

## Estudio de sensibilidad de los datos de distribución de categorías de tráfico en el método CNOSSOS-EU

Ausejo, Miguel; Simón, Laura; García, Rubén; Sánchez, David.  
Eurocontrol, S.A., c/Cronos 20, 1ª P, 28037, Madrid, España. [mausejo@eurocontrol.es](mailto:mausejo@eurocontrol.es)

**Palabras Clave:** CNOSSOS, mapa de ruido, tráfico, sensibilidad.

### ABSTRACT:

Given the existence of new traffic categories contemplated in the CNOSSOS-EU method compared to the interim method, there is the challenge of obtaining the appropriate traffic data corresponding to said method categories. This article studies the effect of traffic distribution among its categories and analyses different data hypotheses and their effect on the result. Different starting scenarios are proposed in terms of traffic typology. The sensitivity analysis approach is theoretical/empirical through a battery of simulations with different combinations of input data and working hypotheses.

### RESUMEN:

Ante la existencia de nuevas categorías de tráfico contempladas en el método CNOSSOS-EU frente al método interino, existe el reto de la obtención de los datos de tráfico adecuados correspondientes a dichas categorías del método. En este artículo se estudia el efecto de la distribución de tráfico entre sus categorías y se analizan diferentes hipótesis de asignación y su efecto en el resultado. Se plantean diferentes escenarios de partida en cuanto a tipología de tráfico. El enfoque del análisis de sensibilidad es teórico/empírico mediante una batería de simulaciones con diferentes combinaciones de datos de entrada e hipótesis de trabajo.

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Marco legal y normativo

La Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental (END), requiere a todos los Estados miembros de la Unión Europea, la elaboración de Mapas Estratégicos de Ruido (MER) para unos determinados focos de ruido, estableciendo las competencias, obligaciones y vigencias temporales [1].

En 2008, la Comisión Europea comenzó a desarrollar un marco metodológico para la evaluación común del ruido a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa» (CNOSSOS-EU) dirigido por el Centro Común de Investigación.

Como resultado de dicho proyecto, se aprobó definitivamente la Directiva 2015/996 [2], de la Comisión por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE. En este sentido, España traspone dicha Directiva mediante la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido en lo referente a evaluación del ruido ambiental [3].

De acuerdo con dicha Orden, se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido por una metodología común de cálculo desarrollada por la Comisión Europea a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)». La utilización de esta metodología será vinculante para los Estados miembros a partir del 31 de diciembre de 2018.

La Comisión Europea ha llevado a cabo una revisión de esta metodología de cálculo común, que afecta a diferentes aspectos y que se han introducido en el Anexo II de la Directiva de Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental mediante la aprobación de la Directiva Delegada (UE) 2021/1226 de la Comisión, por la que se modifica, para adaptarlo al progreso científico y técnico, el anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en cuanto a los métodos comunes para la evaluación del ruido [4].

Para más información sobre el marco legal, se puede consultar la *Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)*, realizada por el MITERD-CEDEX [5].

## 1.2. Introducción a las novedades del método.

El método CNOSSOS-EU introduce muchos cambios con respecto a los métodos de cálculo anteriormente utilizados por los Estados miembros. En el caso concreto de España, se utilizaron los que se denominaron métodos interinos, ante la ausencia de métodos de cálculo propios. Dichos cambios se producen en los modelos de la fuente, propagación, receptores en fachada, población expuesta, etc.

En el presente documento, se analiza exclusivamente la sensibilidad de los datos referentes a la distribución de categorías de tráfico viario y, en concreto, a hipótesis de asignación de vehículos pesados medianos (categoría 2) y pesados (categoría 3).

El método interino para el cálculo de ruido de tráfico rodado establecido en el Anexo II de la Directiva 2002/49/CE era el método nacional de cálculo francés “NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”. Dicho método simplemente establecía dos categorías de vehículos: ligeros (<3.500 kg) y pesados (>3.500 kg).

Sin embargo, el método CNOSSOS-EU establece una nueva categorización de vehículos, que se muestra en la siguiente tabla:

Categoría	Nombre	Descripción	Categoría de vehículo en CE Homologación de tipo del vehículo completo <sup>3</sup>
1	Vehículos ligeros	Turismos, camionetas ≤ 3,5 toneladas, todoterrenos, vehículos polivalentes, incluidos remolques y caravanas	M1 y N1
2	Vehículos pesados medianos	Vehículos medianos, camionetas > 3,5 toneladas, autobuses, autocaravanas, entre otros, con dos ejes y dos neumáticos en el eje trasero	M2, M3 y N2, N3
3	Vehículos pesados	Vehículos pesados, turismos, autobuses, con tres o más ejes	M2 y N2 con remolque, M3 y N3
4	Vehículos de dos ruedas	4a Ciclomotores de dos, tres y cuatro ruedas	L1, L2, L6
		4b Motocicletas con y sin sidecar, triciclos y cuatriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoría abierta	Su definición se atenderá a las futuras necesidades	N/A

Tabla 1 – Clases de vehículos según CNOSSOS-EU. Fuente: Orden PCI 1319/2018.

Estos cambios de clasificación implican la utilización de datos en muchos casos inexistentes, que obligan a la recolección específica, conteos o adopción de hipótesis de trabajo.

En este documento se pretende analizar la influencia de esta variable en la caracterización final del foco de ruido (carretera), como emisor de una potencia acústica lineal ( $L_w'$ ) y el nivel de presión sonora en receptores virtuales.

En la Guía del MITERD-CEDEX [5], se recomiendan una serie de herramientas para ayudar a establecer estas hipótesis de trabajo e intentar asumir distribuciones de categorías de vehículos coherentes (por ejemplo: parque de vehículos de la DGT, estadísticas autonómicas, etc.).

Con respecto a los métodos interinos, hay varios estudios relevantes sobre la sensibilidad de los datos [6], recomendaciones de uso de hipótesis de trabajo [7] e incluso análisis de la propagación de errores y la consistencia con respecto a la calidad de los datos de tráfico [8-10].

En relación al método CNOSSOS, también hay una serie de estudios sobre la influencia de determinadas variables y entornos que han sentado bases e hipótesis con respecto a la categorización de vehículos [11-14].

El estudio de Murphy *et al* [13] establece que la categorización de los vehículos pesados (2 y 3) en varias proporciones (es decir, 50/50, 30/70, 70/30) y en varias velocidades no cambió significativamente el valor total de las emisiones de la fuente de ruido (diferencias promedio de 0,3 dB). Con respecto a la distribución de categorías 4a y 4b, se obtuvieron diferencias entre las distintas hipótesis de 0,1 dB.

## 2. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

El presente documento se plantea desde el punto de vista del análisis de la modificación de unas hipótesis de trabajo para chequear el resultado final en términos de potencia acústica del foco emisor ( $L_w$  de la carretera) y el resultado de nivel equivalente (LA) en determinados receptores virtuales.

Para ello, se fijan una serie de variables y se modifica la variable bajo estudio en diferentes escenarios y con diferentes hipótesis de trabajo.

Como premisa general del presente estudio, se ha fijado el porcentaje de ciclomotores y motocicletas (4a y 4b) en un 12%, estableciendo un 80% de motocicletas (4b) de dicho porcentaje.

Para esta hipótesis, se ha consultado el Anuario Estadístico General 2021 de la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior, con sus datos de 2021 [15].

Año	Camiones y furgonetas	Autobuses	Turismos	Motocicletas	Tractores industriales	Remolques y semirremolques	Otros vehículos	Total
2021	5.050.416	64.447	24.940.969	3.866.220	238.456	512.500	505.800	35.178.808
	14,4%	0,2%	70,9%	11,0%	0,7%	1,5%	1,4%	100,0%

Tabla 2 – Ejemplo de distribución del parque automotor (Anuario estadístico de la DGT).

Con respecto al nivel de potencia lineal de la carretera, la hipótesis elegida (12% de motocicletas y ciclomotores, con un 80% de ciclomotores), apenas supone diferencia con respecto a un escenario con 0% de motocicletas ni ciclomotores (diferencias máximas de 0,2 dB para diferentes escenarios de IMD/IMH y velocidad).

Las variables fijas relacionadas con el modelo de fuente utilizadas en el estudio son las siguientes:

- Porcentaje de ciclomotores y motocicletas (4a y 4b) = 12%.
- Porcentaje de motocicletas (4b) en 4a+4b = 80%.
- Modelo de tierra plana (pendiente de la carretera automática = 0).
- Tipo de asfalto: superficie de referencia.

Para las variables relacionadas con la propagación se ha utilizado un *set up* por defecto para el método CNOSSOS proporcionado por el software de cálculo. Dichas variables se han mantenido fijas para todas las simulaciones y cálculos realizados en el presente estudio. La variable estudiada es la **distribución de vehículos pesados (3)** en el total de vehículos pesados medianos y pesados (2+3). El resto de las variables que se han modificado para analizar su efecto en el resultado final son las siguientes:

- Variación de IMD/IMH.
- Variación de velocidad.
- Variación de porcentaje de vehículos pesados total (2+3).

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS

	IMD (periodo Día-12 h)	5.000	20.000	80.000
	Vehículos / hora (D)	417	1667	6667
	Distribución de pesados (3)	LWA' dBA		
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 5%	80%	0,1	0,1	0,0
	65%	0,1	0,1	0,0
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	0,0	0,0	-0,1
	20%	-0,1	0,0	-0,1
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 10%	80%	0,1	0,1	0,2
	65%	0,1	0,1	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	-0,1	0,0
	20%	-0,2	-0,1	-0,1
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 15%	80%	0,2	0,2	0,2
	65%	0,1	0,1	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	-0,1	-0,1
	20%	-0,2	-0,2	-0,2
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 20%	80%	0,2	0,3	0,3
	65%	0,1	0,1	0,2
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	-0,1	-0,1
	20%	-0,3	-0,2	-0,2
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 25%	80%	0,5	0,5	0,5
	65%	0,3	0,3	0,3
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,3	-0,2	-0,2
	20%	-0,6	-0,5	-0,5

Tabla 3 – Datos obtenidos para V ligeros = 120 km/h y V pesados = 100 km/h.

	IMD (periodo Día-12 h)	5.000	20.000	80.000
	Vehículos / hora (D)	417	1667	6667
	Distribución de pesados (3)	LWA' dBA		
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 5%	80%	0,1	0,1	0,1
	65%	0,0	0,1	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	0,0	0,0
	20%	-0,1	-0,1	-0,1
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 10%	80%	0,2	0,2	0,2
	65%	0,1	0,1	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	-0,1	-0,1
	20%	-0,2	-0,2	-0,2
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 25%	80%	0,4	0,4	0,3
	65%	0,2	0,2	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,2	-0,2	-0,2
	20%	-0,4	-0,4	-0,4

Tabla 4 – Datos obtenidos para V ligeros = 90 km/h y V pesados = 80 km/h.

	IMD (periodo Día-12 h)	5.000	20.000	80.000
	Vehículos / hora (D)	417	1667	6667
	Distribución de pesados (3)	LWA' dBA		
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 5%	80%	0,2	0,1	0,2
	65%	0,1	0,0	0,1
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,1	-0,1	-0,1
	20%	-0,2	-0,2	-0,2
Porcentaje de vehículos pesados (2+3) del 25%	80%	0,5	0,5	0,5
	65%	0,3	0,3	0,3
	<b>50%</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>	<b>Ref</b>
	35%	-0,3	-0,2	-0,2
	20%	-0,6	-0,5	-0,5

Tabla 5 – Datos obtenidos para V ligeros = 50 km/h y V pesados = 50 km/h.

Para complementar el estudio, además de la influencia de la variable en el foco emisor (potencia de la carretera), se ha estudiado su posible influencia en el resultado en el receptor (nivel LA en dB en receptores virtuales) para analizar posibles influencias de la hipótesis en el modelo de propagación implementado. Para ello se han ubicado receptores virtuales a diferentes distancias del eje de la carretera y a diferentes alturas (Figura 1).

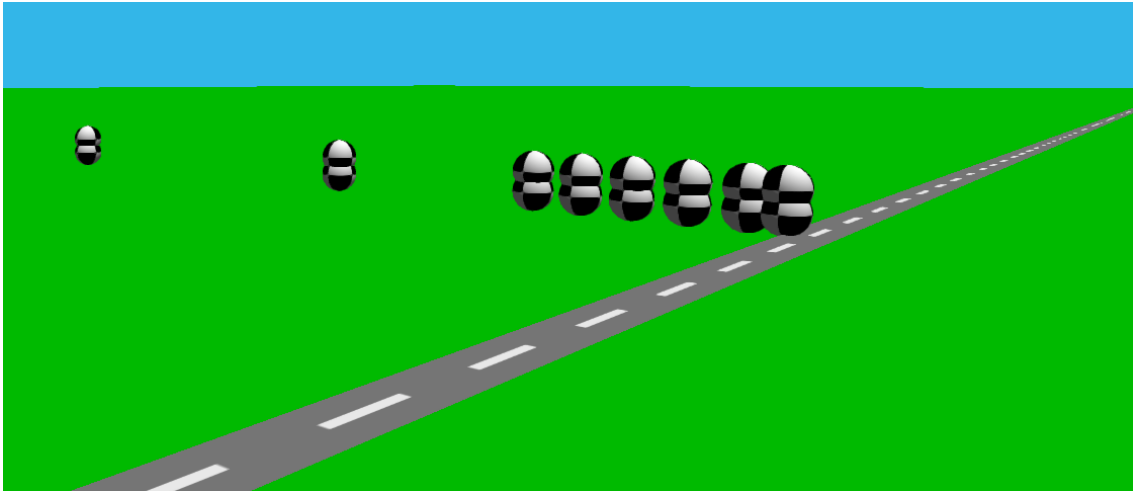


Figura 1 – Modelo de tierra plana y pendiente 0 con receptores virtuales a diferentes distancias y alturas.

Velocidad ligeros (km/h)	<b>120</b>					<b>50</b>				
Velocidad pesados (km/h)	<b>100</b>					<b>50</b>				
IMD (periodo Día-12 h)	5.000					5.000				
Vehículos / hora (D)	<b>417</b>					<b>417</b>				
Porcentaje de vehículos pesados (2+3)	<b>5%</b>					<b>5%</b>				
Ubicación del receptor con respecto al eje de la carretera	L (dBA)					L (dBA)				
	Distribución de pesados (3)					Distribución de pesados (3)				
	80 %	65 %	50 %	35 %	20 %	80 %	65 %	50 %	35 %	20 %
d = 2 m @ h = 2 m	0,0	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 5 m @ h = 2 m	0,1	0,0	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 10 m @ h = 2 m	0,0	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 15 m @ h = 2 m	0,1	0,1	Ref	0,0	0,0	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 20 m @ h = 2 m	0,1	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 25 m @ h = 2 m	0,1	0,1	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 50 m @ h = 2 m	0,1	0,0	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 100 m @ h = 2 m	0,0	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 2 m @ h = 4 m	0,1	0,0	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 5 m @ h = 4 m	0,0	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 10 m @ h = 4 m	0,1	0,1	Ref	0,0	0,0	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 15 m @ h = 4 m	0,0	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 20 m @ h = 4 m	0,1	0,1	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 25 m @ h = 4 m	0,1	0,1	Ref	0,0	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 50 m @ h = 4 m	0,1	0,1	Ref	0,0	-0,1	0,1	0,1	Ref	-0,1	-0,2
d = 100 m @ h = 4 m	0,1	0,0	Ref	-0,1	-0,1	0,2	0,1	Ref	-0,1	-0,2

Tabla 6 – Datos obtenidos en receptores virtuales un porcentaje de pesados (2+3) del 5%.

Velocidad ligeros (km/h)	<b>120</b>					<b>50</b>					
Velocidad pesados (km/h)	<b>100</b>					<b>50</b>					
IMD (periodo Día-12 h)	5.000					5.000					
Vehículos / hora (D)	<b>417</b>					<b>417</b>					
Porcentaje de vehículos pesados (2+3)	<b>25%</b>					<b>25%</b>					
LA eq (dBA)						LA eq (dBA)					
Distribución de pesados (3)						Distribución de pesados (3)					
Ubicación del receptor con respecto al eje de la carretera	80%	65%	50%	35%	20%	80%	65%	50%	35%	20%	
d = 2 m @ h = 2 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,3	0,5	0,2	Ref	-0,3	-0,6	
d = 5 m @ h = 2 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 10 m @ h = 2 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 15 m @ h = 2 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 20 m @ h = 2 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,2	Ref	-0,3	-0,6	
d = 25 m @ h = 2 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 50 m @ h = 2 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,5	0,2	Ref	-0,3	-0,6	
d = 100 m @ h = 2 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,6	0,3	Ref	-0,2	-0,5	
d = 2 m @ h = 4 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 5 m @ h = 4 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 10 m @ h = 4 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,5	0,2	Ref	-0,3	-0,6	
d = 15 m @ h = 4 m	0,3	0,2	Ref	-0,1	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,2	-0,5	
d = 20 m @ h = 4 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 25 m @ h = 4 m	0,3	0,1	Ref	-0,2	-0,4	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 50 m @ h = 4 m	0,3	0,2	Ref	-0,2	-0,3	0,5	0,3	Ref	-0,3	-0,6	
d = 100 m @ h = 4 m	0,3	0,2	Ref	-0,2	-0,3	0,5	0,2	Ref	-0,3	-0,6	

Tabla 7 – Datos obtenidos en receptores virtuales un porcentaje de pesados (2+3) del 25%.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Se observa que la distribución de vehículos pesados (3) para porcentajes del total de pesados (2+3) bajos y medios (hasta 15%), arroja desviaciones máximas de 0,2 dB obtenidas para todas las combinaciones de IMD/IMH y velocidades analizadas (Tablas 3, 4 y 5), con respecto a la hipótesis de 50/50 (valor establecido como referencia).

Para porcentajes de vehículos pesados (2+3) muy elevados (25%), sí se pueden encontrar diferencias algo más significativas al adoptar hipótesis genéricas de distribución de vehículos pesados (3) del 50/50, obteniendo diferencias máximas de 0,6 dB. Este hallazgo también es válido para diferentes escenarios con diferentes velocidades de ligeros y pesados (Tablas 3 y 5).

Se han analizado Intensidades de vehículos moderadas, altas y muy altas (5.000, 20.000 y 80.000 vehículos en las 12 horas del periodo Día). En términos generales, la IMD/IMH no es una variable influyente para determinar una hipótesis con respecto a la elección de la composición de 3 sobre 3+2. Es decir, no influye que haya mucho tráfico o poco tráfico global para tomar una hipótesis u otra con respecto a la composición de los vehículos pesados.

Se han establecido 3 escenarios de velocidades de vehículos ligeros y pesados diferentes: 120/100, 90/80 y 50/50 (ligeros/pesados en km/h). Los resultados en los diferentes escenarios son muy similares, no pareciendo ser tampoco una variable crítica para determinar una adopción de una hipótesis con respecto a la elección de la composición de 3 sobre 3+2.

Con respecto a la ubicación de receptores virtuales a diferentes distancias y alturas, para analizar niveles de presión y no exclusivamente niveles de potencia del foco emisor, sí parece que existen diferencias con los mismos porcentajes de pesados (3) pero diferentes escenarios de velocidad de ligeros y pesados.

Hay que destacar que la combinación de variables se ha realizado estrictamente para poder determinar la sensibilidad de la variable de entrada. Esto puede llevar a la creación de escenarios poco realistas: IMD muy elevada con un porcentaje de vehículos pesados del 25% y circulando a 50 km/h.

## 5. CONCLUSIONES

Se ha estudiado la influencia de adoptar hipótesis de asignación de vehículos pesados (3) por defecto (50% de la composición del total de pesados 2+3), modificando una serie de variables:

- Variación de IMD/IMH.
- Variación de velocidad.
- Variación de porcentaje de vehículos pesados total (2+3).
- Diferentes alturas de receptores.
- Diferentes distancias de receptores.

Para determinados escenarios controlados, la adopción de dichas hipótesis por defecto, ante la falta de datos precisos, suponen desviaciones muy pequeñas (<0,2 dB). Sin embargo, en escenarios con un porcentaje de vehículos pesados muy elevado (>20%), la clasificación de vehículos pesados (3) sobre el total (2+3) puede ser más crítica. De esta manera, se confirman parcialmente y se profundiza en los resultados obtenidos en el *Noise-Adapt Project* irlandés [13].

El presente estudio tiene una serie de limitaciones y no aborda todas las variables posibles, planteando una metodología sencilla y con mucha capacidad de incluir nuevas variables (IMDs bajas, entornos urbanos, etc.). Sin embargo, puede ser útil para establecer un orden de prioridad a la hora de hacer esfuerzos en la recolección de ciertos datos para alimentar el modelo de simulación con las nuevas variables de entrada.

Como líneas futuras, se plantea estudiar la influencia de otros parámetros como la pendiente de la carretera, la aplicación de semáforos y rotondas u otras variables influyentes en el modelo de la fuente. También son necesarios estudios de sensibilidad de las variables que influyen en la propagación y la criticidad de hipótesis en la asignación de receptores virtuales para el cálculo de población expuesta.



## REFERENCIAS

- [1] Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- [2] Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión, de 19 de mayo de 2015, por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- [3] Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a la evaluación del ruido ambiental.
- [4] Directiva Delegada (UE) 2021/1226 de la Comisión, de 21 de diciembre de 2020, por la que se modifica, para adaptarlo al progreso científico y técnico, el anexo II de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en cuanto a los métodos comunes para la evaluación del ruido.
- [5] MITERD-CEDEX. *Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU). Recomendaciones para su aplicación a la evaluación del ruido de fuentes industriales, carreteras, ferrocarriles y aglomeraciones.* 2022.
- [6] The Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Error Propagation Testing of XPS 31-133. Document Code: HAL 3188.3/4/2. DGMR V.2004.1300.00.R008.1. 2005.
- [7] European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure.*
- [8] M. Ausejo, M. R. López, C. Asensio, R. P. Muñoz, and I. Pavón, *Study of Uncertainty in Noise Mapping*, Internoise 2010,
- [9] Ausejo, M; Recuero, M. Asensio, C; Pavón, I. *Reduction in calculated uncertainty of a noise map by improving the traffic model data through two phases.* Acta Acustica United with Acustica, Vol. 97 (2011) 761-768.
- [10] Simon Shilton, Nigel Jones, Alan Stimac, Miguel Ausejo. *Improving consistency through quality control with a large strategic noise mapping project.* INTERNOISE, Innsbruck (Austria), September 2013.
- [11] Simon Shilton; Fabienne Anfosso Lédée; Hans van Leeuwen. *Conversion of existing road source data to use CNOSSOS-EU.* Euronoise, 2015.
- [12] P. Aumond, A. Can, V. Mallet, B. Gauvreau, and G. Guillaume. *Global sensitivity analysis for road traffic noise modelling.* Applied Acoustics, 176:107899, 2021.
- [13] Enda Murphy, Jon-Paul Faulkner, Henry J. Rice and John Kennedy. *Transitioning to Strategic Noise Mapping under CNOSSOS-EU (Noise-Adapt).* Environmental Protection Agency. Government of Ireland. 2017.
- [14] A. Bisceglie, G. Zambon, and S. Radaelli, *Dynamap: Sensitivity analysis of the acoustic calculation model with respect to environmental variables inside and outside urban areas.* International Congress on Sound and Vibration ICSV, 2015.
- [15] Anuario Estadístico General 2021. Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior, 2021.