

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDOS DE CARRETERAS FASE 1 VS FASE 2

PACS: 43.50.Lj

López Santos, Fernando; Carretero de la Rocha, David; Giménez Anaya, Isabel
SINCOSUR Ingeniería Sostenible, S.L.
Dirección: Avda. San Francisco Javier, nº 9, Edif. Sevilla 2, Planta. 5ª, Mód. 27-28;
41018 SEVILLA. ESPAÑA
Tel: 954510031, Fax: 954250684
E-Mail: flopez@sincosur.es, dcarretero@sincosur.es, isabel@sincosur.es

ABSTRACT

The Spanish Ministry of Environment sets up, in its 2nd phase Strategic Noise Maps (SNM) data delivering legislation, source dependent comparative forms and criteria aimed at determining the evolution of noise pollution using the Strategic Noise Maps calculated in the 1st and 2nd phase. In order to determine them correctly it is necessary to define a work methodology which fixes the existing differences between the input data from each stage. This paper shows a comparative on road infrastructures in Canarias using a methodology developed for that purpose, explaining the problems faced and the data obtained.

RESUMEN

El Ministerio de Medio Ambiente establece en sus instrucciones de entrega de datos de los Mapas Estratégicos de Ruidos (MER) de la 2ª fase unos formularios y criterios comparativos en función de la fuente, para la determinación de la evolución de la contaminación acústica a partir de los Mapas Estratégicos de Ruidos calculados en la 1ª y 2ª fase. Para su correcta determinación es necesario definir una metodología de trabajo que salve las diferencias existentes entre los datos de entrada de los Mapas en cada fase. En la presente comunicación se presenta la comparativa realizada sobre las infraestructuras viarias de Canarias a través de una metodología desarrollada al efecto, exponiendo la problemática encontrada y los resultados obtenidos.

1.- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L. y Trazas Ingeniería S.L. han realizado los Mapas Estratégicos de Ruido (MER) de la Comunidad Autónoma de Canarias correspondientes a los grandes ejes viarios con un tráfico superior a los tres millones de vehículos al año. Estos mapas comprenden más de 950 Km de infraestructuras viarias sobre las que se ha determinado los niveles sonoros en torno a las vías, los niveles de inmisión en fachada de cada uno de los edificios de cada ámbito de estudio y la población expuesta al ruido.

Una de las últimas tareas comprendidas dentro de la elaboración de dichos MER se planteaba como la comparativa de los resultados de los MER elaborados en la 2ª fase del año 2012, la actual, con los de la 1ª fase, elaborados en 2007.

Cabe tener presente que la 1ª fase de elaboración de los MER consideraba todas aquellas infraestructuras viarias del territorio español con un tráfico anual superior a más de 6 millones de vehículos al año, mientras que los de la 2ª fase (y posteriores) consideran todas aquellas de más de 3 millones de vehículos al año.

Por lo expuesto anteriormente, para desarrollar la citada comparativa nos encontramos con un primer problema: no todas las carreteras de la 2ª fase (2012) pueden ser comparadas con las de la 1ª (2007), ya que la 1ª fase no contempló todas aquellas infraestructuras viarias con un tráfico anual comprendido entre 3 y 6 millones de vehículos al año.

Por otro lado, existe un segundo problema: puede que los tramos evaluados en ambas fases sean distintos. Ciertamente, para una misma carretera, puede haber tramos con un tráfico anual de más de 6 millones de vehículos (que formarían parte de la 1ª y 2ª fase) y tramos cuyo tráfico anual esté comprendido entre 3 y 6 millones (que únicamente formarían parte de la 2ª fase).

La tramificación de la infraestructura viaria en función de su tráfico anual nos presenta un tercer problema: debido a la evolución del tráfico con el paso del tiempo, podría darse la posibilidad de que existieran tramos que se hayan estudiado en la 1ª fase y no en la 2ª.

También existen problemas relativos a las modificaciones que se hayan podido producir sobre la carretera y el entorno: modificación geométrica del trazado, variación de las características de la vía...

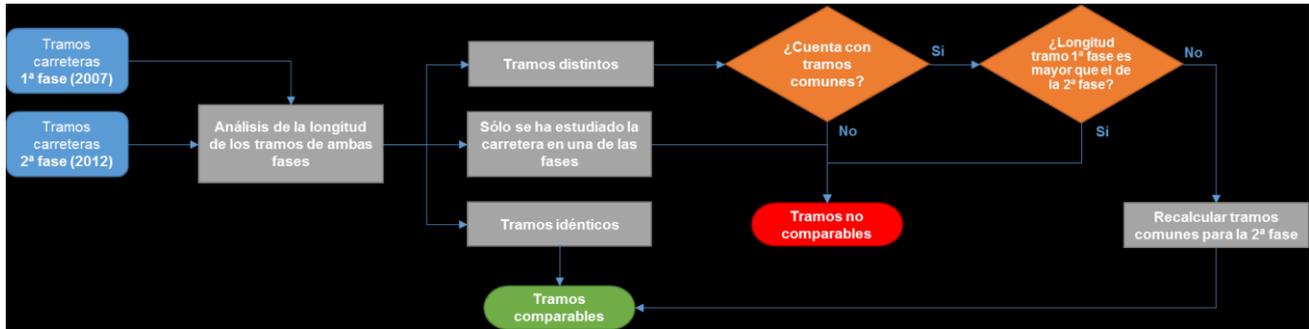
Por si fueran pocos problemas, existe uno que tiene una repercusión directa en los resultados obtenidos en cada fase: la precisión de los datos de entrada al modelo acústico predictivo y la metodología que se haya puesto en marcha para elaborar los Mapas Estratégicos de Ruido.

La presente comunicación expondrá la experiencia que vivimos a la hora de realizar la comparativa de los MER de la 2ª fase de las carreteras de las Islas Canarias con los correspondientes de la 1ª fase. Para ello, en el siguiente apartado se expondrán todos los aspectos metodológicos sobre la comparativa desarrollada, en lo referente a la obtención de tablas de datos y mapas comparativos de ambas fases. Posteriormente, se mostrarán los resultados de aplicar esta metodología explicando las peculiaridades que se han encontrado en nuestra experiencia. Finalmente, presentaremos unas conclusiones sobre el trabajo desarrollado, que bien puedan servir en cualquier otra tarea de comparativa de resultados de mapas de ruido.

2.- METODOLOGÍA

Es necesario, como punto de partida, poner en marcha un proceso de síntesis de información de la 1ª fase de los MER de las infraestructuras viarias de interés, con el fin de obtener el listado completo de vías estudiadas en la 1ª fase, con indicación de los puntos kilométricos de inicio y fin, la denominación de la Unidad de Mapa Estratégico (UME), el tráfico anual o la intensidad media diaria (IMD), así como la información asociada al MER: mapas de niveles sonoros y de afección (en formato de dato espacial, SHP) y las tablas de población expuesta, con indicación de la población, viviendas, alumnos (en el caso de centros docentes) y camas (en el caso de centros sanitarios) expuestos a distintos rangos de niveles sonoros, e indicación de los incumplimientos de los Objetivos de Calidad Acústica.

Una vez se obtenga esta información, se debe comparar el listado de la 1ª fase con el de la 2ª. Hay que tener presente que únicamente se pueden comparar tramos comunes (cuyo puntos kilométricos de inicio y de fin sean coincidentes) y cuyo trazado no se haya visto alterado. Para determinar si se pueden comparar los tramos de carreteras, se puede hacer uso del siguiente esquema:



Para la comparativa se parte del hecho de que los datos de la 1ª fase son invariables y de estos no se pueden hacer recálculos para las comparativas. De ahí que no se puedan comparar tramos de carreteras de la 2ª fase si son de longitud inferior a los de la 1ª fase. **Es imprescindible que los tramos de la 2ª fase sean idénticos a los de la 1ª fase para la obtención de datos realmente comparables.**

En aquellos casos en los que haya que realizar una selección de los tramos comunes de las carreteras de ambas fases, será conveniente hacer uso de un sistema de información geográfica para tal efecto. No hay que olvidar que esta selección implica una modificación del ámbito de estudio de la carretera, por lo que también se tendrán que seleccionar los edificios, obstáculos, y topografía que se incluye dentro del nuevo ámbito de estudio del tramo común. La idea fundamental es que el nuevo ámbito de estudio sea coincidente con el ámbito de estudio de la 1ª fase de los MER.

Una vez se obtengan los tramos comunes, será necesario volver a realizar un cálculo de los niveles sonoros y de la población expuesta. Es necesario proceder de esta forma para no contemplar la aportación acústica de los tramos de carreteras que, habiéndose calculado en la 2ª fase, no se contemplaron en la 1ª. No vale, por lo tanto, “cortar” los niveles sonoros de la 2ª fase en función de la extensión del tramo común. Para el cálculo de receptores de inmisión acústica en fachada de los edificios, elementos que nos servirá para determinar el dato de población expuesta, habrá que proceder de la misma forma.

Si los tramos no comunes son muy reducidos, puede ser conveniente, con el fin de optimizar los recursos informáticos, recalcular los tramos NO comunes y restar del total de los resultados de la 2ª fase, de forma energética la malla de niveles sonoros y de forma aritmética las tablas de población expuesta para la obtención de los resultados de los tramos comunes.

De la comparativa se deberán obtener dos grupos de resultados. Por un lado resultados estadísticos, que se correspondan con tablas de población expuesta, donde se expresen número de habitantes y viviendas expuestas a distintos rangos de nivel sonoro, para los indicadores L_{dia}, L_{tarde} y L_{den}. Así mismo, se deberá obtener el número de centros docentes y sanitarios expuestos a niveles superiores a 55, 65 y 75 dB para el indicador L_{den}. En el caso de disponer de la información, también sería interesante conocer el número de alumnos y de camas expuestos. También será necesario incluir el dato de superficie expuesta (en km²).

Por otro lado, habrá que generar resultados gráficos que reflejen la variación de los niveles sonoros en ambas fases. Este planteamiento se puede realizar de muchas formas distintas. En la presente metodología se plantean dos:

- Realizar una colección de planos del tramo común entre ambas fases, donde cada hoja del plano muestre la misma vista de la situación acústica de la 1ª fase 2007 y de la 2ª de 2012, con representación de los rangos de niveles sonoros por colores.
- Realizar una colección de planos del tramo común entre ambas fases, donde se represente la diferencia de nivel entre ambas fases. Mediante tratamiento de las isófonas en un sistema de información geográfico, se pueden determinar y representar, tomando como referencia un indicador concreto y un nivel sonoro umbral, las zonas donde aumentan los niveles (representando en color rojo) y las zonas donde disminuyen (en color verde)

A la hora de obtener los resultados de la comparativa, habrá que tener en cuenta los datos, y la precisión de los mismos, que se hayan usado en ambas fases. Por un lado, un cambio sustancial de la topografía y de la resolución de la misma en los modelos de simulación será factor relevante en la propagación del sonido. Este hecho será de especial relevancia en aquellos tramos que discurren en trinchera, o cuenten con obstáculos formados por el propio terreno, como taludes. Por otro lado, la inclusión, o no, de otras barreras que dificulten la propagación del sonido, como pantallas acústicas, también será relevante en la comparativa de resultados.

En cuanto al cálculo de población, la resolución de los edificios, así como el método para estimar la población expuesta, será un factor decisivo. Por un lado, con respecto a las edificaciones, si bien, por motivos de optimización de recursos informáticos puede ser útil la utilización de entidades de “manzanas” (agrupaciones de edificios) para el cálculo de receptores de niveles sonoros en fachada, para la determinación de la población expuesta lo ideal es utilizar entidades de edificios, donde cada edificio tenga asignada la población exacta que alberga. Por otro lado, el método de estimación de la población se conforma como uno de los factores críticos de la comparativa. Existen multitud de métodos para obtener la población expuesta al ruido, unos más precisos que otros, por lo que para obtener resultados comparables, necesitamos comparar datos obtenidos de la ejecución de métodos idénticos. Es necesario, por lo tanto, conocer el método de estimación de población usada en la 1ª fase. Se recomienda que se haga uso del método END, de la Directiva Europea, que considera que toda la población de un edificio se encuentra expuesta a un nivel máximo de inmisión, obtenido como el máximo nivel registrado en la fachada más expuesta de dicho edificio. Si bien este método sobreestima la población expuesta, es el requerido por la Comisión Europea para la entrega de los datos, por lo que todos los MER deberían considerar, al menos, este método para el cálculo de la población expuesta, independientemente del uso de otros métodos adicionales para un conocimiento más exacto de la población realmente expuesta.

Por último, existen otras variables que afectarán a los resultados de la comparativa, propias de la elaboración y configuración del modelo de predicción acústico. La forma en la que se ha construido el modelo, el software predictivo utilizado para tal efecto con sus peculiaridades, el orden de reflexión del sonido, el radio de búsqueda de fuentes sonoras, el tamaño de malla de cálculo, etc.

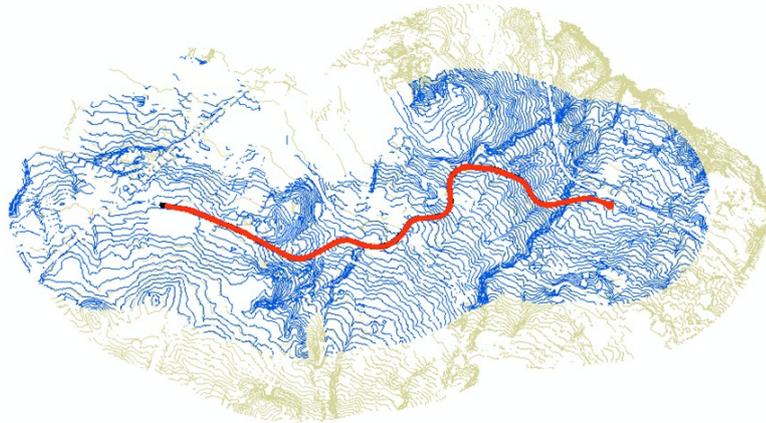
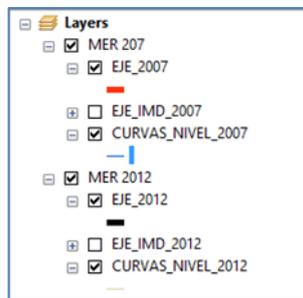
3.- RESULTADOS OBTENIDOS

Tras obtener los resultados de los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de las Islas Canarias se han determinado los datos de población expuesta a distintos rangos de niveles sonoros, para la población residencial, los centros docentes y centros sanitarios. Comparando los datos obtenidos en el ese proyecto, relativos al año 2012, con respecto a los de 2007, se han apreciado diferencias sustanciales de población expuesta al ruido.

En la presente comunicación se analizará el caso de la carretera TF-2, de tramo de cálculo común en 2007 y 2012.

3.1.- Ámbito de estudio

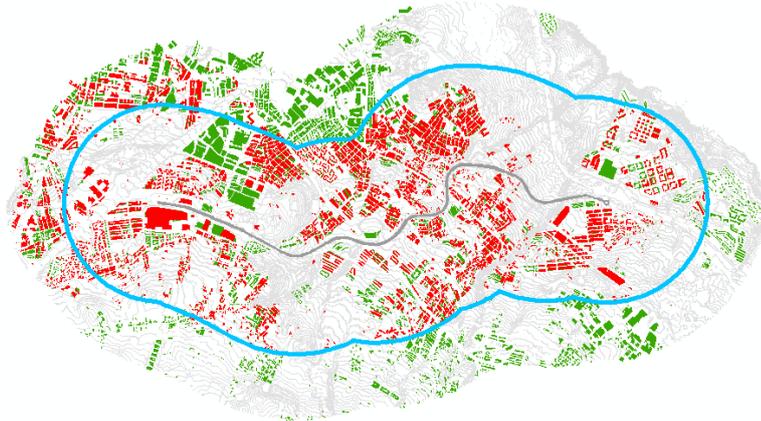
Se ha comprobado que el ámbito de estudio considerado en el 2012 (de 1,5 km a cada margen de la carretera) es aproximadamente 600 metros mayor que la considerada en el 2007. Por otro lado, la extensión del eje de la vía es la misma, como se aprecia en la siguiente figura:



En cuanto al tráfico de la carretera, se comprueba que, considerando las mismas estaciones de aforo que en 2007, ha habido un incremento del volumen de vehículos en 2012 en ciertos tramos, llegando casi a duplicar la intensidad de vehículos. Para el porcentaje de vehículos pesados, en 2007 se utilizó un único dato por tramo para todos los periodos del día, mientras que para el 2012 se diferenciaron porcentajes distintos según el periodo del día. La velocidad de paso de vehículos es similar en ambos casos. Con respecto a las características geométricas de la carretera, ambas cuentan con datos similares y comparables.

3.2.- Edificios considerados en el cálculo

Con respecto al número de edificios considerados en el cálculo, en la 2ª fase de 2012 se tuvieron en cuenta un mayor número de edificios, como se aprecia a continuación:



Valorando únicamente los edificios dentro del área de estudio de la 1ª fase de 2007, existen 2363 entidades en 2007 y 8469 en el caso de la 2ª fase de 2012. Este dato no es comparable, pues en el año 2007 las edificaciones se caracterizaron como manzanas, mientras que para el 2012 se caracterizaron como edificios individuales:



Si se consideran manzanas en la 2ª fase de 2012, para que la comparación sea válida, el resultado es de 2363 manzanas en 2007 y de 2560 manzanas en 2012.

Se observa, así mismo, que muchos de los edificios considerados en 2007 están incompletos.

3.3.- Población de los edificios

En primer lugar, es necesario considerar que, para el caso del MER de 2012, la población se ha repartido entre los edificios residenciales en función del volumen de cada edificio residencial, atendiendo a las secciones censales, mientras que para el caso de 2007 este reparto se ha hecho considerando manzanas de edificios, es decir, agrupaciones de ellos con

una altura y una geometría que podría no ser exactamente la original con respecto al conjunto de edificios que lo componen.

Según esto, considerando únicamente edificios residenciales dentro del área de estudio de 900 metros establecido en 2007, se obtienen 56.360 habitantes en el 2007 y 60.037 habitantes en el 2012. Con respecto a los edificios sensibles, en 2007 se contabilizan 3 centros sanitarios y 40 docentes, mientras que en el 2012, dentro de la misma área, se consideran 4 centros sanitarios y 35 docentes.

3.4.- Resultados 2007 - 2012

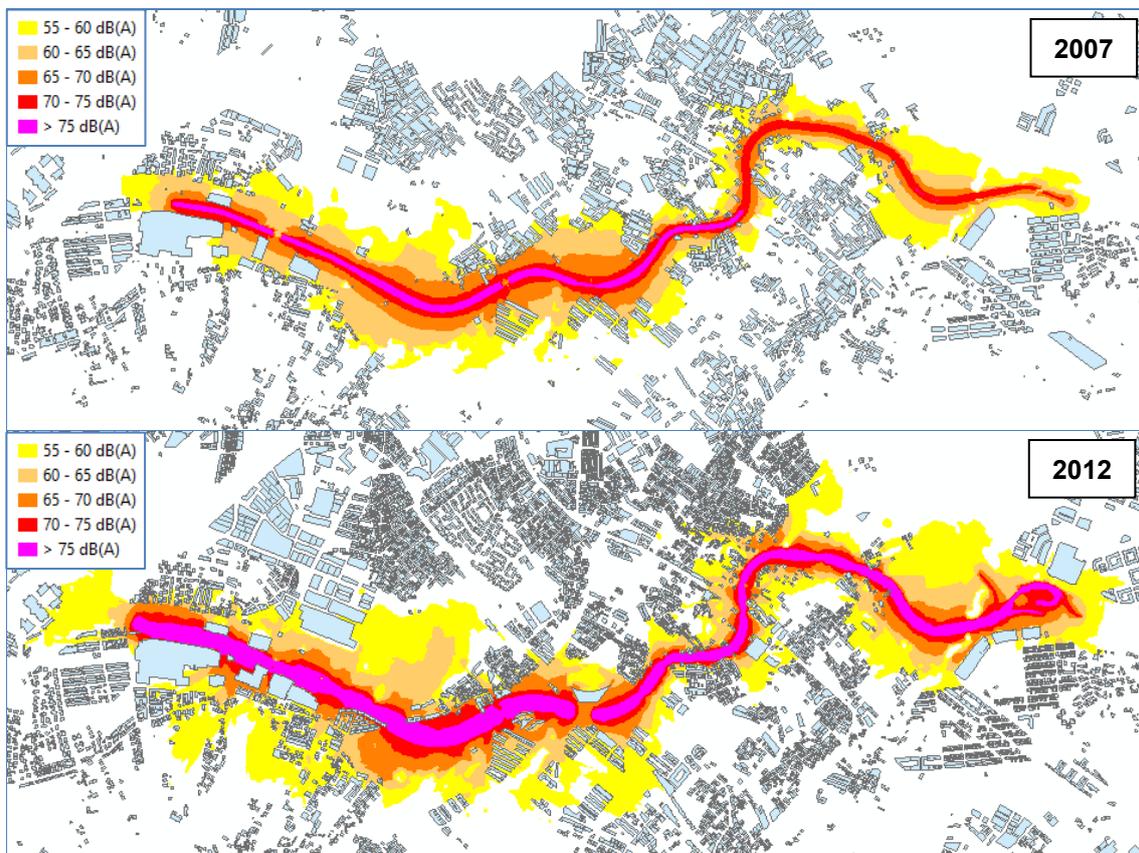
Tras revisar los ficheros geográficos disponibles de la 1ª fase de 2007, se ha podido determinar que para la estimación de población expuesta al ruido se asumió que cada edificio estaba expuesto en su totalidad al valor máximo de la fachada más expuesta (método END), como se observa a continuación:



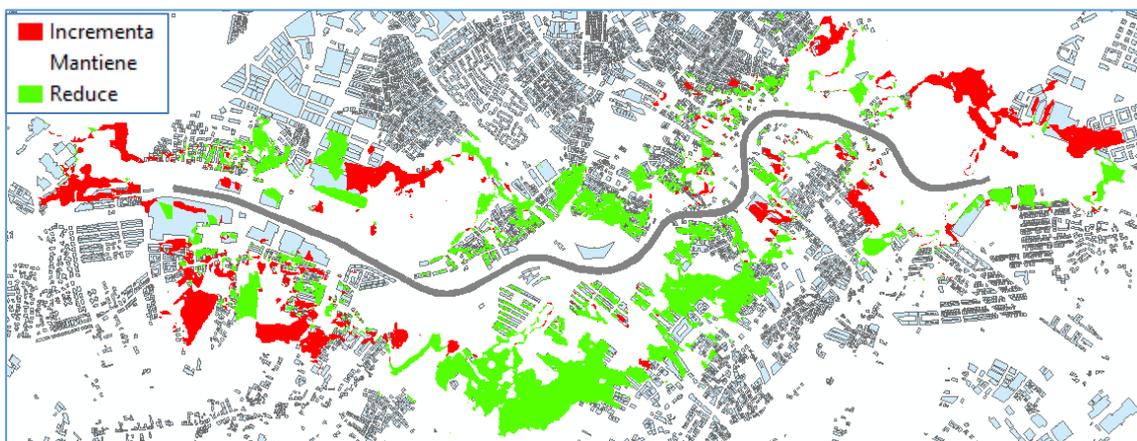
Comparando los datos de población expuesta de ambas fases se obtienen los siguientes resultados. Los datos de la 1ª fase se han obtenido del documento de exposición pública de los MER de 2007:

		2007 END				2012 END			
UME	Lden	Población (cent.)	Viviendas (cent.)	Ed. Educativos (ud.)	Ed. Sanitarios (ud.)	Población (cent.)	Viviendas (cent.)	Ed. Educativos (ud.)	Ed. Sanitarios (ud.)
TF-2	> 55	65	30	5	0	119	44	6	1
	> 65	14	7	1	0	28	10	0	1
	> 75	0	0	0	0	3	1	0	1

Analizando los resultados de 2007 y 2012, se ha detecta un aumento considerable de población expuesta en 2012 (fundamentalmente por el aumento del nivel sonoro debido al incremento del volumen de tráfico), lo cual también queda patente al hacer la comparativa gráfica de Lden:



Se ha representado también el aumento y la reducción de los niveles sonoros en base a la isófona 55 dBA del indicador Lden del MER de 2012 con respecto a la 1ª fase de 2007. En esta gráfica se aprecia mejor la variación de los niveles sonoros.



4.- CONCLUSIONES

De la experiencia adquirida tras realizar la comparativa entre los MER de la 1ª (2007) y 2ª fase (2012) de las carreteras de las Islas Canarias, se han obtenido diversas conclusiones.

Por un lado, **al no existir una metodología común para realizar la comparativa de resultados de los MER de ambas fases, resulta complicado la obtención de conclusiones** acerca de la evolución de los resultados. Así mismo, ya que la metodología de trabajo, el grado de precisión de los datos básicos para crear el MER y la forma de generar los resultados puede variar sustancialmente según el autor del mapa de ruidos, se pueden obtener datos dispares que no atiendan a conclusiones lógicas.

En cualquier caso, para asegurar la comparabilidad, **como principio básico, los tramos de carreteras de ambas fases deben ser comunes**. No se podrán comparar tramos comunes, si los tramos de la 1ª fase son más largos, o cuentan con tramos adicionales separados, ya que se sobreentiende que los datos de la 1ª fase son invariantes y no se pueden hacer recálculos de estos, a diferencia de lo que ocurre con los de la fase 2, de los que se tendrán control y se podrán hacer recálculos reajustando el ámbito de estudio.

Por otro lado, a la hora de comparar los resultados de los MER de ambas fases, se propone que los datos de población expuesta que se comparen sean los resultantes tras la aplicación del **método de estimación de la población expuesta END**, definido en la Directiva Europea 2002/49/CE, en el que se asume que toda la población de un edificio está sometida al nivel acústico más elevado soportado por la fachada más expuesta al ruido. Si bien este procedimiento nos proporcionará resultados sobreestimados con respecto al resultado real, es el método que requiere la Comisión Europea para la entrega de datos, y por lo tanto, todos los MER deberían haber aplicado, al menos, este procedimiento.

Independientemente de lo expuesto en el presente artículo, en la actualidad, el *Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA)*, con el fin de organizar la recopilación de los MER de la 2ª fase, **ha definido una serie de formatos para la entrega** de la información entre los que se incluye, dentro de la entrega de datos estadísticos, unas **tablas comparativas de los resultados de la 1ª y 2ª fase**, en la que debe especificarse información, para cada fase, de:

- Tráfico anual
- Población expuesta fuera de las aglomeraciones, para los rangos del indicador Lden, Ldía y Ltarde: 55-59, 60-64, 65-69, 70-75 y > 75 dBA.
- Población expuesta fuera de las aglomeraciones, para los rangos del indicador Lnoche: 50-54, 55-59, 60-64, 65-69 y > 70 dBA.
- Área (km²) expuesta a Lden > 55, > 65 y > 75 dBA (incluyendo las aglomeraciones)
- Población (km²) expuesta a Lden > 55, > 65 y > 75 dBA (incluyendo las aglomeraciones)
- Viviendas (km²) expuesta a Lden > 55, > 65 y > 75 dBA (incluyendo las aglomeraciones)

5.- BIBLIOGRAFÍA

[1] *Mapas de ruido de carreteras de Canarias del año 2012*. U.T.E. SINCOSUR Ingeniería Sostenible, S.L. - TRAZAS Ingeniería S.L.

[2] *Mapas de ruido de carreteras de Canarias del año 2007*. U.T.E. SINCOSUR Ingeniería Sostenible, S.L. - TRAZAS Ingeniería S.L.

[3] *Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental*. «DOUE» núm. 189, de 18 de julio de 2002, páginas 12 a 25.

[4] *Instrucciones para la entrega de los datos asociados a los Mapas Estratégicos de Ruido de la 2ª fase*. Octubre 2011. Ministerio de Agricultura, Alimentac