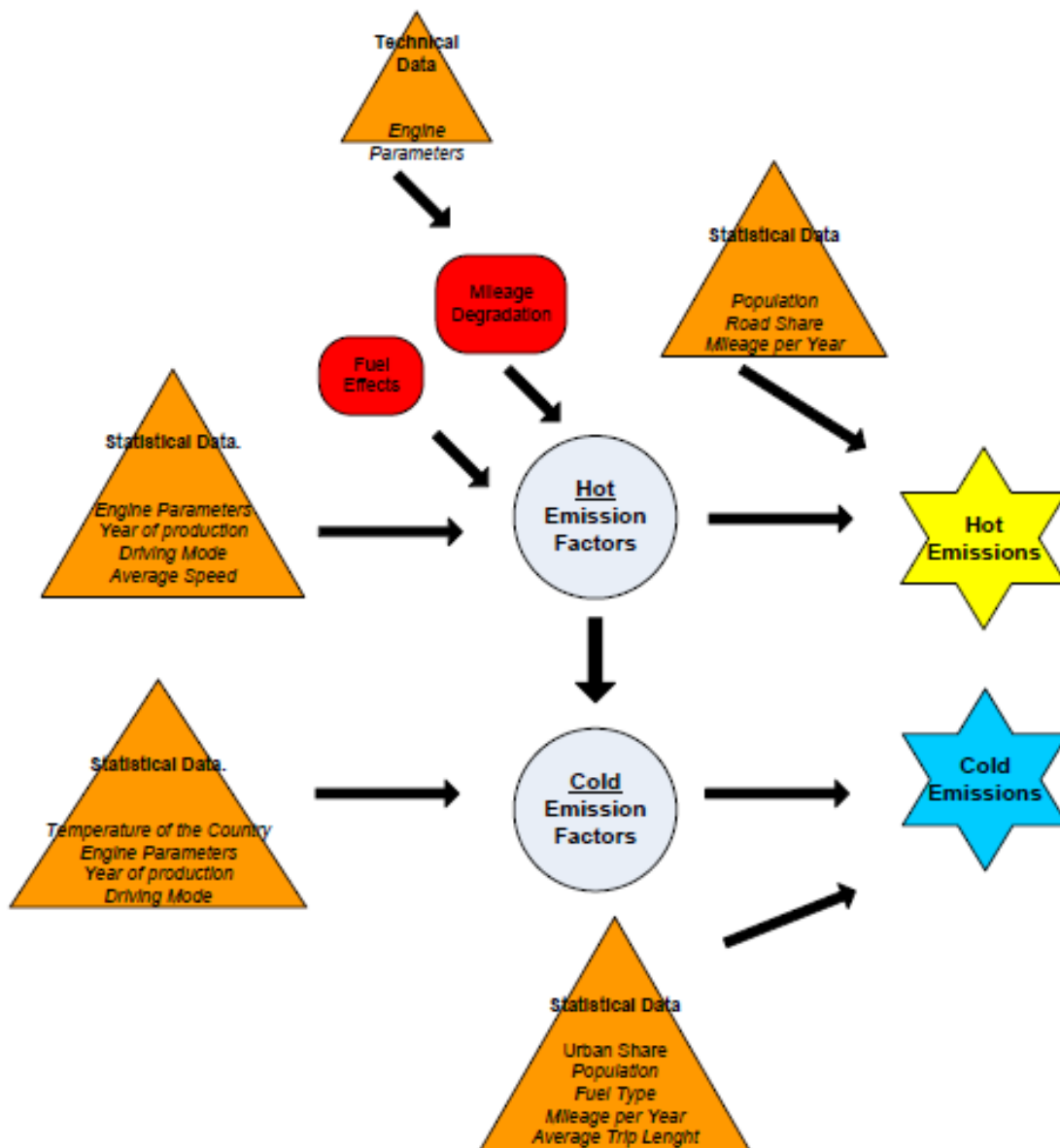


Figura 3.4 Diagrama general de cálculo

3.5.2 Emisiones por evaporación

El término “**emisiones por evaporación**” se refiere a la suma de todas las emisiones de COVNM relacionados con los combustibles que no proceden del proceso de combustión.

La contribución ha venido disminuyendo en los últimos años como resultado de la introducción de sistemas de control.

En los vehículos actuales las emisiones de evaporación se controlan por medio de un **filtro de carbón activo** (también denominado canister o bote) conectado al depósito de combustible. El bote contiene carbón activo con el fin de retener provisionalmente los hidrocarburos evaporados del depósito de gasolina.

La mayoría de las **emisiones de evaporación** de COV (compuestos orgánicos volátiles) **proceden** de los sistemas de combustible (tanques, sistemas de inyección y líneas de combustible) de los **vehículos de gasolina**.

Las **emisiones de evaporación de los vehículos diesel** se consideran **insignificantes** debido a la presencia de hidrocarburos más pesados y la presión de vapor relativamente bajo del combustible diesel, y se pueden despreciar en los cálculos.

Las **fuentes más importantes de emisiones por evaporación** de un vehículo son los siguientes:

- **Pérdidas de respiración a través de la ventilación del depósito de combustible.** Las pérdidas de respiración son debido a la evaporación de combustible en el depósito durante la conducción y el estacionamiento, como resultado de la variación normal de la temperatura diurna.
- **Permeación/fugas de combustible.** La filtración de combustible líquido y penetración a través de componentes de plástico o caucho del combustible y el sistema de control de vapor contribuyen significativamente al total de las emisiones de evaporación.

Al modelar las emisiones de evaporación debido a las pérdidas de respiración y permeación del combustible, tres **mecanismos** separados suelen ser considerados (figura 3.5):

I) **Pérdidas diurnas**

II) **Pérdidas en los procedimientos de encendido y apagado del motor**

III) **Pérdidas en recorrido**

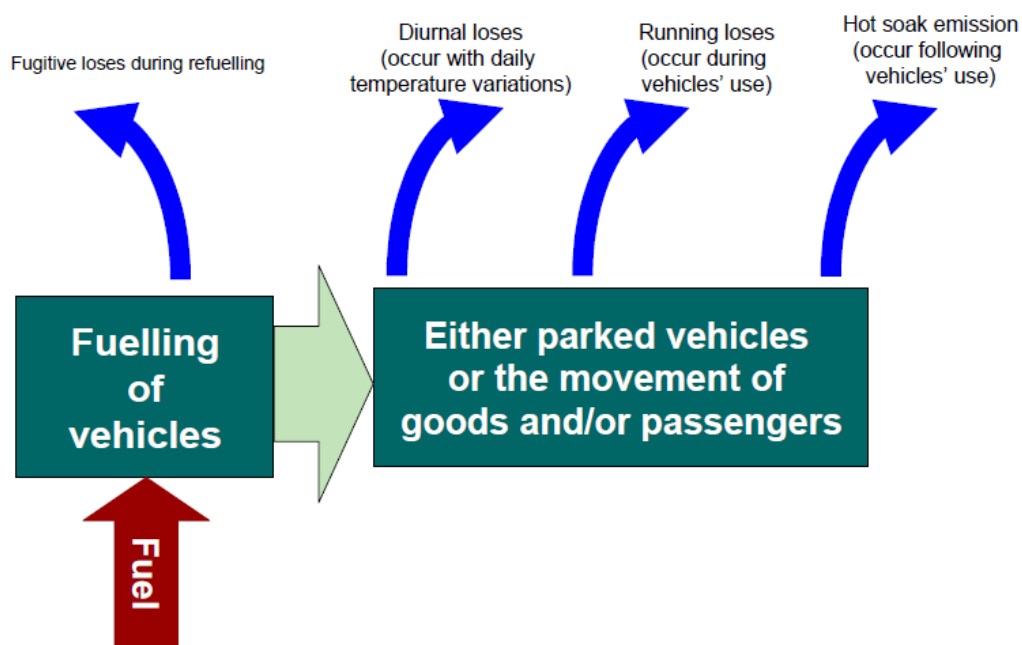


Figura 3.5 Emisiones por evaporación [adaptado del manual de COPERT 4]

Las emisiones de cada una de las categorías anteriores se estiman de la siguiente manera:

I) El aumento de la temperatura ambiente que se produce durante las horas de luz produce la expansión térmica del combustible y del vapor en el depósito. Sin un sistema de control de emisiones, parte del volumen aumentado de vapor de combustible se ventila a la atmósfera. Las emisiones debidas a la permeabilidad y/o fugas del combustible también contribuyen a las emisiones diurnas. Estas emisiones son función de la temperatura ambiental (máxima y mínima) y del combustible en el depósito, de la volatilidad del carburante, del tamaño del depósito y grado de llenado, y del tamaño del canister (en el caso de vehículos dotados de sistema de control de la evaporación).

II) Las emisiones generadas en las pérdidas por evaporación al apagar el motor se calculan de modo similar al caso anterior, pero teniendo en cuenta además el incremento de la temperatura del combustible existente en el circuito de alimentación y en el depósito.

Este incremento de temperatura dependerá además de la existencia o no de retorno de combustible hacia el depósito.

III) Las emisiones por evaporación generadas durante la marcha del vehículo son especialmente significativas en periodos en los que la temperatura ambiente es elevada. Aunque dependen fundamentalmente de esta temperatura y de la duración del trayecto, no son importantes en los vehículos equipados con canister, debido a la importante función de retención y recuperación que este realiza.

La **evaporación de la gasolina** también tiene lugar durante el **suministro de combustible** a las estaciones de servicio, y durante el **repostaje** del vehículo.

3.5.3 Otras emisiones

Dentro de otras emisiones se consideran a las **emisiones de metales pesados y partículas en suspensión debido al desgaste de neumáticos y frenos y a la abrasión del pavimento**. Este desgaste también tiene efecto sobre las emisiones de algunos compuestos metálicos.

Durante la circulación del vehículo, un determinado porcentaje de las partículas que se producen por el desgaste de los elementos de fricción del vehículo (frenos y neumáticos), y de la propia carretera, pasa al aire atmosférico.

Estas partículas pueden medirse mediante la cantidad total (PST, Partículas Suspendidas Totales) o expresadas por tamaños (PM10, PM2.5, PM1 o PM0.1), que expresan en micras el peso total de las partículas emitidas hasta ese tamaño límite.

El programa COPERT 4 calcula todas estas partículas (PM10 y PM2.5) de manera conjunta, sin distinguir la fuente de procedencia. Para ello emplea unos factores máxicos de emisión para cada una de las fuentes (g/km), que dependen del tipo de vehículo (PC, LDV o HDV). En aquellos casos en que se conoce la velocidad, esta es empleada como un factor de corrección.

Para una información más detallada acerca de los factores de emisión y algoritmos de estimación de las emisiones debe consultarse el informe técnico de la Agencia Europea de Medio Ambiente: "COPERT IV Computer Programme to Calculate Emissions from Road Transport" del que este epígrafe no es sino un resumen parcial.

Todos los factores de emisión están recogidos en el documento "EMEP/EAA Emission Inventory Guidebook 2009".

4 DATOS INTRODUCIDOS EN COPERT 4

En este apartado se explica con detalle cual es el funcionamiento del software. Se irán explicando paso a paso cuáles han sido los datos de entrada necesarios y como han sido introducidos para las supuestas flotas de la ciudad de Valladolid. En la figura 4.1 se muestra un esquema general.



Figura 4.1 Emisiones por evaporación

La forma más fácil de introducir los datos consiste en utilizar el asistente “**New Run Wizard Steps**” que se muestra en la figura 4.2. Con este asistente se introducen los datos mínimos que Copert 4 necesita para realizar los cálculos. Sin embargo, para acercarse más a la realidad existen diferentes opciones que no están contenidas en este asistente. En este caso se utilizará en primer lugar el asistente y más tarde se introducirán algunos **datos complementarios** para que los resultados finales sean lo más reales posibles.

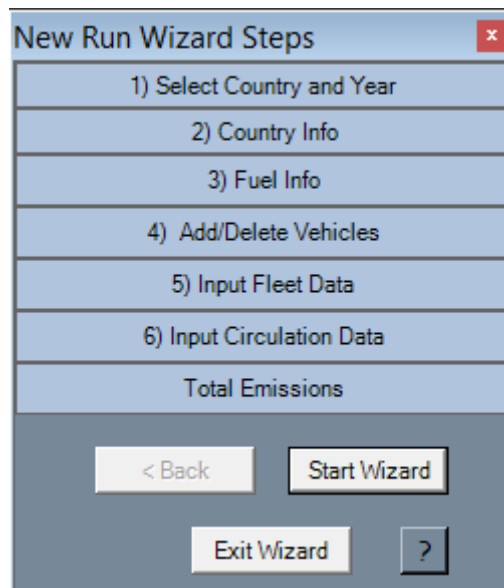


Figura 4.2 Asistente “New Run Wizard Steps” de Copert

4.1 Flota supuesta ciudad de Valladolid 2012 (Datos de entrada necesarios)

4.1.1 Selección de país y año

Para la ciudad de Valladolid se eligen los valores correspondientes a la **ruta típica europea**, los cuales se muestran en la tabla 4.1.

	Recorrido medio L _{trip} (km)	Tiempo de recorrido t _{trip} (h)
Ruta típica europea	12.4	0.25

Tabla 4.1 Valores ruta típica europea

El recorrido medio de un vehículo se utiliza, junto con la temperatura media mensual y el porcentaje de tiempo que el vehículo circula con el motor frío (β) para determinar las emisiones adicionales por motor frío que se producen en los vehículos de pasajeros (PC) y en los vehículos de transporte de mercancías ligeros (LDV). Para el resto de vehículos la aplicación no funciona.

La ventana para la introducción de estos datos es la que se muestra en la figura 4.3.

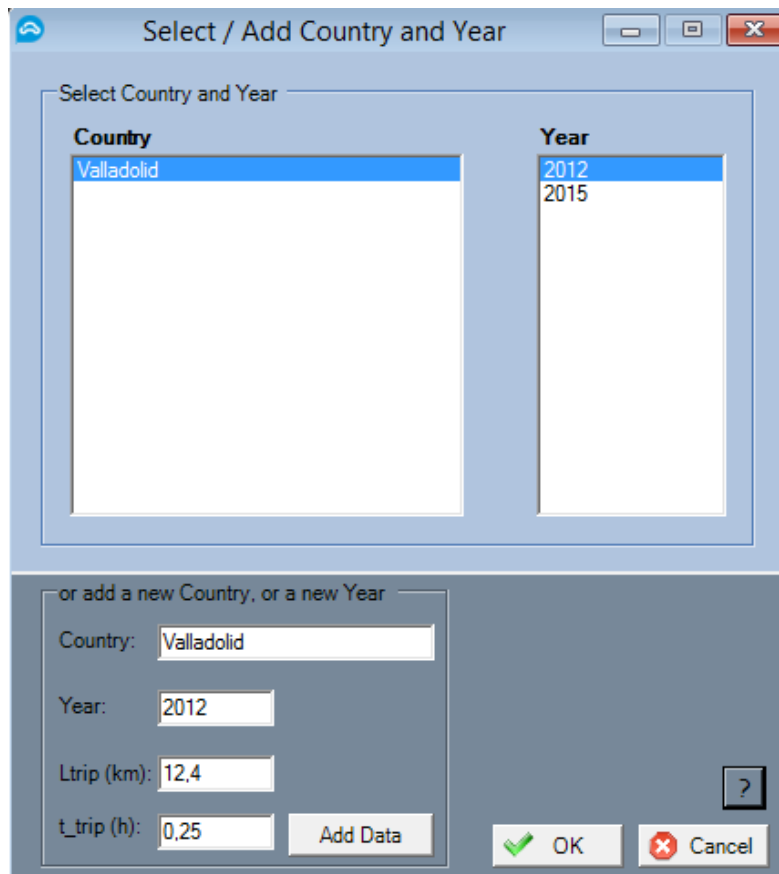


Figura 4.3 Ventana “Selección país y año”

4.1.2 Información del país

En la figura 4.4 se muestra la ventana en la que se deben introducir las **temperaturas mínimas, las temperaturas máximas y la humedad relativa** correspondientes a la ciudad de Valladolid para cada mes del año. Estos datos se han obtenido de la página web de la Agencia Estatal de Meteorología.

RH (%) es la humedad relativa por mes. Este valor es necesario para calcular la carga de aire acondicionado (A/C). Un valor alto indica una alta humedad y una carga mayor para el A/C que aumenta el consumo.

La **presión de vapor Reid** (Reid vapor pressure) indica la tendencia de un hidrocarburo líquido a volatizarse. En la práctica RVP es la presión del vapor de la gasolina cuando la temperatura es de 100°F. Lo que se hace en Europa es restringir, mediante un intervalo permitido, los valores en gasolina de esta presión. Para estos datos se toma el valor medio del intervalo permitido (según sea verano o invierno) que para España, encontramos en el Anexo 1 del Real decreto RD 61-2006 del 17 de febrero de 2006, que regula este parámetro de las gasolinas. Afecta a las emisiones evaporativas, siendo su valor más elevado en otoño-invierno que en primavera-verano.

El **factor β** es el porcentaje del tiempo que el vehículo está funcionando con el motor frío. Aplica unas emisiones adicionales por motor frío al recorrido urbano y, si el factor β es mayor que la fracción de recorrido urbano, aplica el resto al recorrido interurbano. Aunque se ve afectado por el tipo de motor, en el modelo depende sólo de las temperaturas medias.



Month	Min Temp (°C)	Max Temp (°C)	RH (%)	Month	RVP (kPa)	Beta
Jan	0,20	8,20	83,00	Jan	65	0,311
Feb	0,70	11,20	72,00	Feb	65	0,302
Mar	2,80	15,20	62,00	Mar	52,5	0,287
Apr	4,60	16,90	62,00	Apr	52,5	0,278
May	7,90	21,00	60,00	May	52,5	0,260
Jun	11,60	27,00	52,00	Jun	52,5	0,236
Jul	14,00	30,70	45,00	Jul	52,5	0,221
Aug	14,10	30,10	48,00	Aug	52,5	0,222
Sep	11,30	25,60	56,00	Sep	65	0,240
Oct	7,60	18,90	70,00	Oct	65	0,266
Nov	3,50	12,40	79,00	Nov	65	0,292
Dec	1,30	8,60	84,00	Dec	65	0,307

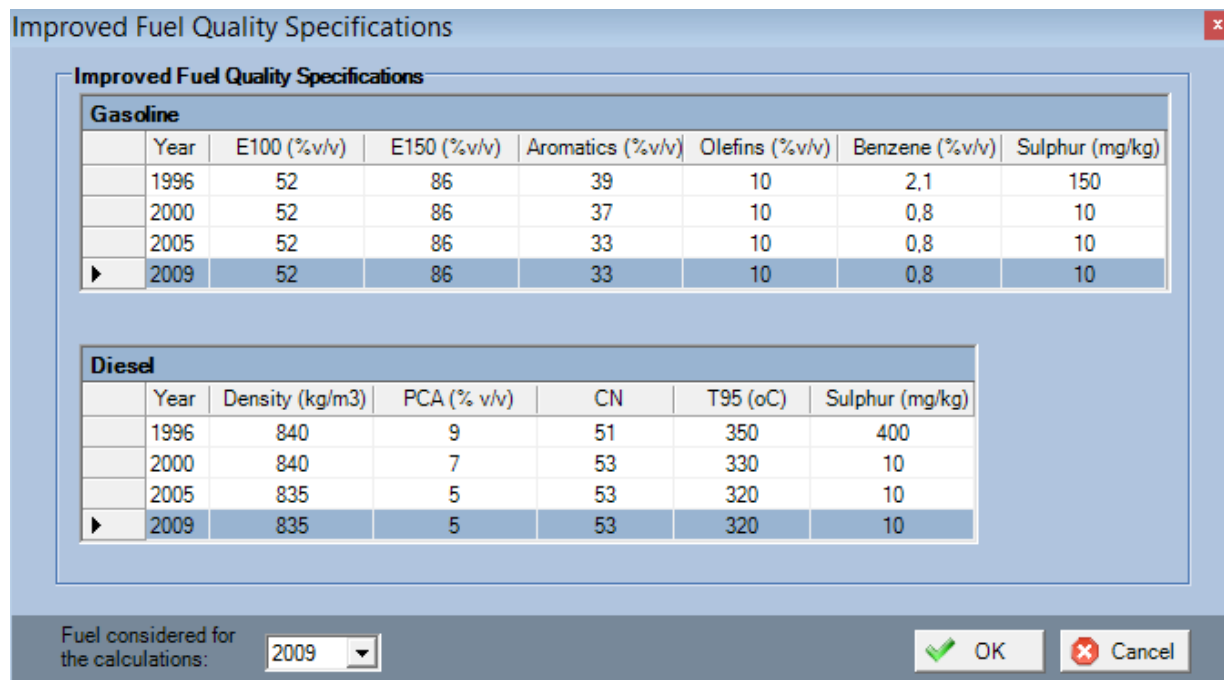
Buttons: Calculate Beta, ? OK Cancel

Figura 4.4 Ventana “Información del país”

4.1.3 Información del combustible

En este paso se introduce la información al programa sobre el combustible. Copert 4 permite modificar los parámetros de información del combustible en el país o tomar los que contiene de algunos años concretos. Además permite aplicar una corrección de combustible estadística mediante la introducción de los consumos anuales de combustible.

En primer lugar se eligen las **especificaciones del combustible** (figura 4.5) que Copert 4 trae por defecto para el año 2009.



Year	E100 (%v/v)	E150 (%v/v)	Aromatics (%v/v)	Olefins (%v/v)	Benzene (%v/v)	Sulphur (mg/kg)
1996	52	86	39	10	2,1	150
2000	52	86	37	10	0,8	10
2005	52	86	33	10	0,8	10
▶ 2009	52	86	33	10	0,8	10

Year	Density (kg/m3)	PCA (% v/v)	CN	T95 (oC)	Sulphur (mg/kg)
1996	840	9	51	350	400
2000	840	7	53	330	10
2005	835	5	53	320	10
▶ 2009	835	5	53	320	10

Fuel considered for the calculations: 2009

Buttons: OK Cancel

Figura 4.5 Ventana “Especificaciones combustible”

Como además se dispone de las propiedades de los dos combustibles principales usados en España (datos reales CEPESA en 2011, tablas 4.2 y 4.3) se cambiarán estos por los que el programa trae por defecto para el año 2009.

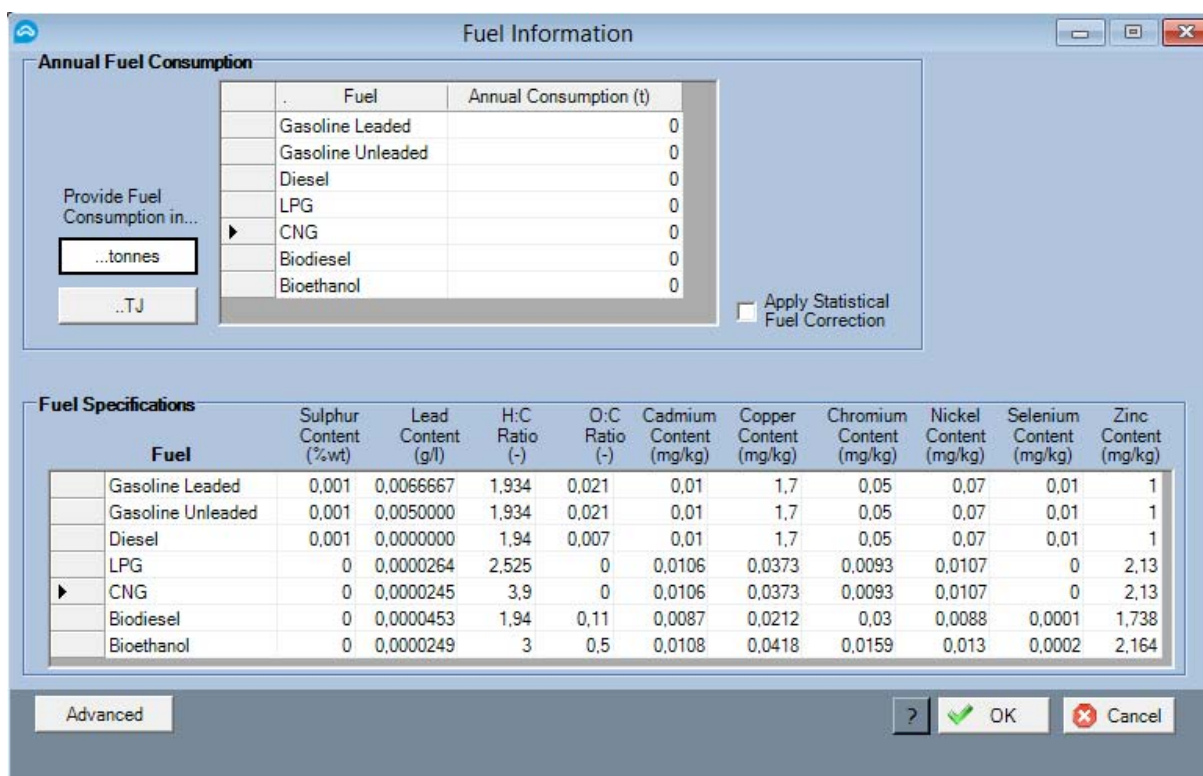
Combustible	Relación H/C molar	Relación O/C molar	Contenido en Pb (g/l)	Contenido en S (ppm)
Gasolina	1.934	0.021	0.005	10
Gasóleo	1.940	0.007	0	10

Tabla 4.2 Propiedades Gasolina y Gasóleo. Cepsa, España 2011 (1)

Combustible	Cd	Cu	Cr	Ni	Se	Zn
Gasolina	0.01	1.7	0.05	0.07	0.01	1
Gasóleo	0.01	1.7	0.05	0.07	0.01	1

Tabla 4.3 Propiedades Gasolina y Gasóleo. Cepsa, España 2011 (2)

En la figura 4.6 se muestra una captura en la que se pueden observar todos los datos introducidos.



Annual Fuel Consumption

Fuel	Annual Consumption (t)
Gasoline Leaded	0
Gasoline Unleaded	0
Diesel	0
LPG	0
CNG	0
Biodiesel	0
Bioethanol	0

Provide Fuel Consumption in...

Apply Statistical Fuel Correction

Fuel Specifications

Fuel	Sulphur Content (%wt)	Lead Content (g/l)	H:C Ratio (-)	O:C Ratio (-)	Cadmium Content (mg/kg)	Copper Content (mg/kg)	Chromium Content (mg/kg)	Nickel Content (mg/kg)	Selenium Content (mg/kg)	Zinc Content (mg/kg)
Gasoline Leaded	0,001	0,0066667	1,934	0,021	0,01	1,7	0,05	0,07	0,01	1
Gasoline Unleaded	0,001	0,0050000	1,934	0,021	0,01	1,7	0,05	0,07	0,01	1
Diesel	0,001	0,0000000	1,94	0,007	0,01	1,7	0,05	0,07	0,01	1
LPG	0	0,0000264	2,525	0	0,0106	0,0373	0,0093	0,0107	0	2,13
CNG	0	0,0000245	3,9	0	0,0106	0,0373	0,0093	0,0107	0	2,13
Biodiesel	0	0,0000453	1,94	0,11	0,0087	0,0212	0,03	0,0088	0,0001	1,738
Bioethanol	0	0,0000249	3	0,5	0,0108	0,0418	0,0159	0,013	0,0002	2,164

Advanced

Figura 4.6 Ventana "Información de combustible"

En esta versión del programa las motocicletas, ciclomotores y vehículos de pasajeros/ligeros que cumplen antiguas normativas aparecen con gasolina con plomo. Como todos estos vehículos utilizan gasolina sin plomo se ha introducido en las características de la gasolina con plomo las características de la gasolina sin plomo, como se puede observar en la figura anterior. El único valor distinto es el contenido en plomo (g/l) que se ha dividido entre 0.75. Esto es debido a que al realizar los cálculos para los vehículos que utilizan gasolina con plomo el programa multiplica por 0.75 a la hora de calcular las emisiones de plomo.

Copert 4 permite además aplicar unos **factores de corrección de combustible estadísticos** "Apply Statistical Fuel Correction". Para ello se deben introducir los consumos anuales de los diferentes combustibles en toneladas (t). En este caso disponemos de los siguientes consumos anuales (tabla 4.4) obtenidos del Ayuntamiento de Valladolid (Área de Desarrollo Sostenible Y Coordinación Territorial).

	Gasóleo A	GLP	Gasolinas
Flota municipal MWh	28.887,57	-	-
Transporte Público MWh	16.887,57	90.658,49	-
Transporte privado y comercial MWh	686.329,85	-	711.070,23

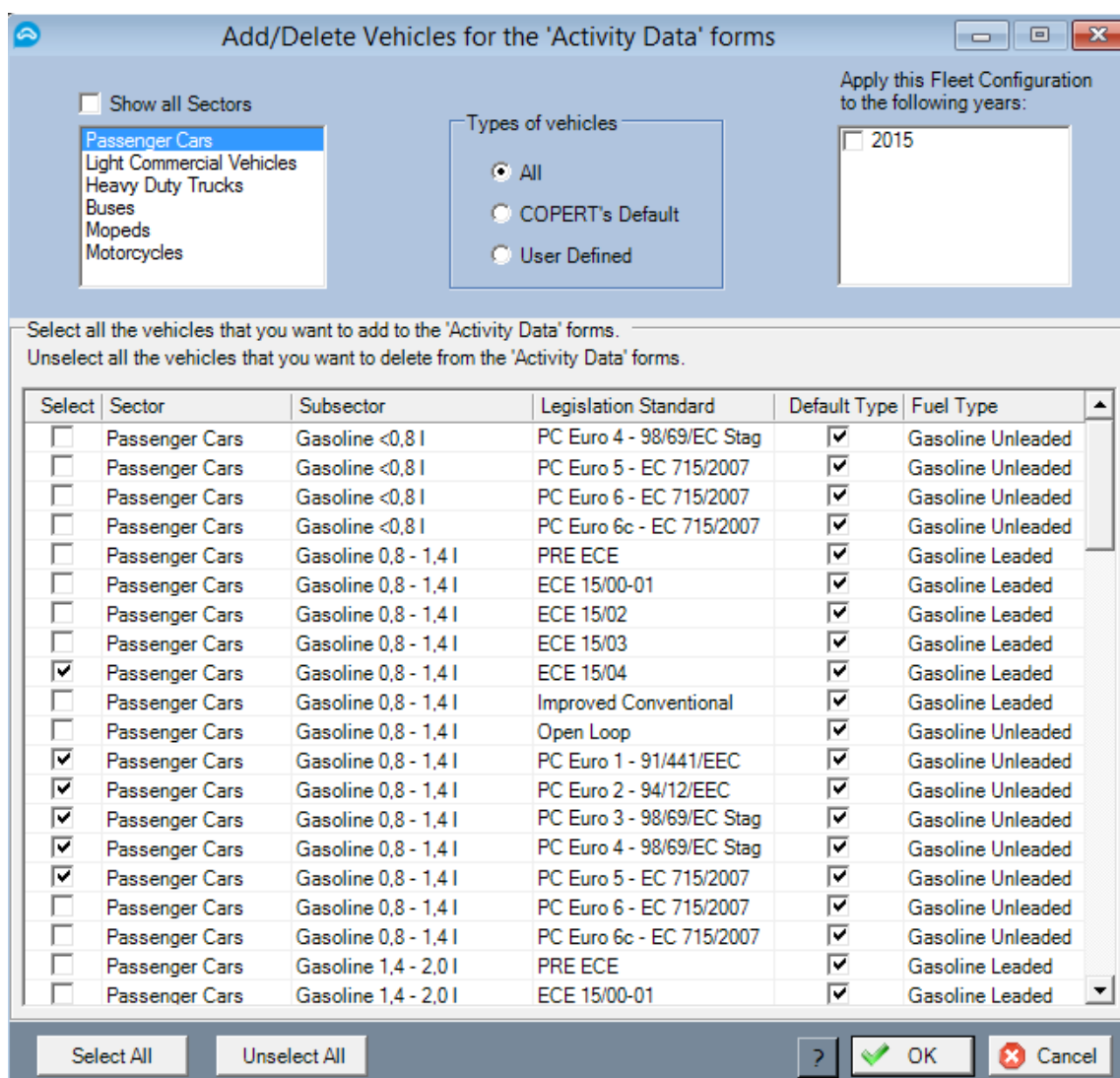
Tabla 4.4 Consumos anuales Valladolid

Si introducimos los consumos de combustible anuales en Copert el campo de gasolina con plomo, al no disponer de datos, se quedaría con un valor igual a cero. Un valor igual a cero implicaría cero valores de emisiones para motos y ciclomotores. Por lo tanto, al no poder introducir todos estos datos no aplicaremos las correcciones debidas a los consumos de combustible anuales.

4.1.4 Añadir/borrar vehículos

En este paso se eligen los diferentes **tipos de vehículos** supuestos en la flota de la ciudad de Valladolid, siendo en el siguiente paso donde se introducirán la población de cada tipo y kilometraje.

La flota supuesta en la ciudad de Valladolid en el año 2012 está formada por los tipos de vehículos que se adjuntan en el Anexo 1. La ventana para realizar la selección de los vehículos es la siguiente.



Apply this Fleet Configuration to the following years:

2015

Select all the vehicles that you want to add to the 'Activity Data' forms.
Unselect all the vehicles that you want to delete from the 'Activity Data' forms.

Select	Sector	Subsector	Legislation Standard	Default Type	Fuel Type
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline <0,8 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stag	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline <0,8 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline <0,8 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline <0,8 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PRE ECE	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/00-01	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/02	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/03	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	Improved Conventional	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	Open Loop	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stag	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stag	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input checked="" type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6c - EC 715/2007	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Unleaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PRE ECE	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded
<input type="checkbox"/>	Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/00-01	<input checked="" type="checkbox"/>	Gasoline Leaded

Select All Unselect All OK Cancel

Figura 4.7 Ventana "Añadir/Borrar vehículos"

4.1.5 Datos de entrada de la flota

En este paso se pide **introducir información sobre cada tipo de vehículo** seleccionado en el apartado anterior. La información que se pide es la población de cada tipo de vehículo, los kilómetros recorridos por año y el kilometraje total de cada tipo de vehículo.

La población es la supuesta para la ciudad de Valladolid en el año 2012. Como sólo se disponen de los datos en bruto (tablas 4.5 y 4.6), se ha tenido que hacer una serie de suposiciones para dividir a los vehículos dentro de las diferentes categorías que aparecen en Copert 4. Estas suposiciones se han basado principalmente en los datos que se disponen sobre el Parque Nacional a fecha de 31 de diciembre de 2011 (Documento obtenido de la web de la Dirección General de Tráfico).

Categoría	Nº vehículos
Coches:	136055
Motos:	13137
Camiones y furgonetas:	18058
Autobuses:	433
Otros (vehículos industriales):	5077
TOTAL:	172760

Tabla 4.5 Datos en bruto población de vehículos ciudad de Valladolid 2012 (1)

Categoría	Nº Vehículos
Autobuses urbanos GLP	103
Autobuses urbanos Biodiesel	46
Taxi GLP	40
Taxi Híbrido	76

Tabla 4.6 Datos en bruto población de vehículos ciudad de Valladolid 2012 (2)

A continuación se irán exponiendo las diferentes **hipótesis** que se han tenido en cuenta en cada tipo-categoría de vehículo.

Vehículos de pasajeros. En este caso se dispone de los datos de la antigüedad del Parque Nacional. Se utilizarán estos datos para dividir los vehículos de pasajeros de la ciudad de Valladolid por antigüedad (tabla 4.7).

	TURISMOS PARQUE NACIONAL	TURISMOS VALLADOLID
Antes de 1991	2685876	16404
1991	238849	1459
1992	320760	1959
1993	291843	1782
1994	401365	2451
1995	400411	2445
1996	522215	3189
1997	684725	4182
1998	906724	5538

	TURISMOS PARQUE NACIONAL	TURISMOS VALLADOLID
1999	1160729	7089
2000	1197935	7316
2001	1275461	7790
2002	1203465	7350
2003	1311070	8007
2004	1475491	9011
2005	1521357	9291
2006	1510863	9227
2007	1468979	8972
2008	1053892	6436
2009	924090	5644
2010	934185	5705
2011	786959	4806
TOTAL	22277244	136053

Tabla 4.7 Coches de pasajeros por antigüedad PN y Valladolid (2012)

Una vez obtenida la división de los vehículos por antigüedad se dividen según la tecnología.

	TURISMOS VALLADOLID	Año
Convencional	19822	Hasta 1992
Euro 1	9867	1993-1996
Euro 2	16809	1997-1999
Euro 3	39474	2000-2004
Euro 4	39570	2005-2009
Euro 5	10511	2010-2014

Tabla 4.8 Coches de pasajeros divididos por tecnología en Valladolid (2012)

La siguiente división es la correspondiente al tipo de combustible utilizado por el vehículo. En la tabla 4.9 se muestra la evolución del Parque Nacional (PN) en función del carburante desde el año 2002.

	Gasolina PN	Diesel PN	Otros PN	Total PN
2002	12728713	6003919		18732632
2003	12095876	6592444		18688320
2004	12035097	7506821		19541918
2005	11815652	8434725		20250377
2006	11667433	9380284		21047717
2007	11500323	10255430	4421	21760174
2008	11344609	10796625	4130	22145364
2009	10900655	11079034	3796	21983485
2010	10677003	11466842	3610	22147455
2011	10510112	11763255	3877	22277244

Tabla 4.9 Evolución coches de pasajeros PN según combustible (2012)

Se puede ver como los vehículos gasolina han ido descendiendo en número mientras que los diesel han ido aumentando. A partir del año 2007 también se empiezan a utilizar vehículos con otros tipos de carburantes. Realizando los cálculos correspondientes los vehículos de pasajeros en Valladolid quedan clasificados de la siguiente manera:

	Diesel	Gasolina	Otros
Convencional	4163	15659	0
Euro 1	2269	7598	0
Euro 2	4875	11934	0
Euro 3	13913	25561	0
Euro 4	18400	21166	4
Euro 5	5496	5013	2

Tabla 4.10 Coches de pasajeros Valladolid divididos por tecnología y combustible (2012)

Los datos de cilindradas a aplicar son los siguientes (en %), obtenidos de los datos estadísticos del Parque Nacional.

Gasolina		< 1199cm3	1200-1999cm3	>2000cm3
	Convencional	46	46	8
	Euro 1	14	80	6
	Euro 2	7	84	9
	Euro 3	6	93	1
	Euro 4	4	84	12
	Euro 5	6	86	8

Tabla 4.11 % de vehículos de pasajeros gasolina clasificados por cilindrada y normativa (2012)

Diesel		< 1199cm3	1200-1999cm3	>2000cm3
	Convencional	0	92	8
	Euro 1	0	90	10
	Euro 2	0	88	12
	Euro 3	0	91	9
	Euro 4	4	84	12
	Euro 5	6	86	8

Tabla 4.12 % de vehículos de pasajeros diesel clasificados por cilindrada y normativa (2012)

Para la primera categoría de Copert (vehículos de pasajeros PC) el número de vehículos se muestra en la siguiente tabla.

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	7203
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	1064
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	835
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1534

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	847
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	301
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	7203
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	6078
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	10025
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	23772
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	17779
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	4311
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	1253
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	456
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1074
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	256
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	2540
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	401
Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	681
Diesel <1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	275
Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	3830
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	2042
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	4290
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	12661
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15456
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	4727
Diesel >2,0 l	Conventional	333
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	227
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	585
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1252
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	2208
Diesel >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	440

Tabla 4.13 Población vehículos de pasajeros clasificados según Copert en Valladolid 2012 (1)

Además, se conocen dentro de vehículos pasajeros estos dos tipos de categorías:

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007	40
HybridGasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	76

Tabla 4.14 Población vehículos de pasajeros clasificados según Copert en Valladolid 2012 (2)

Vehículos comerciales ligeros. En este caso se dispone de la distribución del Parque Nacional de furgonetas y camiones. Se utilizarán estos datos para dividir los vehículos comerciales ligeros de Valladolid por antigüedad.

Para las furgonetas se supone que todas son vehículos ligeros (<3500kg) ya que en la realidad el número de furgonetas existentes mayor de 3500kg es casi despreciable. Para los camiones se va a suponer que todos aquellos hasta 2999kg están dentro del grupo de vehículos ligeros. En las tablas 4.15 y 4.16 se muestran los distintos datos (la primera para furgonetas en España y la segunda para camiones ligeros hasta 2999kg en España).

	TOTAL FURGONETAS	Hasta 499kg	De 500 a 749kg	De 750 a 999kg	De 1t y más
Antes de 1991	549755	219355	171572	72908	85920
1991	79039	22129	38581	8719	9610
1992	91376	22645	50449	9471	8811
1993	69675	16763	39652	7579	5681
1994	75194	15146	45676	8017	6355
1995	65376	11649	40467	6934	6326
1996	62134	9478	40099	7254	5303
1997	66453	9669	41389	9823	5572
1998	75924	10437	47131	12479	5877
1999	92361	12781	56329	15907	7344
2000	82646	14626	46767	14237	7016
2001	86788	13181	49268	13612	10727
2002	83898	13346	47523	11219	11810
2003	94394	15249	49739	14844	14562
2004	109443	19403	53680	18936	17424
2005	126239	20882	66534	20918	17905
2006	121999	18347	68553	19294	15805
2007	125781	19382	64493	19778	22128
2008	79559	13346	39119	12129	14965
2009	48644	7143	26166	8217	7118
2010	62191	5496	33132	11625	11938
2011	65726	5864	33329	10799	15734
TOTAL	2314595	516317	1149648	334699	313931

Tabla 4.15 PN de furgonetas (2012)

	Hasta 999kg	De 1000 a 1499kg	De 1500 a 2999kg
Antes de 1991	56841	54599	28023
1991	5290	6640	2593
1992	6838	7143	2491
1993	7226	4516	1633

	Hasta 999kg	De 1000 a 1499kg	De 1500 a 2999kg
1994	12965	5943	1788
1995	27695	8164	2477
1996	49938	9833	3128
1997	75221	13872	4426
1998	92766	17962	5857
1999	112689	22063	7381
2000	119471	24827	9252
2001	116518	22933	8129
2002	111170	23250	6463
2003	128442	30556	6437
2004	144668	35441	6534
2005	169442	37076	7255
2006	177063	40270	8098
2007	174195	37285	9078
2008	84604	20125	5570
2009	59480	12359	3616
2010	60711	9485	2894
2011	51409	6322	1555
TOTAL	1844642	450664	134678

Tabla 4.16 PN de camiones hasta 2999kg (2012)

La distribución de furgonetas y camiones dentro del grupo de vehículos ligeros para Valladolid se muestra en la tabla 4.17 (aparecen agrupados ya que en este caso Copert no distingue por masa):

	TOTAL FURGONETAS<3500kg	TOTAL CAMIONES <3500kg
Antes de 1991	1962	498
1991	282	52
1992	326	58
1993	248	48
1994	269	73
1995	234	137
1996	222	224
1997	238	333
1998	271	416
1999	330	507
2000	295	548
2001	310	527
2002	300	503

	TOTAL FURGONETAS<3500kg	TOTAL CAMIONES <3500kg
2003	336	590
2004	391	665
2005	451	763
2006	435	805
2007	449	787
2008	284	394
2009	172	269
2010	222	261
2011	235	212
TOTAL	8262	8670

Tabla 4.17 Furgonetas y camiones hasta 2999kg en Valladolid (2012)

Si los clasificamos según la normativa y observando de las estadísticas que los vehículos gasolina son aproximadamente un 15% de los vehículos totales se obtiene los valores de la tabla 4.18.

	LDVs	Gasolina	Diesel
Convencional (Hasta 1993)	3474	521	2953
Euro 1 (1994-1997)	1730	260	1470
Euro 2 (1998-2000)	2367	355	2012
Euro 3 (2001-2005)	4836	725	4111
Euro 4 (2006-2009)	3595	539	3056
Euro 5 (2010-2011)	930	140	790
TOTAL	16932	2540	14392

Tabla 4.18 Vehículos ligeros clasificados según normativa y combustible para Valladolid (2012)

Camiones pesados (rígidos). En este caso se dispone de la distribución del Parque Nacional de camiones.

	De 3000kg a 4999kg	De 5000kg a 6999kg	De 7000kg a 9999kg	De 10t y más
Antes de 1991	23472	12771	17109	32773
1991	2321	1202	1743	2646
1992	2371	1132	1665	2072
1993	1420	743	1001	1045
1994	1683	667	1074	1308
1995	2087	1013	1464	1467
1996	2190	1010	1516	1389
1997	2723	1353	2085	2083
1998	3192	1614	2531	2913
1999	3698	2093	3471	4225

	De 3000kg a 4999kg	De 5000kg a 6999kg	De 7000kg a 9999kg	De 10t y más
2000	3705	2192	3633	4591
2001	3785	2238	3796	5218
2002	3380	2195	3862	5305
2003	3458	2167	4037	6214
2004	3671	2477	3895	6677
2005	3926	2771	4576	7073
2006	3966	2553	4679	7483
2007	4059	2821	4776	7509
2008	2959	2238	3260	4846
2009	1378	1051	1288	1687
2010	1378	897	1336	1916
2011	1422	834	1172	1527
TOTAL	82244	48032	73969	111967

Tabla 4.19 PN de camiones mayores de 2999kg (2012)

Con los datos anteriores se pueden dividir los camiones pesados rígidos de Valladolid por antigüedad y por carga.

	De 3000kg a 4999kg	De 5000kg a 6999kg	De 7000kg a 9999kg	De 10t y más
Antes de 1991	84	46	61	117
1991	8	4	6	9
1992	8	4	6	7
1993	5	3	4	4
1994	6	2	4	5
1995	7	4	5	5
1996	8	4	5	5
1997	10	5	7	7
1998	11	6	9	10
1999	13	7	12	15
2000	13	8	13	16
2001	14	8	14	19
2002	12	8	14	19
2003	12	8	14	22
2004	13	9	14	24
2005	14	10	16	25
2006	14	9	17	27
2007	14	10	17	27
2008	11	8	12	17

	De 3000kg a 4999kg	De 5000kg a 6999kg	De 7000kg a 9999kg	De 10t y más
2009	5	4	5	6
2010	5	3	5	7
2011	5	3	4	5
TOTAL	292	173	264	398

Tabla 4.20 Camiones pesados rígidos para Valladolid clasificados según carga y antigüedad (2012)

Para el intervalo de COPERT de camiones rígidos entre [3500,7500] kg se seleccionan los intervalos del documento de [3000, 4999] y [5000, 6999] kg. Para el intervalo de COPERT de camiones rígidos entre [7500, 12000] kg se seleccionan el intervalo del documento de [7000, 9999] kg.

En las estadísticas el mayor intervalo que aparece es para mayores de 10000 kg. Sin embargo, para COPERT este intervalo hay que dividirlo en [12,14], [14,20], [20,26], [26,28], [28,32] y [>32] toneladas (t). Como no disponemos de datos vamos a dar un peso equiparable a todos los intervalos de más de 10 toneladas de COPERT.

Teniendo en cuenta la normativa obtenemos los valores de la tabla 4.21:

	Pesados 3.5-7.5t	Pesados 7.5-12t	Pesados 12-14t	Pesados 14-20t	Pesados 20-26t	Pesados 26-28t	Pesados 28-32t	Pesados >32t
Convencional (hasta 1992)	142	67	22	22	22	22	22	22
Euro 1 (1992-1995)	39	19	4	4	4	4	4	4
Euro 2 (1996-1999)	64	33	7	7	7	7	7	7
Euro 3 (2000-2004)	105	69	17	17	17	17	17	17
Euro 4 (2005-2007)	71	50	14	14	14	14	14	14
Euro 5 (2008-2011)	44	26	6	6	6	6	6	6

Tabla 4.21 Camiones pesados rígidos para Valladolid clasificados según Copert (2012)

Camiones pesados (articulados). En este caso se dispone de la distribución del Parque Nacional de vehículos industriales.

	Parque Nacional	Valladolid
Antes de 1991	15665	406
1991	1421	37
1992	1156	30
1993	627	16
1994	1148	30
1995	2439	63

	Parque Nacional	Valladolid
1996	2602	67
1997	4227	110
1998	5755	149
1999	8271	214
2000	9465	245
2001	10661	276
2002	10990	285
2003	12367	320
2004	14744	382
2005	17222	446
2006	18470	479
2007	20949	543
2008	15067	390
2009	5534	143
2010	7163	186
2011	10017	260
TOTAL	195960	5077

Tabla 4.22 Vehículos industriales PN y Valladolid (2012)

No aparecen divididos, por lo tanto daremos un peso del 90% al intervalo [34,40] t ya que son los más abundantes. Al resto de intervalos se les da el 10% restante repartido equitativamente. Los intervalos mayores de 40t se desprecian por ser este valor la MMA permitida en España.

Considerando estas suposiciones y dividiendo según la normativa se obtiene la tabla 4.23.

	14-20t	20-28t	28-34t	34-40t
Convencional (hasta 1992)	15	15	15	398
Euro I (1992-1995)	5	5	5	126
Euro II (1996-1999)	18	18	18	487
Euro III (2000-2004)	50	50	50	1358
Euro IV (2005-2007)	49	49	49	1321
Euro V (2008-2011)	33	33	33	881

Tabla 4.23 Camiones pesados articulados de Valladolid clasificados según masa y tecnología (2012)

Autobuses. En este caso se dispone de la distribución del Parque Nacional de autobuses. Se utilizarán estos datos (tabla 4.24) para dividir los autobuses de Valladolid por antigüedad.

	Autobuses Parque Nacional	Autobuses VALLADOLID
Antes de 1991	8488	39
1991	634	3
1992	798	4
1993	663	3
1994	768	3
1995	1281	6
1996	1780	8
1997	2405	11
1998	2631	12
1999	3295	15
2000	2905	13
2001	3161	14
2002	2955	13
2003	3018	14
2004	3519	16
2005	4046	18
2006	3749	17
2007	4108	19
2008	3799	17
2009	2946	13
2010	2574	12
2011	2835	13
TOTAL	62358	283

Tabla 4.24 Autobuses PN y Valladolid (2012)

Clasificados según normativa:

	Nº Autobuses
Convencional (hasta 1992)	42
Euro I (1992-1995)	16
Euro II (1996-1999)	46
Euro III (2000-2004)	70
Euro IV (2005-2007)	54
Euro V (2008-2011)	55
TOTAL	283

Tabla 4.25 Autobuses de Valladolid (año 2012) clasificados según normativa (1)

Como datos se tenían 103 autobuses urbanos GLP que se introducirán dentro del grupo CNG (no existe la categoría GLP en Copert 4) y 46 biodiesel que se repartirán entre la normativa Euro IV y Euro V, considerando que la flota urbana está bastante renovada.

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Urban CNG Buses	HD Euro III - 2000 Standards	103
Urban Biodiesel Buses	HD Euro IV - 2005 Standards	23
Urban Biodiesel Buses	HD Euro V - 2008 Standards	23

Tabla 4.26 Autobuses de Valladolid (año 2012) clasificados según normativa (2)

Ciclomotores y motocicletas. En este caso se dispone de la distribución del Parque Nacional de ciclomotores y motocicletas en España (tabla 4.27). Se utilizarán estos datos para dividir los ciclomotores y las motocicletas de Valladolid.

Tipo	Nº vehículos PN	Nº vehículos Valladolid
Motocicletas	2798043	7311
Ciclomotores	2229418	5826
Total	5027461	13137

Tabla 4.27 Ciclomotores y motocicletas PN y Valladolid (2012)

Observando las estadísticas del Parque Nacional se pueden dividir las **motocicletas** por normativa y cilindrada (tablas 4.28 y 4.29).

	%
Hasta 1998 Convencional	32
1999-2003 Euro I	11
2004-2006 Euro II	23
2007-2011 Euro III	34
TOTAL	100

Tabla 4.28 % de motocicletas que cumplen cada normativa (2012)

	%<250	%250-750	%>750	TOTAL %
Hasta 1998	70	25	5	100
1999-2003	54	32	14	100
2003-2006	67	23	10	100
2006-2012	63	24	13	100

Tabla 4.29 % de motocicletas clasificados por cilindrada y normativa (2012)

La clasificación obtenida se muestra en la tabla 4.30.

	<250	250-750	>750
Convencional Hasta 1998	1638	585	117
Mot - Euro I 1999-2003	434	257	113

	<250	250-750	>750
Mot - Euro II 2003-2006	1127	387	168
Mot - Euro III 2006-2012	1566	597	323

Tabla 4.30 Motocicletas clasificadas según Copert para Valladolid (2012)

Para los **ciclomotores** se puede observar que las ventas han descendido de una manera considerada. Por lo tanto, se dividirán considerando que un 90% son convencionales, un 5% cumplen la normativa Euro I y el otro 5% restante la normativa Euro II.

Cilindrada	Normativa	Nº vehículos
2-stroke <50 cm ³	Conventional	5243
2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro I	291
2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro II	291

Tabla 4.31 Ciclomotores clasificados según Copert para Valladolid (2012)

Una vez que se han clasificados los vehículos de la flota de Valladolid el siguiente paso es introducir los **kilómetros anuales** como se muestran en la tabla 4.32.

	PC Gas/Híb	PC Die/LPG	LDVs	HDVs	Busses	Mopes	Motorc.
km/año	12000	15000	20000	65000	60000	3000	6000

Tabla 4.32 km/año por categoría

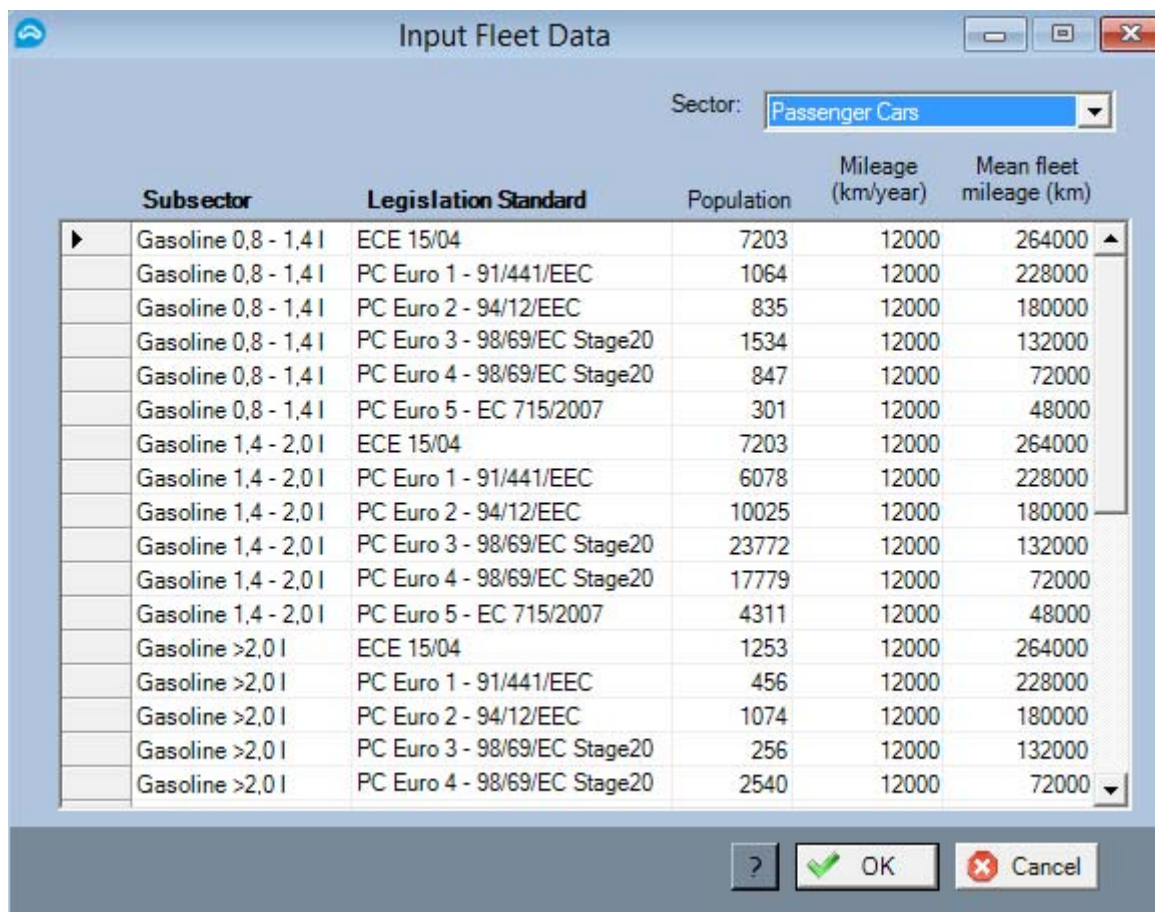
El siguiente paso es calcular el **kilometraje total** multiplicando los valores anteriores por los años aproximados de cada vehículo. Para estimar los años de antigüedad de cada vehículo se ha tenido en cuenta la normativa Euro a la que pertenece.

Para ello se hace la media entre los años en que la norma tiene vigencia y se calculan los años que han pasado hasta el 2012 (inclusive).

	Vehículos pasajeros	Vehículos ligeros	Vehículos pesados	Autobuses	Ciclomotores	Motos
Convencional	22	20	22	20	14	15
Euro 1	19	17	19	17	12	12
Euro 2	15	14	15	14	6	8
Euro 3	11	10	11	10		5
Euro 4	6	5	6	5		
Euro 5	4	3	4	3		

Tabla 4.33 Años antigüedad de cada vehículo

La ventana que permite introducir estos datos es la que se muestra en la figura 4.8.



Subsector	Legislation Standard	Population	Mileage (km/year)	Mean fleet mileage (km)
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	7203	12000	264000
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	1064	12000	228000
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	835	12000	180000
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	1534	12000	132000
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	847	12000	72000
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	301	12000	48000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	7203	12000	264000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	6078	12000	228000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	10025	12000	180000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	23772	12000	132000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	17779	12000	72000
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	4311	12000	48000
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	1253	12000	264000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	456	12000	228000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1074	12000	180000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	256	12000	132000
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	2540	12000	72000

Figura 4.8 Ventana “Datos de entrada de la flota”

4.1.6 Datos de entrada de circulación

En el siguiente paso se piden los datos sobre de la ruta típica elegida. Se distinguen 3 tramos de vía: Highway (Autopista o autovía), Rural (carretera no urbana) y Urban (dentro de ciudad o población).

Los datos que se deben introducir son el **porcentaje de cada tipo de vía en la ruta**, así como la **velocidad media de circulación** en cada uno de los **tipos de vías** (tablas 4.34 y 4.35).

		PC Gas/Híb	PC Die/LPG	LDVs	HDVs
<i>Velocidad media</i> <i>(km/h)</i>	Urban	25	25	22	20
	Rural	80	80	75	60
	Highway	110	110	100	80
<i>Distribución</i> <i>Porcentual</i> <i>(%)</i>	Urban	35	20	50	30
	Rural	35	45	30	30
	Highway	30	35	20	40

Tabla 4.34 Velocidad media y distribución porcentual (1)

		Standard Buses	Urban Buses	Mopeds	Motorcycles
<i>Velocidad media (km/h)</i>	Urban	25	22	25	25
	Rural	80	0	45	80
	Highway	90	0	0	110
<i>Distribución Porcentual (%)</i>	Urban	30	100	75	40
	Rural	40	0	25	40
	Highway	30	0	0	20

Tabla 4.35 Velocidad media y distribución porcentual (2)

La ventana que permite introducir estos datos es la que se muestra en la figura 4.9.

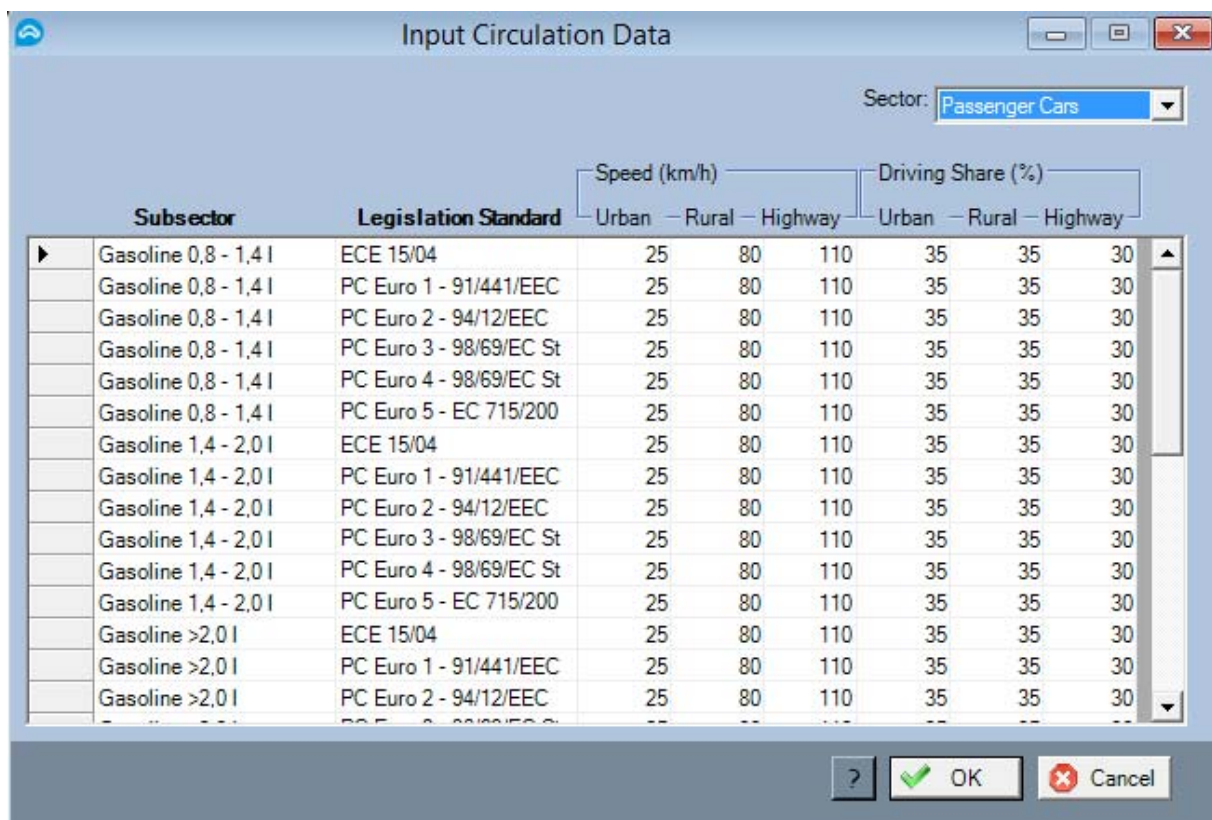


Figura 4.9 Ventana “Datos de entrada de circulación”

4.2 Flota supuesta ciudad de Valladolid 2012 (Datos de entrada complementarios)

4.2.1 Datos de entrada de evaporación

Los datos de entrada para el cálculo de las emisiones por evaporación (Activity Data => Input Evaporation Data) son los que se muestran a continuación:

- Tamaño del tanque de combustible (en litros)
- Tamaño del canister (en litros)
- Porcentaje de vehículos con inyección de combustible
- Porcentaje de vehículos que tienen control de evaporación
- Porcentaje de evaporación en los diferentes tramos (urbano, rural y autopista)

Input Evaporation Data

Sector: **Passenger Cars**

Subsector	Legislation Standard	Fuel Tank Size (lt)	Canister size (lt)	Fuel Injection (%)	Evaporation Control (%)	Evaporation Share (%)		
						Urban	Rural	Highway
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	50	N/A	1	0	80	10	10
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	50	0,5	100	100	80	10	10
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	50	0,5	100	100	80	10	10
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage200	50	0,8	100	100	80	10	10
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage200	50	0,8	100	100	80	10	10
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	50	0,8	100	100	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	60	N/A	1	0	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	60	0,67	100	100	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	60	0,67	100	100	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage200	60	1	100	100	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage200	60	1	100	100	80	10	10
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	60	1	100	100	80	10	10
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	75	N/A	1	0	80	10	10
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	75	1	100	100	80	10	10
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	75	1	100	100	80	10	10
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage200	75	1,5	100	100	80	10	10
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage200	75	1,5	100	100	80	10	10
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	75	1,5	100	100	80	10	10
Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage200	60	1	100	100	80	10	10

?

Figura 4.10 Ventana “Datos entrada de evaporación”

Estos datos vienen dados por defecto en Copert 4 para todos los vehículos gasolina.

4.2.2 Emisiones de CO2 debido al aceite lubricante

Para calcular las emisiones de CO2 debidas al consumo de aceite lubricante se debe ir a la pestaña Calculation Factors => CO2 due to lube oil y seleccionar Add CO2 Emission due to lube oil... -> Yes. El programa nos proporciona unos factores de emisión (en g/km) por defecto para cada tipo de categoría de vehículo. Estos valores pueden ser modificados por el usuario en las columnas de la derecha.

CO2 Emission Factors due to lube-oil

Sector: **Passenger Cars**

Subsector	Legislation Standard	Emission Factors (g/km)			User Values (g/km)					
		Urban	Rural	Highway	Urban (Keep)	Rural (Keep)	Highway (Keep)			
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	0,663	0,663	0,663	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,596	0,596	0,596	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,53	0,53	0,53	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC St	0,464	0,464	0,464	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC St	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/200	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	0,663	0,663	0,663	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,596	0,596	0,596	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,53	0,53	0,53	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC St	0,464	0,464	0,464	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC St	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/200	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	0,663	0,663	0,663	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0,596	0,596	0,596	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0,53	0,53	0,53	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC St	0,464	0,464	0,464	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC St	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/200	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC St	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>
Diesel <1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/200	0,398	0,398	0,398	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>

Figura 4.11 Ventana “Emisiones de CO2 debido al aceite lubricante”

4.2.3 Carga del vehículo, ejes

Las correcciones debidas al porcentaje de carga son aplicables a los vehículos pesados y autobuses en Advanced => Vehicle load, Axles. El programa aplica por defecto un porcentaje de carga del 50%. Si se quiere modificar este porcentaje se debe pulsar el botón “Apply Load Correction -> Yes” e introducir los nuevos porcentajes. Los porcentajes de carga deberán oscilar entre 0 (vehículo totalmente vacío) y 100 (vehículo a plena carga). Los factores de carga se calculan y aplican en el cálculo de los factores de emisión calientes. Además, los porcentajes de carga y el número de ejes también se utilizan en el cálculo de las emisiones de partículas (no escape).

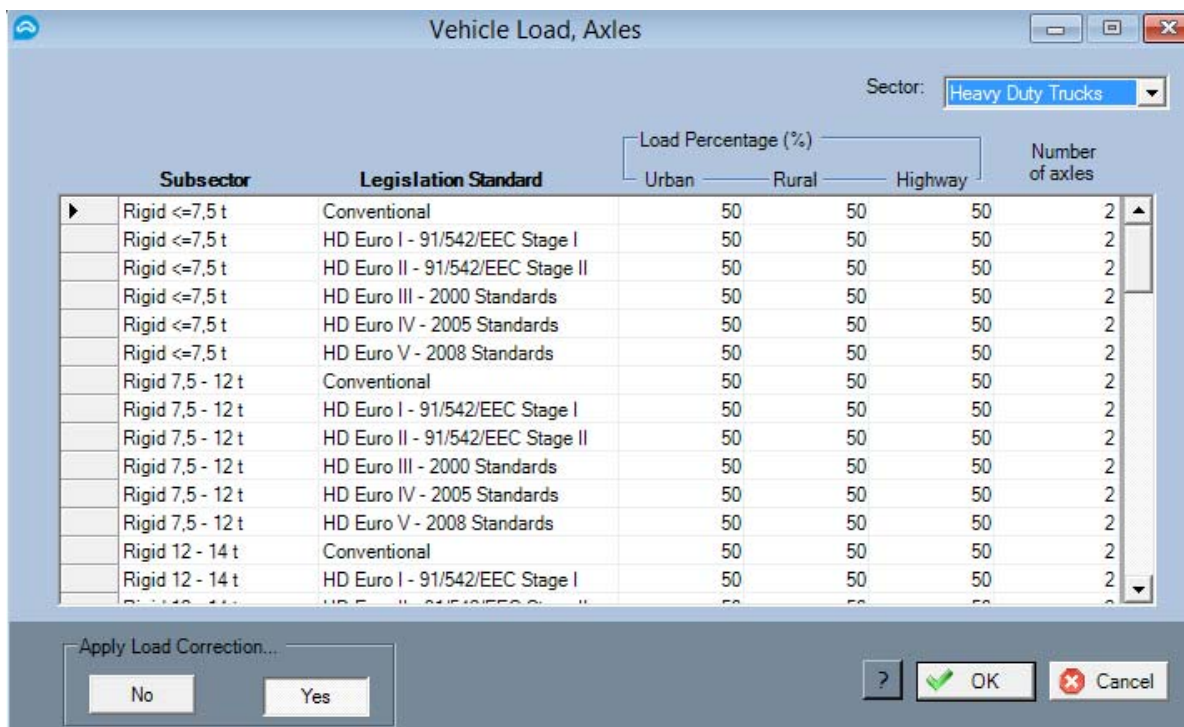


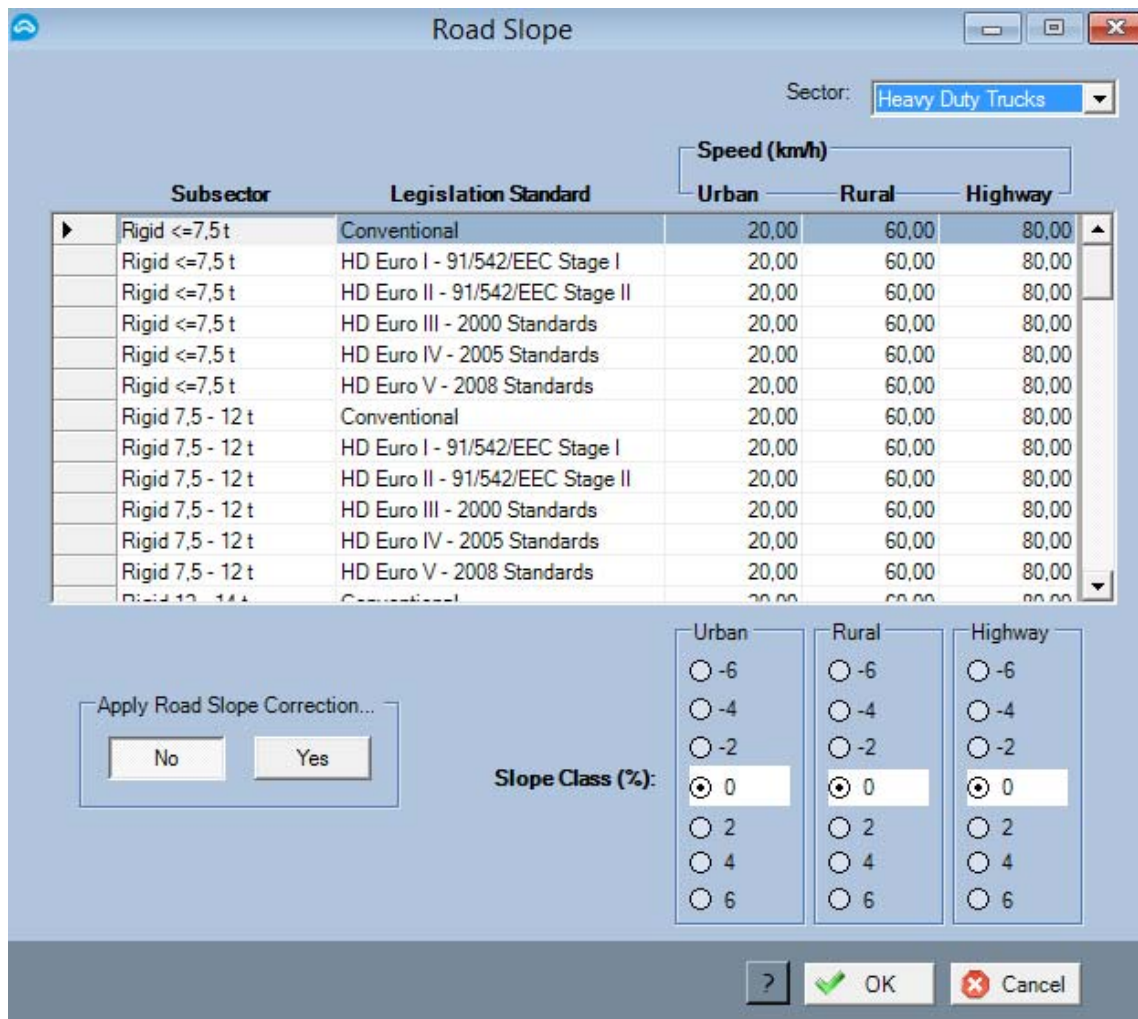
Figura 4.12 Ventana “Carga del vehículo, ejes”

4.2.4 Pendiente de la carretera

En esta ventana se puede introducir la pendiente media de la carretera (Advanced => Road Slope) para las distintas categorías de vehículos y los diferentes modos de conducción (pulsar Apply Road Slope Correction... -> Yes).

Existen 6 opciones disponibles que oscilan entre -6% (conducción cuesta arriba) a + 6% (de conducción cuesta abajo) para cada modo de conducción. Las distintas correcciones debidas a la pendiente de la carretera sólo son aplicables para unos límites razonables en el rango de velocidad.

Los factores de pendiente son calculados y aplicados durante el cálculo de los factores de emisión calientes.



Subsector	Legislation Standard	Speed (km/h)		
		Urban	Rural	Highway
▶ Rigid <=7,5 t	Conventional	20,00	60,00	80,00
Rigid <=7,5 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	20,00	60,00	80,00
Rigid <=7,5 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	20,00	60,00	80,00
Rigid <=7,5 t	HD Euro III - 2000 Standards	20,00	60,00	80,00
Rigid <=7,5 t	HD Euro IV - 2005 Standards	20,00	60,00	80,00
Rigid <=7,5 t	HD Euro V - 2008 Standards	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	Conventional	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro III - 2000 Standards	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro IV - 2005 Standards	20,00	60,00	80,00
Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro V - 2008 Standards	20,00	60,00	80,00

Figura 4.13 Ventana “Pendiente de la carretera”

4.2.5 Uso de SCR

La Euro V para los camiones dio lugar a unos límites que introdujeron la reducción catalítica selectiva (SCR) para reducir las emisiones de NOx. El sistema SCR utiliza la inyección de urea en la línea de escape. La urea libera amoníaco, que reacciona con los óxidos de nitrógeno para producir nitrógeno y agua. Una técnica alternativa utilizada por algunos fabricantes es la recirculación de los gases de escape (EGR), donde parte de los gases de escape es conducido de nuevo a la entrada del motor, donde actúa como un gas inerte a fin de reducir la temperatura de combustión. Ambas tecnologías son eficaces en el cumplimiento de las normas de emisiones Euro V. Sin embargo, el SCR no es eficiente para temperaturas de los gases de escape por debajo de 150°C.

Como resultado, los factores de emisión de NOx de camiones equipados con SCR son mucho más altos que los de EGR a bajas velocidades. Por lo tanto, la asignación de un factor de emisión realista para camiones Euro V requiere el conocimiento de la proporción de camiones equipados con EGR y SCR para la Euro V. Esto se proporciona en la ventana (Advanced => SCR usage). Se debe introducir la cuota de participación de camiones equipados con EGR en la columna EGR ratio (%). Luego la columna SCR ratio (%) se calcula como la diferencia "100 - EGR ratio (%)".

Se disponen de datos obtenidos a partir de estudios de mercado y ventas de camiones Euro V en 2008, 2009 y primer trimestre de 2010 (datos por defecto de Copert). Estos datos serán los utilizados en este proyecto. Desde el año 2011, el sistema SCR ha comenzado a aparecer en algunos automóviles de pasajeros, para el cumplimiento de la normativa Euro 6.

Una columna adicional "UC as a % of FC (%)" se proporciona en la que se debe introducir la tasa de consumo de urea, como un porcentaje de la tasa de consumo de combustible. Esto sólo se utiliza para estimar las emisiones de CO₂ producidas por el consumo de urea. Mientras se consume urea, se libera un poco de CO₂, que es independiente del CO₂ producido debido a la combustión del combustible. Esto se suma a las emisiones totales de gases de efecto invernadero del vehículo.

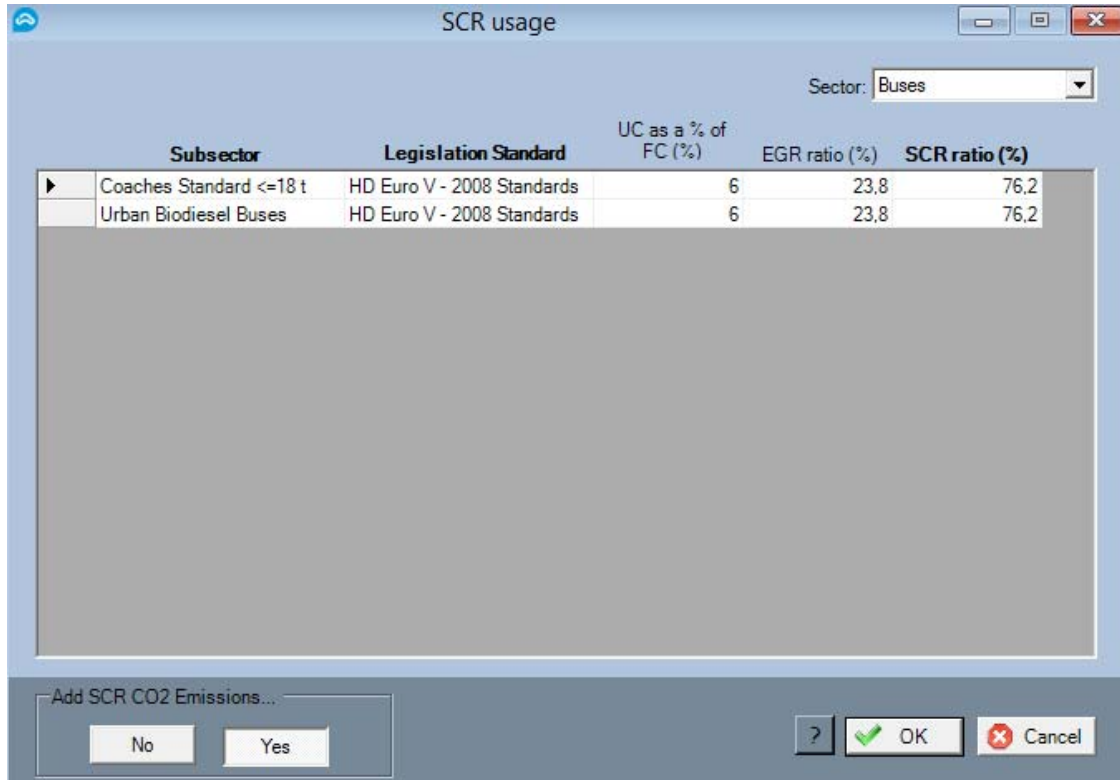


Figura 4.14 Ventana "Uso de SCR"

4.2.6 Uso de A/C

En esta ventana (Advanced => A/C usage) se introducen los parámetros relacionados con el A/C. En la primera columna se introducen el número de vehículos equipados con sistema de aire acondicionado (vehicles equipped with con A/C (%)). En general, el número de turismos equipados con un A/C aumenta con el paso de los años.

También es necesario estimar el uso de A/C (Usage (%)). Para simplificar, se propone un factor de uso único, independientemente del modo de conducción. Este factor se aplica uniformemente a todas las condiciones de conducción y no existe diferenciación estacional.

Esta opción solo está disponible para los vehículos de pasajeros y para los vehículos ligeros. Se debe pulsar el botón "Enable A/C Calculations... -> Yes".

A/C usage

Sector:

Subsector	Legislation Standard	Vehicles equipped with A/C (%)	Usage (%)
▶ Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	10	40
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	20	40
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	60	40
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	85	40
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	95	40
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	95	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	10	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	20	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	60	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	85	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	95	40
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	95	40
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	10	40
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	20	40
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	60	40
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	85	40
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	95	40
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	95	40
Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	95	40
Diesel <1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	95	40
Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	10	40
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	20	40

Enable A/C Calculations...

Figura 4.15 Ventana "Uso de A/C"

4.2.7 Relación NO₂/NO_x

El programa utiliza una metodología específica para el cálculo de los NO₂. El cálculo de los NO_x se hace con la relación NO₂/NO_x en la pestaña Advanced => Share of NO₂ to NO_x. Los NO son calculados como: NO_x - NO₂ = NO.

Subsector	Legislation Standard	NO2/NOX primary mass ratio (%)
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	4
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	4
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	3
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	3
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	4
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	4
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	3
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	3
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	4
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	4
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	3

Figura 4.16 Ventana “Relación NO2/NOx”

4.2.8 Fracción de EC y OM en PM

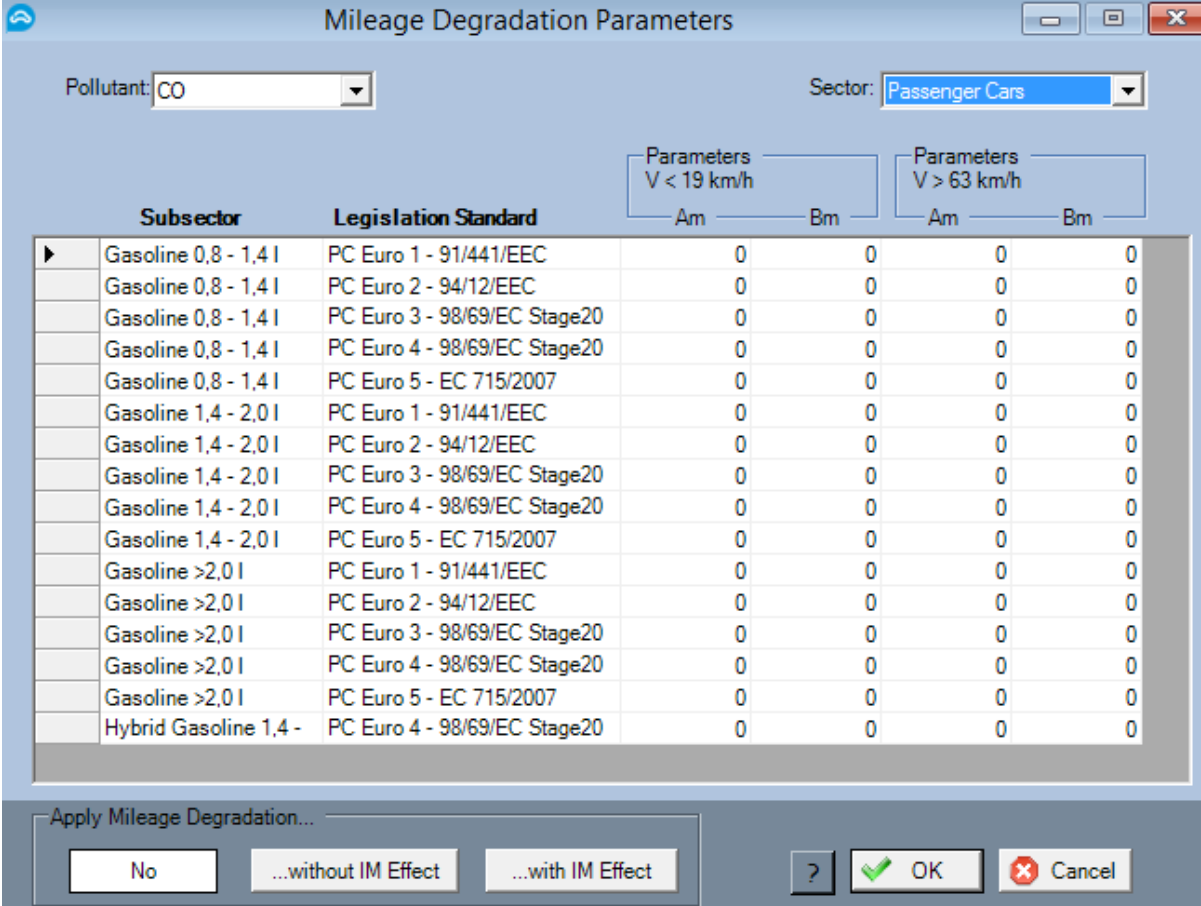
La fracción de carbono elemental y carbono orgánico en las partículas de escape es definida en esta ventana (Advanced => Fraction of EC and OM in PM). Aquí se puede definir la relación EC/PM (exhaust) y la relación OM/EC. Copert 4 proporciona unos valores por defecto que pueden ser modificados.

Subsector	Legislation Standard	EC/PM2.5 ratio (%)	OM/EC ratio (%)
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	20	400
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	25	250
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	25	250
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	15	300
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15	300
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	15	300
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	20	400
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	25	250
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	25	250
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	15	300
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15	300
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	15	300
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	20	400
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	25	250
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	25	250
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	15	300
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15	300

Figura 4.17 Ventana “Fracción de EC y OM en PM”

4.2.9 Degradación por kilometraje

En esta ventana (Advanced => Mileage Degradation) se encuentran los parámetros que influyen en el cálculo de los factores de degradación por kilometraje en función de la edad del vehículo o kilometraje total. Estos factores son sólo relevantes para la EURO I y posteriores en coches de pasajeros y vehículos ligeros gasolina y sólo se aplican a las emisiones en caliente.



Pollutant: CO Sector: Passenger Cars

Subsector	Legislation Standard	Parameters V < 19 km/h		Parameters V > 63 km/h	
		Am	Bm	Am	Bm
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0	0	0	0
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0	0	0	0
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0	0	0	0
Hybrid Gasoline 1,4 -	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage20	0	0	0	0

Apply Mileage Degradation...

Figura 4.18 Ventana "Degradación por kilometraje"

En la parte inferior se puede seleccionar entre tres opciones diferentes:

No: Los factores de degradación no se calculan y, por lo tanto, no se introducen correcciones en los factores de emisión en caliente.

...without IM effect: Si se selecciona esta opción, los factores de degradación se calculan asumiendo que el sistema de Inspección y Mantenimiento aplicable es similar a la Directiva 92/55/CEE.

...with IM effect: En este caso, los factores de degradación se calculan asumiendo que un sistema de inspección y mantenimiento mejorado está en su lugar.

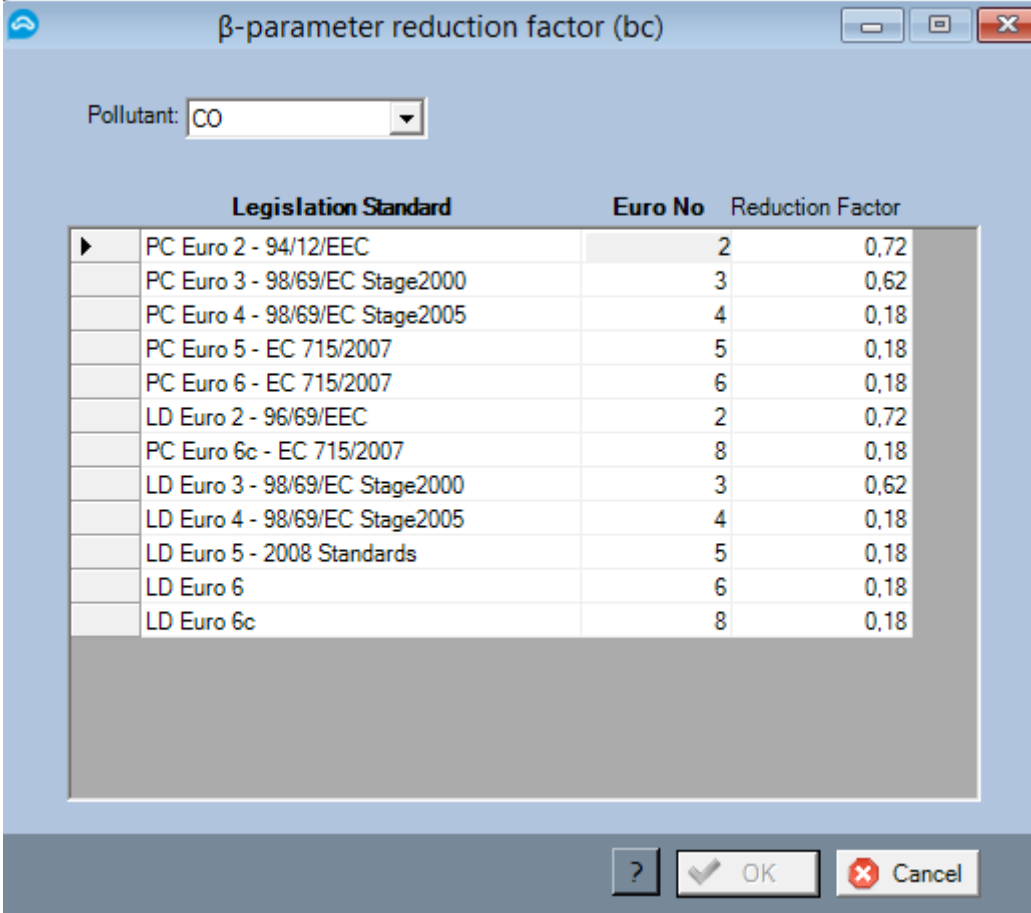
Al pulsar uno de los botones de arriba los parámetros AM y BM se rellenan automáticamente con los valores correspondientes. Se pueden proporcionar valores propios.

4.2.10 Factor reducción del parámetro β

El factor de reducción del parámetro β se encuentra en la siguiente ventana (Advanced => Parameters => β -parameter reduction factor (bc)). La distancia de arranque en frío se calcula para los vehículos con tecnología Euro 1 mediante el parámetro beta.

Esta distancia se reduce para las tecnologías de vehículos más recientes, ya que con el uso de dispositivos de post tratamiento en la línea de escape se calientan más rápido.

Por lo tanto bc es la fracción de la distancia Euro 1 que se requiere para calentar los vehículo que utilizan tecnologías posteriores. Esta es la razón por la que el factor bc disminuye con la mejora de la tecnología. Si el valor bc se deja a cero, entonces se calculará sin arranque en frío.



	Legislation Standard	Euro No	Reduction Factor
▶	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2	0,72
	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3	0,62
	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	4	0,18
	PC Euro 5 - EC 715/2007	5	0,18
	PC Euro 6 - EC 715/2007	6	0,18
	LD Euro 2 - 96/69/EEC	2	0,72
	PC Euro 6c - EC 715/2007	8	0,18
	LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3	0,62
	LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	4	0,18
	LD Euro 5 - 2008 Standards	5	0,18
	LD Euro 6	6	0,18
	LD Euro 6c	8	0,18

Figura 4.19 Ventana “Factor de reducción del parámetro β ”

4.2.11 Parámetros de los factores de emisión caliente/frío

Los parámetros de los factores de emisión del motor en caliente/frío se encuentra en la siguiente ventana (Advanced => Parameters => Hot/Cold Emission Factors Parameters). En esta ventana se pueden comprobar los parámetros que intervienen en el cálculo de los factores de los contaminantes del Grupo 1 y las fórmulas utilizadas para su cálculo en función del modo de conducción (factores en caliente) o en función del mes del año (factores en frío).

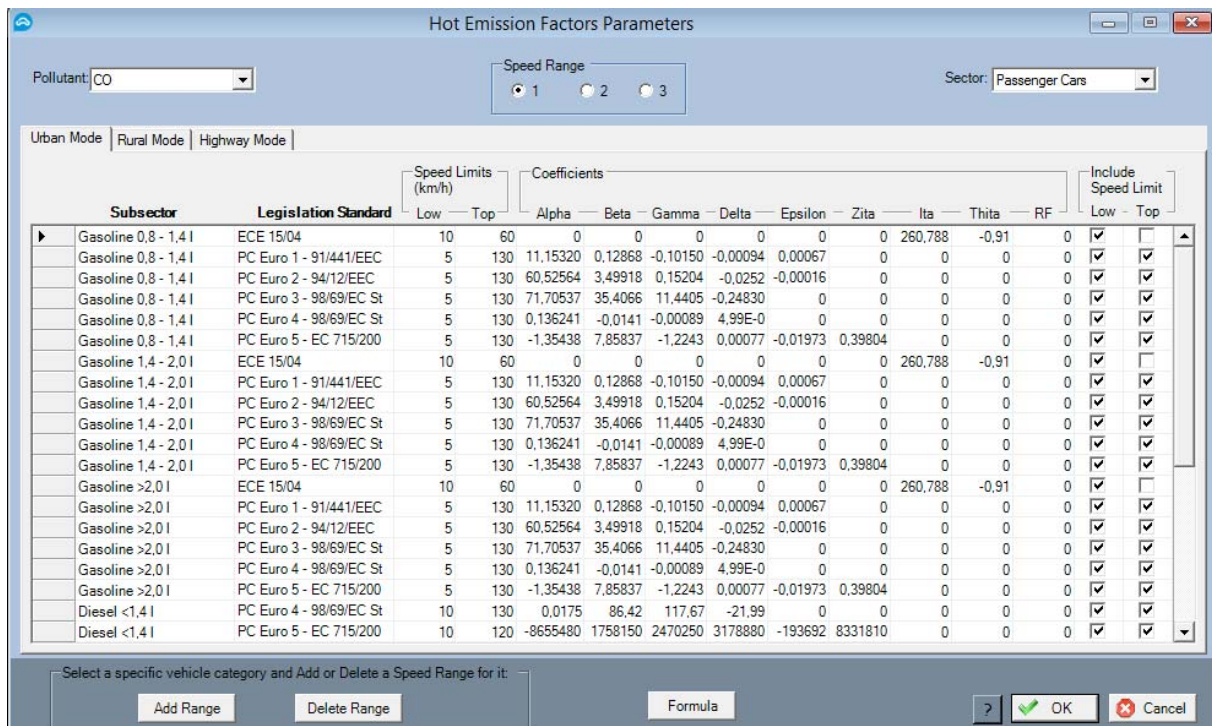


Figura 4.20 Ventana "Parámetros de los factores de emisión en caliente"

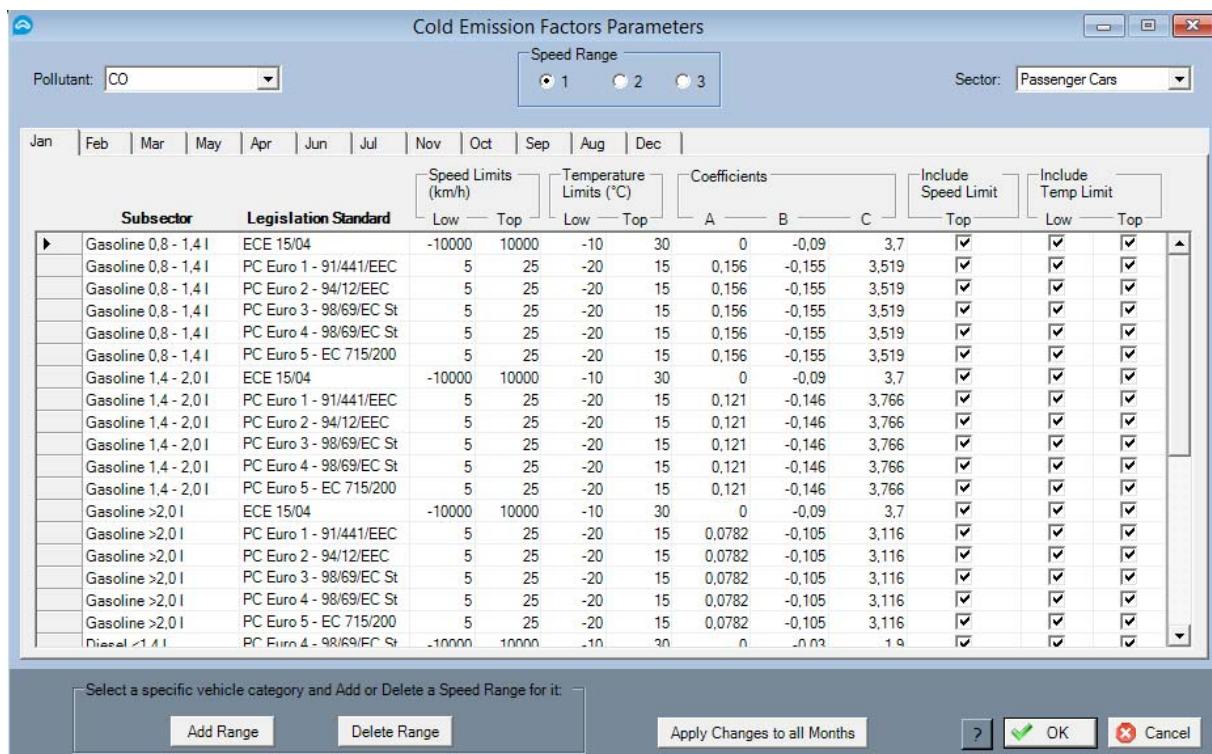


Figura 4.21 Ventana "Parámetros de los factores de emisión en frío"

4.3 Flota supuesta ciudad de Valladolid 2008

En este apartado se va a introducir la flota supuesta en la ciudad de Valladolid en el año 2008. Las hipótesis que se han realizado han sido las mismas que se realizaron anteriormente para el año 2012. Estas nuevas suposiciones se han basado en los datos que se disponen sobre el Parque Nacional a fecha de 31 de diciembre de 2008 (Documento obtenido de la web de la Dirección General de Tráfico).

En primer lugar vamos a considerar que el número de vehículos es el mismo, ya que si observamos los datos del Parque Nacional para los años 2008 y 2011 el número de vehículos permanece prácticamente constante (30.000.000 vehículos aproximadamente).

En la ventana Country => Select / Add (figura 4.22) se introduce un nuevo año (año 2008) y se dejan los demás datos de entrada como en el apartado anterior.

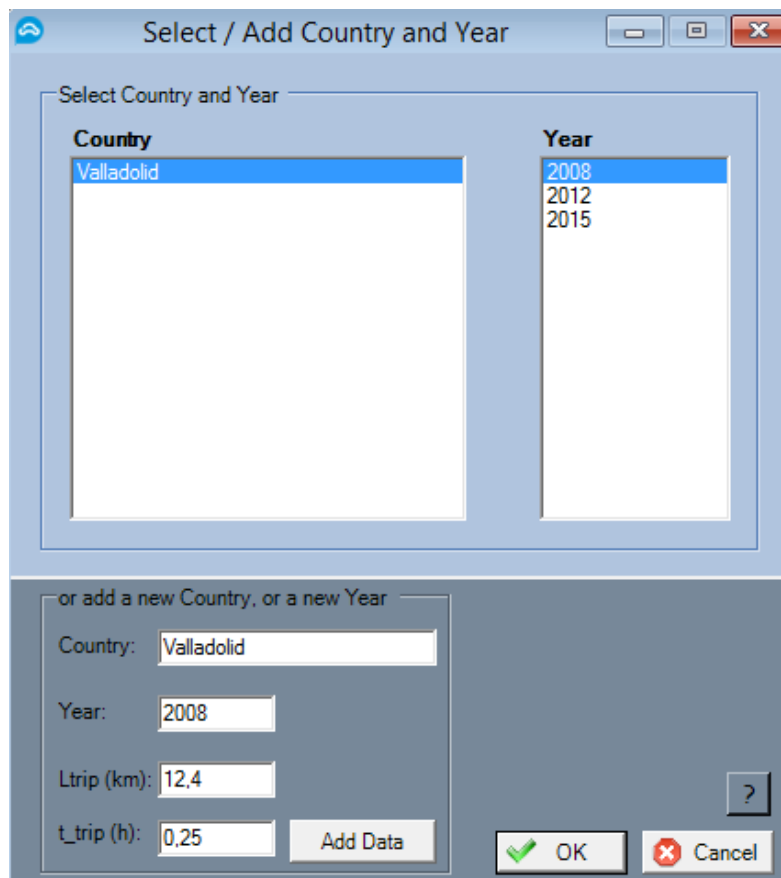


Figura 4.22 Ventana “Selección país y año”

El resto de pasos a seguir son exactamente los mismos que los que han sido expuestos en el apartado anterior. A continuación se muestran una serie de tablas que corresponden a los vehículos supuestos en cada categoría.

Vehículos de pasajeros

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	9229
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	1480
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	990
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1610
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	761
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	9229

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	8454
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	11880
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	24949
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	15987
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	1605
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	634
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	1273
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	268
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	2284
Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	607
Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional	4906
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	2841
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	5084
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	13289
Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	13899
Diesel >2,0 l	Conventional	427
Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	316
Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	693
Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	1314
Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1986

Tabla 4.36 Población vehículos de pasajeros Valladolid 2008 (1)

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
LPG	PC Euro 4 - EC 715/2007	40
HybridGasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	76

Tabla 4.37 Población vehículos de pasajeros Valladolid 2008 (2)

Vehículos comerciales ligeros

	Gasolina	Diesel
Convencional (Hasta 1993)	583	3457
Euro 1 (1994-1997)	300	1703
Euro 2 (1998-2000)	386	2190
Euro 3 (2001-2005)	742	4205
Euro 4 (2006-2009)	490	2774

Tabla 4.38 Vehículos ligeros clasificados según normativa y combustible para Valladolid (2008)

Camiones pesados (rígidos).

	Pesados 3.5-7.5t	Pesados 7.5-12t	Pesados 12-14t	Pesados 14-20t	Pesados 20-26t	Pesados 26-28t	Pesados 28-32t	Pesados >32t
Convencional (hasta 1992)	161	94	30	30	30	30	30	30
Euro 1 (1992-1995)	47	30	6	6	6	6	6	6
Euro 2 (1996-1999)	71	57	13	13	13	13	13	13
Euro 3 (2000-2004)	108	80	24	24	24	24	24	24
Euro 4 (2005-2007)	90	12	3	3	3	3	3	3

Tabla 4.39 Camiones pesados rígidos para Valladolid (2008)

Camiones pesados (articulados).

	14-20t	20-28t	28-34t	34-40t
Convencional (hasta 1992)	17	17	17	439
Euro I (1992-1995)	6	6	6	175
Euro II (1996-1999)	24	24	24	650
Euro III (2000-2004)	58	58	58	1604
Euro IV (2005-2007)	63	63	63	1702

Tabla 4.40 Vehículos pesados articulados clasificados según masa y tecnología para Valladolid (2008)

Autobuses.

	Nº Autobuses
Convencional (hasta 1992)	53
Euro I (1992-1995)	28
Euro II (1996-1999)	56
Euro III (2000-2004)	73
Euro IV (2005-2007)	72

Tabla 4.41 Autobuses de Valladolid (año 2008) clasificados según normativa (1)

Como datos se tenían 103 autobuses urbanos GLP que se introducirán dentro del grupo CNG (no existe la categoría GLP en Copert 4) y 46 biodiesel.

Combustible y cilindrada	Normativa	Nº Vehículos
Urban CNG Buses	HD Euro III - 2000 Standards	103
Urban Biodiesel Buses	HD Euro IV - 2005 Standards	46

Tabla 4.42 Autobuses de Valladolid (año 2008) clasificados según normativa (2)

Ciclomotores y motocicletas.

	<250	250-750	>750
Convencional Hasta 1998	1639	585	117
Mot - Euro I 1999-2003	723	428	187
Mot - Euro II 2003-2006	1345	462	201
Mot - Euro III 2006-2008	632	241	130

Tabla 4.43 Motocicletas clasificadas según Copert para Valladolid (2008)

Cilindrada	Normativa	Nº vehículos
2-stroke <50 cm ³	Conventional	5803
2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro I	322
2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro II	322

Tabla 4.44 Ciclomotores clasificados según Copert para Valladolid (2008)

4.4 Flota supuesta ciudad de Valladolid 2015

En este apartado se va a introducir el **mismo número de vehículos para la ciudad de Valladolid** en Copert 4. En esta supuesta flota de la ciudad de Valladolid en el año 2015 todos los diferentes tipos de vehículos de las distintas categorías cumplirán la **última normativa/tecnología** en vigor.

En la ventana Country => Select / Add (figura 4.23) se introduce un nuevo año (año 2015) y se dejan los demás datos de entrada como en el apartado anterior.

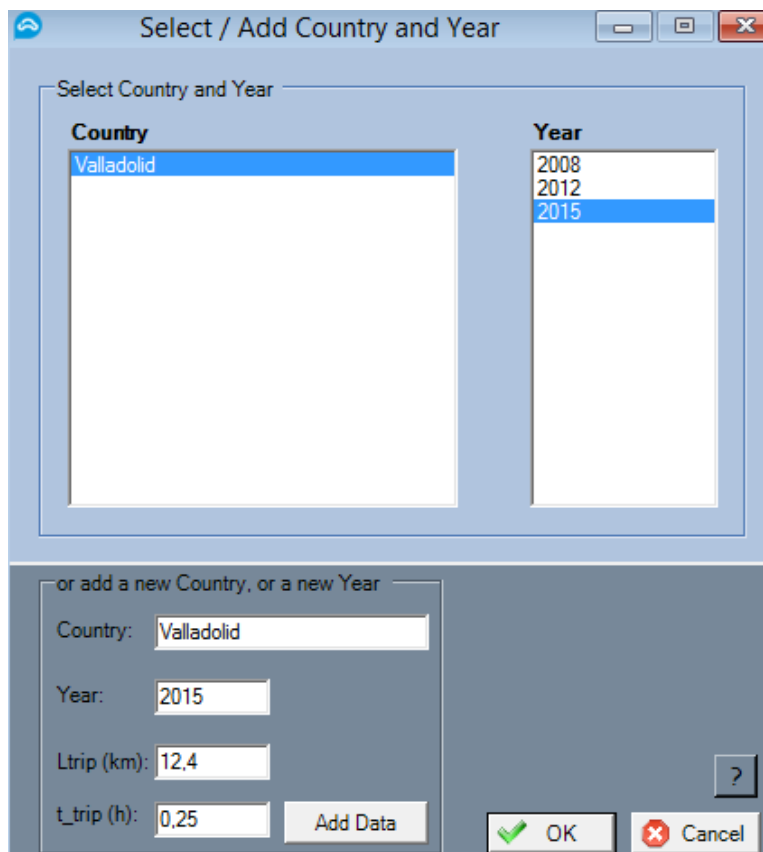


Figura 4.23 Ventana “Selección país y año”

La flota que cumple la última normativa en vigor es la que se muestra en la tabla 4.45.

Sector	Subsector	Technology
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel <1,4 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	LPG	PC Euro 6 - EC 715/2007
Passenger Cars	Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 6
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 6
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro VI

Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro VI
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro VI
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro VI
Buses	Urban CNG Buses	HD Euro III - 2000 Standards
Buses	Urban Biodiesel Buses	HD Euro VI
Mopeds	2-stroke <50 cm³	Mop - Euro III
Motorcycles	4-stroke <250 cm³	Mot - Euro III
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm³	Mot - Euro III
Motorcycles	4-stroke >750 cm³	Mot - Euro III

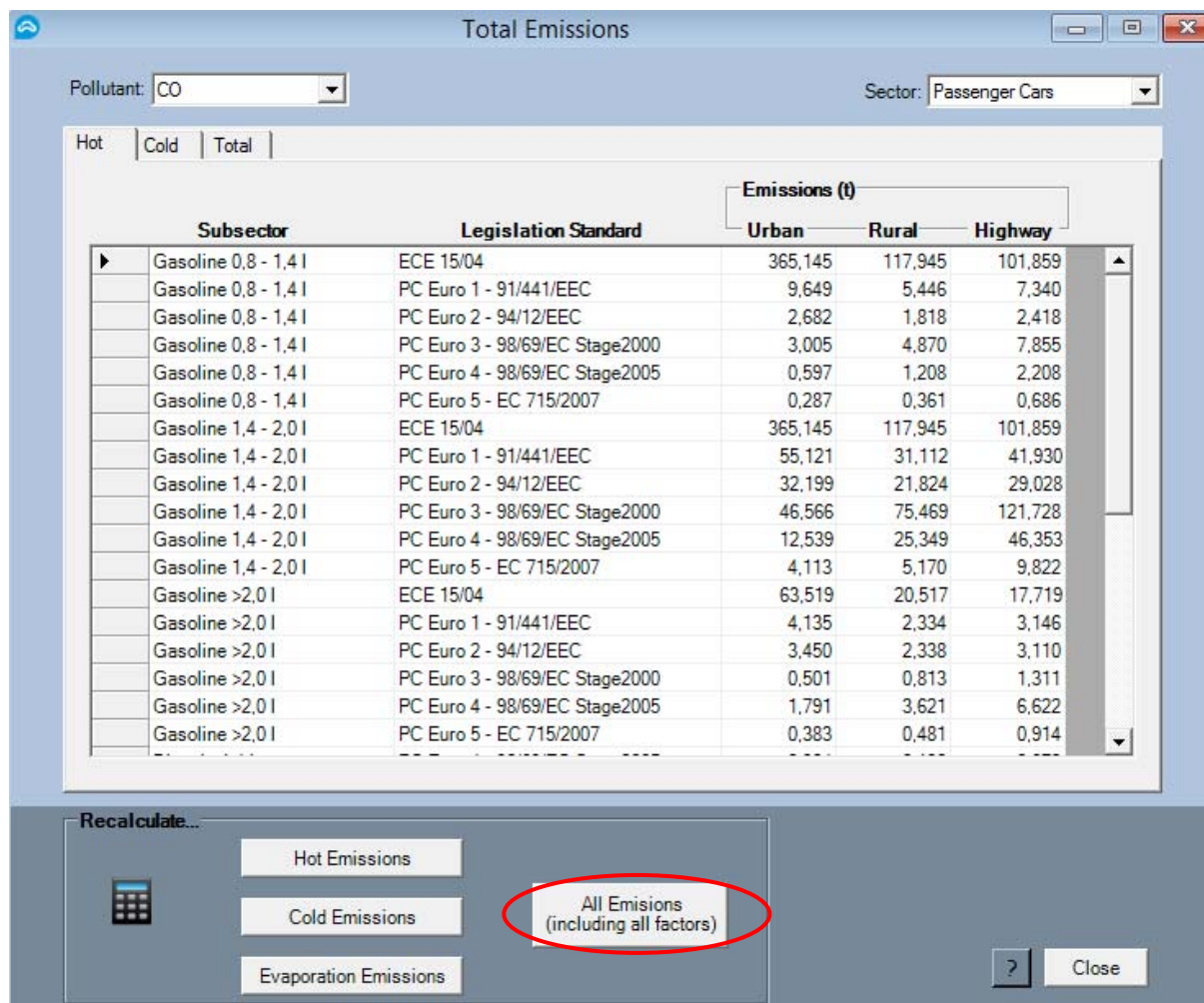
Tabla 4.45 Tipos de vehículos flota ciudad de Valladolid (2015)

El resto de pasos a seguir son exactamente los mismos que han sido expuestos en el apartado 4.1 para la flota supuesta de la ciudad de Valladolid en 2012.

5 RESULTADOS Y COMPARACIÓN ENTRE FLOTAS

Una vez introducidos todos los datos en el programa, el **cálculo de las emisiones** se realiza en la ventana (Emissions => Total Emissions) que se muestra en la figura 5.1.

En esta nueva ventana se calculan todos los factores necesarios para el cálculo de las emisiones y las propias emisiones pulsando el botón “All Emissions (including all factors)”.



Subsector	Legislation Standard	Emissions (t)		
		Urban	Rural	Highway
Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04	365,145	117,945	101,859
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	9,649	5,446	7,340
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	2,682	1,818	2,418
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	3,005	4,870	7,855
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	0,597	1,208	2,208
Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,287	0,361	0,686
Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04	365,145	117,945	101,859
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	55,121	31,112	41,930
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	32,199	21,824	29,028
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	46,566	75,469	121,728
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	12,539	25,349	46,353
Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	4,113	5,170	9,822
Gasoline >2,0 l	ECE 15/04	63,519	20,517	17,719
Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC	4,135	2,334	3,146
Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC	3,450	2,338	3,110
Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000	0,501	0,813	1,311
Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005	1,791	3,621	6,622
Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007	0,383	0,481	0,914

Figura 5.1 Ventana “Cálculo de emisiones”

Los **factores** que calcula son los que aparecen en la ventana “Calculation factors” y son los siguientes:

- Degradación por kilometraje (Mileage Degradation).
- Efecto de combustible (Fuel Effect)
- Factores de emisión en caliente (Hot Emission Factors)
- Factores de emisión en frío (Cold Emission Factors)
- Factores de evaporación (Evaporation Factors)
- Factores de A/C (A/C Factors)
- Factores de emisión de CO2 debido al aceite lubricante (CO2 Emission Factors due to lube-oil)

Debido a que las propiedades de los combustibles se han mejorado con el paso de los años se utilizan los factores de “Efecto de combustible”. Estos se aplican para reducir las emisiones en normativas que no están en vigor y que sus factores de emisión fueron calculadas con peores propiedades de combustible.

Para **comparar los resultados de las tres supuestas flotas de la ciudad de Valladolid** se utiliza la siguiente ventana (Emissions => Total Emissions of all years), que se muestra en la figura 5.2.

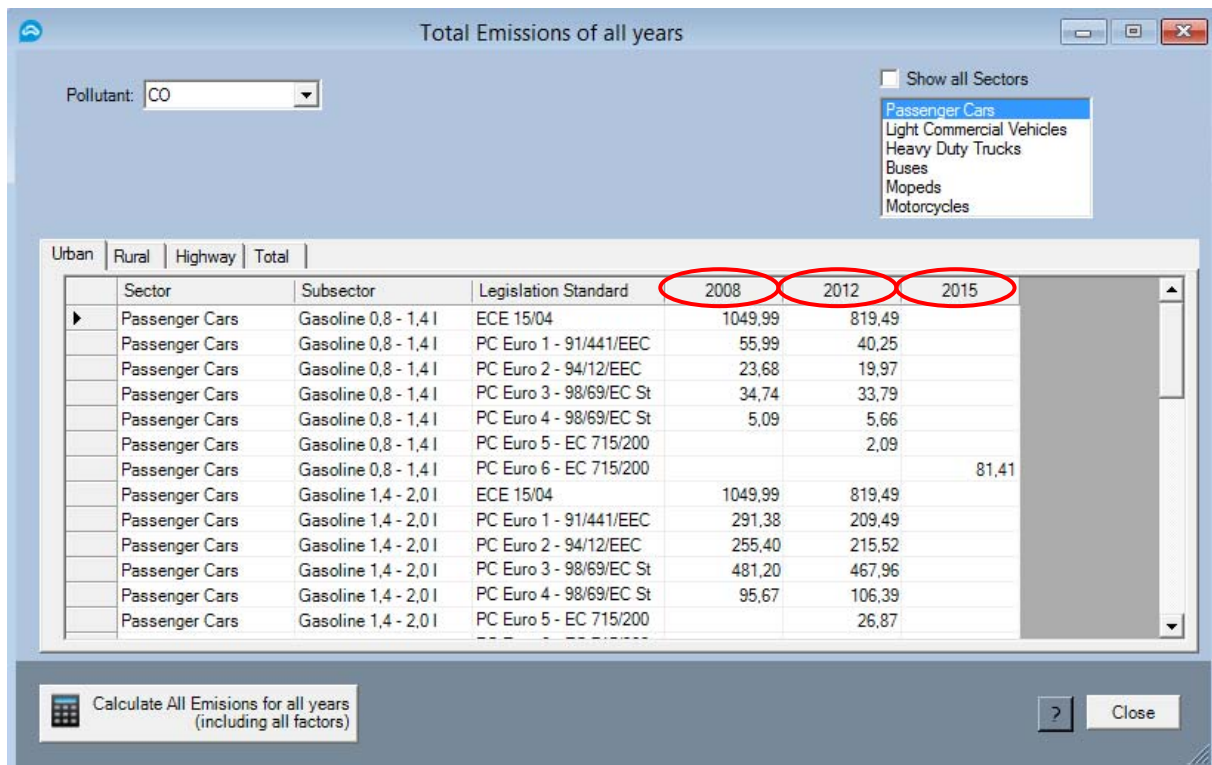


Figura 5.2 Ventana “Comparación de emisiones entre flotas”

Como se quieren comparar las emisiones de las tres supuestas flotas de la ciudad de Valladolid se van a importar las emisiones totales de cada año en un mismo archivo Excel (archivo “Imput Data and Result_2008_2012_2015.xls” que se adjunta en el CD del proyecto). En este archivo, además de los resultados obtenidos, también se encuentran todos los datos de entrada para cada una de las flotas.

Los resultados que se obtienen son los siguientes:

5.1 Consumo de combustible

La cantidad de combustible consumido está relacionado con la energía necesaria para el movimiento del vehículo y depende fundamentalmente de la velocidad, eficiencia del motor y del sistema de transmisión, aerodinámica del vehículo, trazado y características de la carretera, modo de conducción y utilización de sistemas auxiliares (iluminación, climatización, etc.).

El **consumo de combustible** se **calcula** a partir de **fuentes estadísticas de consumo**.

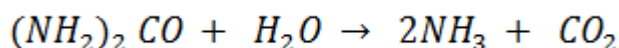
Las emisiones contaminantes dependientes del consumo de combustible (grupo 2) deben ser determinados en primer lugar sobre la base del consumo de combustible calculado a partir de fuentes estadísticas (por clase de vehículo), y luego una corrección basada en el verdadero consumo de combustible (datos proporcionados por el usuario) es aplicada.

5.2 Emisiones de CO2 a la atmósfera

Las emisiones de CO2 proceden a partir de tres fuentes:

- Combustión de **combustible** (consumo y relación H/C del combustible utilizado).

- Combustión de **aceite lubricante**. Todos los vehículos consumen pequeñas cantidades de aceite de lubricación, debido a la película de aceite desarrollado en las paredes internas del cilindro. Esta película de aceite se expone a la combustión y se quema junto con el combustible. El desgaste debido al funcionamiento del motor prolongado generalmente aumenta el consumo de aceite lubricante. Los motores de 2 tiempos consumen mucho más aceite lubricante, ya que estos utilizan gasolina con una pequeña cantidad de aditivo (aceite lubricante) que es quemado completamente en el cilindro.
- Adición de **aditivos** que contienen carbono en los gases de escape. Los sistemas de post tratamiento usados para reducir las emisiones de NOx utilizan una solución acuosa de urea como agente reductor. La urea (NH₂)₂CO se inyecta aguas arriba del catalizador de hidrólisis (SCR) en la línea de escape y tiene lugar la siguiente reacción:



El amoníaco (NH₃) formado por esta reacción es el agente principal que reacciona con los óxidos de nitrógeno para reducirlos a nitrógeno. Sin embargo, también da lugar a la formación de una molécula de dióxido de carbono que se libera a la atmósfera. Esto contribuye al total de CO₂ emitido por estos vehículos.

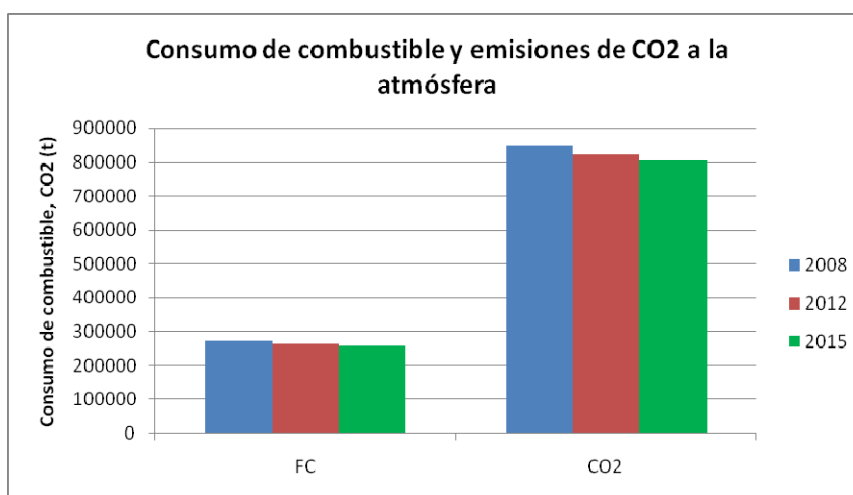


Figura 5.3 Consumo de combustible y emisiones de CO₂ a la atmósfera

5.3 Otras emisiones gaseosas

Las emisiones de otros elementos contaminantes como monóxido de carbono (**CO**), compuestos orgánicos volátiles (**COV**), óxidos de nitrógeno (**NO_x**) y óxidos de azufre (**SO_x**) dependen fundamentalmente del tipo de combustible (gasolina o gasóleo), tipo de vehículo y cilindrada, climatología y tipo de conducción.

También se han calculado las emisiones de **NO**, **NO₂**, **N₂O** y **NH₃**.

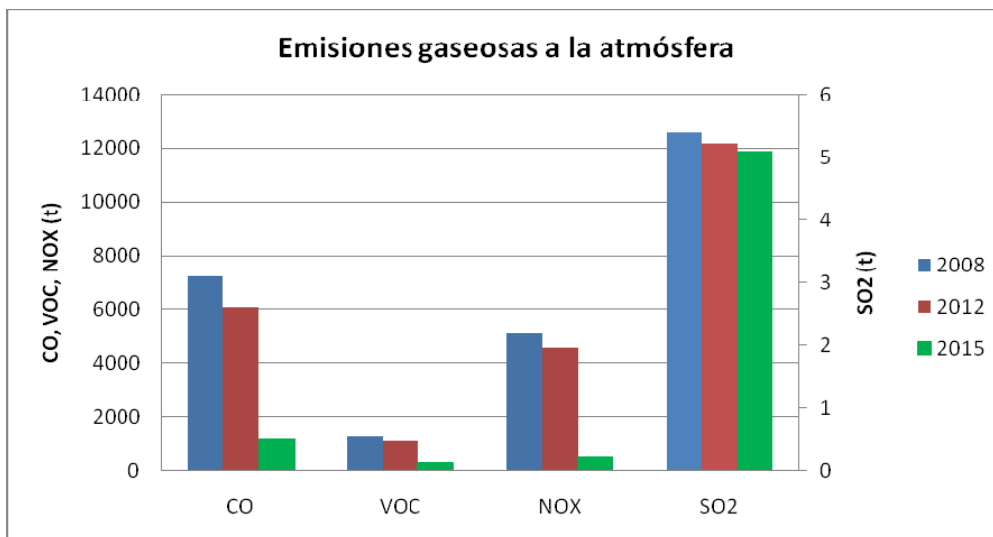


Figura 5.4 Emisiones gaseosas a la atmósfera (1)

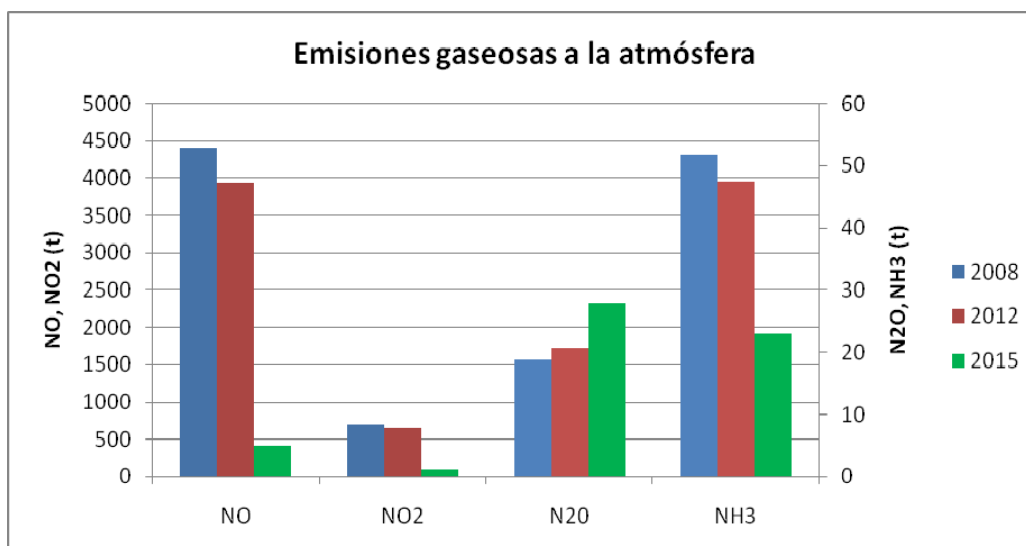


Figura 5.5 Emisiones gaseosas a la atmósfera (2)

Las **emisiones de N2O** son **más altas** en los **vehículos gasolina** debido a que los **catalizadores** no han alcanzado su temperatura de funcionamiento o al envejecimiento. En los **vehículos diesel** el uso de **SCR** también produce N2O.

5.4 Emisiones de partículas

Las partículas que se emiten a la atmósfera durante el funcionamiento de los vehículos proceden de dos fuentes principales:

- **Materiales desprendidos en los procesos de fricción:** desgaste de neumáticos y carretera, discos de freno y embrague, etc.
- **Partículas orgánicas formadas dentro del motor durante el proceso de combustión.** Su impacto es mayor en los vehículos diesel que en los de gasolina.

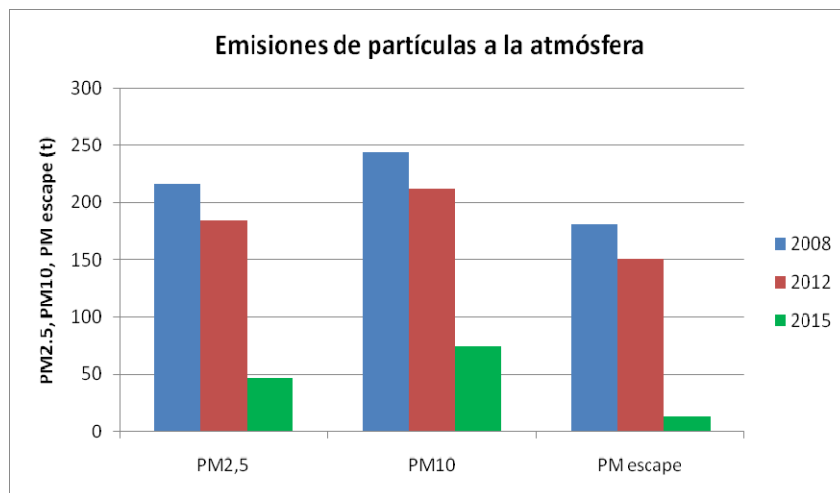


Figura 5.6 Emisiones de partículas a la atmósfera

5.5 Emisiones de metales a la atmósfera

Se trata principalmente de **elementos metálicos contenidos en el combustible o en el lubricante**, bien por estar presentes originalmente debido a los procesos de refinado o bien por su incorporación debido a desprendimientos metálicos en el propio motor, los depósitos o los conductos. Los metales presentes en mayor cantidad suelen ser plomo, cobre y zinc.

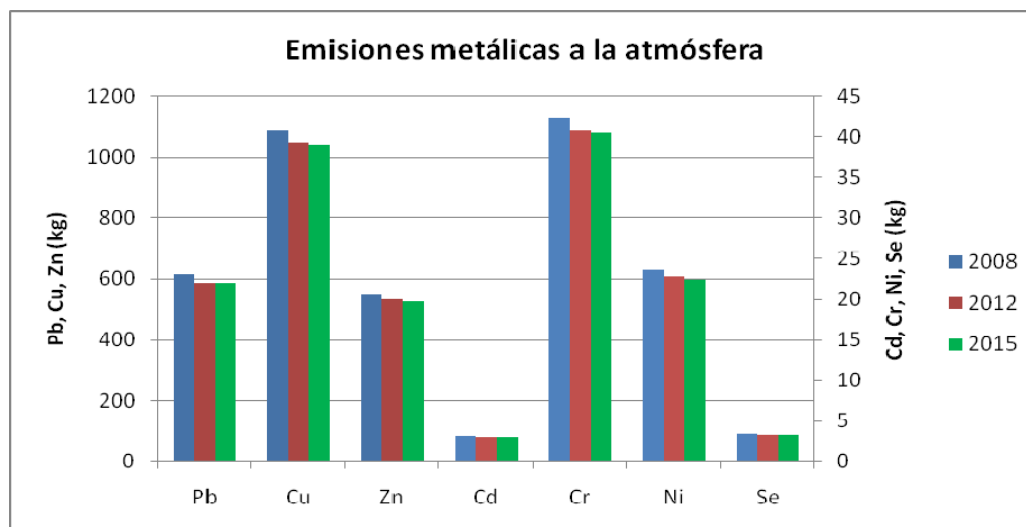


Figura 5.7 Emisiones metálicas a la atmósfera

El programa además dispone de una **herramienta** para obtener todos los resultados de las emisiones en formato pdf. Se pueden obtener en dos formatos diferentes:

- Basado en el **modo de conducción** (Driving Mode Oriented). En este documento las emisiones se clasifican en emisiones en urbano, rural y autovía para cada categoría de vehículo y tecnología.
- Basado en la **fuentes de las emisiones** (Source Oriented). En este documento las emisiones se clasifican según la fuente de procedencia (emisiones en caliente, en frío, emisiones debidas al uso de A/C, etc) para cada categoría de vehículo y tecnología.

Estos documentos también se adjuntan en el CD del proyecto.

6 CONCLUSIONES















Mediante el software Copert 4 se ha llevado a cabo la simulación de las emisiones de todos los **contaminantes del aire regulados** (CO, NOx, HC, PM) producido por diferentes categorías de vehículos (turismos, vehículos ligeros, vehículos pesados, ciclomotores y motocicletas), así como las **emisiones de CO2** en función del **consumo de combustible**. Por otra parte, las emisiones de una amplia gama de **contaminantes no regulados** también se han calculado, incluyendo N2O, NH3, SO2.













Todas las emisiones se han calculado para las **tres supuestas flotas** pertenecientes a la **ciudad de Valladolid**.















El **consumo de combustible y las emisiones de CO2** se han reducido al renovar la flota con vehículos que cumplen con normativas/tecnologías más restrictivas. El resto de **emisiones gaseosas a la atmósfera** también se han reducido, excepto el **N2O** que ha aumentado debido al uso de sistemas de post tratamiento en las líneas de escape necesarios para la reducción de los contaminantes regulados.

Las **emisiones de partículas y de metales a la atmósfera** también se han reducido.

A continuación se muestra la **comparación del consumo de combustible y las emisiones entre las flotas supuestas para la ciudad de Valladolid**. La **flota de referencia** es la flota correspondiente al año **2008**.

	Consumo combustible	CO2	CO	COV	NOX	SO2	NO
2012	 3.3%	 3.3%	 15.7%	 16.5%	 10.4%	 3.3%	 11%
2015	 5.5%	 5.4%	 83.7%	 78.7%	 90.2%	 5.6%	 90.7%

	NO2	N2O	NH3	PM2.5	PM10	PM escape
2012	 6.1%	 10.4%	 8.4%	 14.5%	 13.2%	 16.6%
2015	 96.8%	 48.7%	 55.8%	 78.2%	 69.6%	 92.5%

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Se
2012	 4.6%	 3.6%	 3.3%	 3.3%	 3.6%	 3.4%	 3.3%
2015	 4.7%	 4.5%	 4.4%	 5.3%	 4.3%	 5.2%	 5.1%



El consumo de combustible o emisiones reguladas / no reguladas disminuye.



El consumo de combustible o emisiones reguladas / no reguladas aumenta.

Las diferentes **flotas de vehículos** para la **ciudad de Valladolid** se han introducido teniendo en cuenta una serie de **hipótesis** para dividir los vehículos en las distintas **categorías** de Copert 4.

Para obtener una **información más real de las emisiones** procedentes de la flota de la ciudad de Valladolid se deberían introducir los vehículos en cada categoría con **datos cedidos** por la DGT provincial.

Todos los pasos a seguir serían los explicados en el presente proyecto, cambiando únicamente el número de vehículos en cada categoría.

7 REFERENCIAS

7.1 Software

Copert 4 version 11.2 (Enero 2015), creado por Emisia S.A.

7.2 Webs

Normativas de emisiones

http://transportpolicy.net/index.php?title=Category:Emissions_Standards

Información Europea del medio ambiente

<https://www.eionet.europa.eu/>

Parque Nacional de vehículos

<http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/estadisticas-e-indicadores/parque-vehiculos/>

Página oficial Copert 4

<http://emisias.com/copert>

Ayuntamiento de Valladolid

<https://www.valladolid.es/es>

Web Española sobre modelización de la contaminación atmosférica

<http://www.ciemat.es/MCAportal/>

Agencia Europea de Medio Ambiente

<http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook/emep>

Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes

http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2006-2779

Agencia Estatal de Meteorología

<http://www.aemet.es/es/portada>

Directiva 92/55/CEE

<http://www.boe.es/doue/1992/225/L00068-00071.pdf>

Reglamento (CE) N° 443/2009 para reducir la emisiones de CO2 de los vehículos ligeros

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32009R0443>

Estadísticas ACEA

<http://www.acea.be/>

Laboratorio de Termodinámica Aplicada. Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad de Tesalónica, Grecia

<http://lat.eng.auth.gr/>

ANEXO 1. Tipos de vehículos flota supuesta ciudad de Valladolid 2012

Sector	Subsector	Technology
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	ECE 15/04
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Gasoline 0,8 - 1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	ECE 15/04
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	ECE 15/04
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Gasoline >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel <1,4 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Diesel <1,4 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	Conventional
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Diesel 1,4 - 2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	Conventional
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 1 - 91/441/EEC
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 2 - 94/12/EEC
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Passenger Cars	Diesel >2,0 l	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	LPG	PC Euro 5 - EC 715/2007
Passenger Cars	Hybrid Gasoline 1,4 - 2,0 l	PC Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	Conventional

Sector	Subsector	Technology
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 1 - 93/59/EEC
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 2 - 96/69/EEC
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Light Commercial Vehicles	Gasoline <3,5t	LD Euro 5 - 2008 Standards
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	Conventional
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 1 - 93/59/EEC
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 2 - 96/69/EEC
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 3 - 98/69/EC Stage2000
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 4 - 98/69/EC Stage2005
Light Commercial Vehicles	Diesel <3,5 t	LD Euro 5 - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid <=7,5 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 7,5 - 12 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 12 - 14 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 14 - 20 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I

Sector	Subsector	Technology
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 20 - 26 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 26 - 28 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid 28 - 32 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Rigid >32 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 14 - 20 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 20 - 28 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II

Sector	Subsector	Technology
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 28 - 34 t	HD Euro V - 2008 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	Conventional
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro III - 2000 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Heavy Duty Trucks	Articulated 34 - 40 t	HD Euro V - 2008 Standards
Buses	Coaches Standard <=18 t	Conventional
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro I - 91/542/EEC Stage I
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro II - 91/542/EEC Stage II
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro III - 2000 Standards
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro IV - 2005 Standards
Buses	Coaches Standard <=18 t	HD Euro V - 2008 Standards
Buses	Urban CNG Buses	HD Euro III - 2000 Standards
Buses	Urban Biodiesel Buses	HD Euro IV - 2005 Standards
Buses	Urban Biodiesel Buses	HD Euro V - 2008 Standards
Mopeds	2-stroke <50 cm ³	Conventional
Mopeds	2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro I
Mopeds	2-stroke <50 cm ³	Mop - Euro II
Motorcycles	4-stroke <250 cm ³	Conventional
Motorcycles	4-stroke <250 cm ³	Mot - Euro I
Motorcycles	4-stroke <250 cm ³	Mot - Euro II
Motorcycles	4-stroke <250 cm ³	Mot - Euro III
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm ³	Conventional
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm ³	Mot - Euro I
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm ³	Mot - Euro II
Motorcycles	4-stroke 250 - 750 cm ³	Mot - Euro III
Motorcycles	4-stroke >750 cm ³	Conventional
Motorcycles	4-stroke >750 cm ³	Mot - Euro I
Motorcycles	4-stroke >750 cm ³	Mot - Euro II
Motorcycles	4-stroke >750 cm ³	Mot - Euro III

Tabla Anexo 1.1 Tipos de vehículos flota ciudad de Valladolid 2012