

IMPLICACIONES DEL USO DE MODELOS DE TRÁFICO EN EL DESARROLLO DE MAPAS DE RUIDO

José L. Cueto Ancela; Ricardo Hernández Molina; Francisco J. Mulero Prieto; María D. Lorente Piñar y Belén Aranda Domínguez.

Laboratorio de Ingeniería Acústica. Universidad de Cádiz. C.A.S.E.M. Campus Río San Pedro.
Puerto Real -11510. Cádiz. Tel/Fax:956016051
(e-mail: jose Luis.cueto@uca.es)

Resumen

El Laboratorio de Ingeniería Acústica de la Universidad de Cádiz ha llevado a cabo una serie de experiencias y estudios metodológicos en varios campos de la acústica ambiental usando las aglomeraciones de las Bahías de Algeciras y Cádiz como áreas piloto. Estos estudios fueron desarrollados mediante proyectos amparados por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y el Ministerio de Medio Ambiente.

En el caso que nos ocupa, el análisis se realiza sobre las implicaciones del uso de Modelos de Tráfico en la ejecución de Mapas de Ruido y los Planes de Acción. El trabajo tratará de evaluar si merece la pena (o al menos en qué circunstancias merece la pena) adoptar estos modelos de tráfico en la realización de Mapas de Ruido y Planes de Acción. La evaluación que se realiza sobre la eficacia de dichas herramientas se basa en principalmente en criterios coste/beneficio.

Palabras-clave: modelos de tráfico, mapas estratégicos de ruido, VISUM, Cadna A

Abstract

The Laboratory of Acoustic Engineering of the University of Cadiz has been involved during these past years in a noise environmental project which turn the two main agglomerations of Cadiz into a "Noise testing laboratory in situ" for interchanging experiences in the development of strategic noise maps and action plans, contrasting methods, determines the efficiency of different noise abatement measures, etc. The Environmental Agency of the Regional Government and the Ministry of Environmental Affairs are concerned about things in the development of the maps that can compromise the reliability of the action plans against noise.

This time the study focuses on the use of traffic models. The consequences on the improvement of the quality of the Noise Maps have been analyzed and the repercussions over the efficiency of the Action Plans have been evaluated. Finally this traffic models have been efficiency classified from the cost/benefit point of view.

Keywords: traffic models, strategic noise maps. VISUM, Cadna A

1 Introducción

Que la aplicación de un plan de acción contra el ruido sea eficaz, se asienta en la producción previa de mapas de ruido cuya calidad sea cuantificable. Tanto es así, que la Comisión Europea consciente de esta preocupación ha auspiciado el desarrollo de trabajos y publicaciones que avanzan en esta dirección [1]. Precisamente, estas precauciones sobre la calidad de los mapas acústicos permitirá que las inversiones públicas en el control del ruido sean ajustadas a las necesidades reales y que los ciudadanos se vean beneficiados equitativamente por esas medidas contra el ruido.

Con esta preocupación como premisa, en esta comunicación se analizan las implicaciones del uso de los modelos de tráfico para la estimación de los datos de entrada al modelo de predicción de ruido NMPB. Para ello se ha llevado a cabo un estudio sobre un caso real, escogiéndose como objeto de trabajo los flujos de tráfico que entran y salen de la ciudad de Cádiz a través de la red de infraestructuras de la Bahía. Los mapas estratégicos de ruido de estas infraestructuras estatales ya han sido llevados a cabo y sus datos han sido publicados, con lo cual existe la posibilidad de analizar las diferencias en los resultados, si estas existiesen.

El análisis de la producción de datos de tráfico de calidad usando distintos medios, tiene su precedente en los estudios llevados a cabo por el Grupo de trabajo WP2 de Gestión del Tráfico que trabajó hasta su conclusión en el 2006 dentro del proyecto IMAGINE (*Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment*). Este grupo tuvo la oportunidad de comenzar a explorar las ventajas que se podían encontrar en el uso de modelos de los tráfico dentro del desarrollo de Mapas de Ruido y los Planes de Acción [2], [3], [4], [5]. También es destacable que anteriormente el Grupo de trabajo WP30 de Modelos de Flujo de Tráfico dentro del proyecto ROTRANOMO (*ROad TRAffic NOise MOdelling*) ya estudió las exigencias necesarias para que los modelos de tráfico puedan adaptarse a los requisitos de entrada de datos de los softwares de predicción de ruido [6].

De todos modos, la calidad asociada a la predicción en la elaboración de mapas de ruido estratégicos no es un valor absoluto al que hay que tender a toda costa. Es necesario analizar todas las implicaciones de Coste/Beneficio de las decisiones adoptadas dentro de un proyecto de mapa estratégico de ruido. En definitiva cuanto error se está cometiendo, cuanta incertidumbre se está aceptando con las metodologías adoptadas en España y por el otro lado cuanto cuesta minimizar esta incertidumbre en relación a cuanto cuesta asumirla.

Siguiendo este criterio, una de las líneas futuras y más prometedoras de trabajo que abordará nuestro laboratorio es la que integra el uso combinado de los modelos de microsimulación de tráfico y los modelos de predicción acústica de tráfico para las propuestas de planes de acción contra el ruido en aglomeraciones [7]. Téngase en cuenta que desde una perspectiva municipal, las administraciones necesitan herramientas fiables de gestión que permitan anticipar hasta donde alcanzan las repercusiones de ciertas medidas puntuales de lucha contra el ruido, así como la prevención de situaciones negativas ante la acometida de nuevas infraestructuras y otros proyectos.

2 El Modelo de Tráfico: VISUM

VISUM 10 es una plataforma de gestión del tráfico que comprende varios tipos de herramientas. Ya que el objetivo marcado para este estudio es la: **verificación y determinación del grado de mejora que supone la incorporación de modelos de tráfico en la realización de mapas de ruido de grandes carreteras y autovías que afectan aglomeraciones**, la parte que nos interesa de VISUM es

el modelo de simulación del flujo de tráfico en la red. Para ello VISUM se vale de distintos procedimientos de asignación dinámica de viajes. El principio que gobierna el modelo citado anteriormente está sustentado por el imperativo siguiente: “llegada al destino por el camino más corto posible”, de esta forma el supuesto usuario de la red va a optar por elegir, en función de las características de la totalidad de los arcos existentes en la red, el camino que le lleve a su destino por la secuencia de arcos más favorables (ruta). Otras de las características que interesa recalcar es su total integración con ArcGIS y con VISSIM que es otro modelo de simulación de tráfico, pero de tipo microscópico. Para cualquier información adicional sobre el software nos remitimos a <http://www.ptv-vision.de>

Aunque VISUM permite estructurar la información de demanda y flujo de tráfico de manera muy variada, solo vamos a contemplar una parte de la información relevante en la confección de los mapas de ruido de autovías. Los parámetros a considerar serán:

- Flujo de vehículos. Es el parámetro que mejor define las vías y su uso. El aforo total de vehículos se suele referir, en algunos casos, al número de vehículos por hora para los distintos periodos día, tarde y noche, y en otros, al IMD o Intensidad Media Diaria.
- Velocidad de vehículos para los periodos día, tarde y noche.
- Si fuera necesario desde el punto de vista acústico, cualquiera de estas variables podría asignarse a la vía en su conjunto, a cada dirección de circulación o, por separado, a cada uno de los carriles que conforman la infraestructura.

Llama la atención por su importancia (véase la tabla 1), que se prescindiera del dato sobre la composición de vehículos en el flujo de tráfico. Aunque se tienen de manera muy precisa los viajes que realizan los autobuses (red pública), el resto de vehículos pesados no suelen ser objeto de un análisis de demanda específico. Esa es la razón por la que no se obtiene como salida VISUM el porcentaje de vehículos pesados dentro del flujo de tráfico total para los periodos de día, tarde y noche. Hay que advertir que esto no significa que se prescindiera de esta información, si no que este porcentaje se extraerá de otras fuentes (estaciones de aforado, estadísticas del tráfico de la vía, etc.).

3 Sensibilidad del Modelo de Ruido de Tráfico XPS 31-133

Mantener unos indicadores sobre sensibilidad de los datos de entrada del modelo de ruido de tráfico es una herramienta que ayuda al técnico a controlar la precisión con la que se realizan los mapas de ruido. De esta manera podrá adoptar decisiones como: la exigencia en la mejora de los datos de tráfico o en qué medida es necesaria la segmentación de la vía. Recordemos que garantizar la calidad con la que se realiza un mapa de ruido se convierte en un factor de suma importancia cuando los resultados que se desprendan del mapa se vinculen a actuaciones urbanísticas para el control del ruido, cambio en las políticas de las administraciones, acciones punitivas, etc. Todo ello implica una responsabilidad enorme, ya que en la mayoría de las ocasiones todas estas acciones alcanzan al capítulo de inversiones de las administraciones públicas.

Pero, ¿cómo marcamos el umbral que determina cuando merece la pena la aplicación de los modelos de tráfico para la realización de mapas de ruido? ¿Y en qué nos basamos para segmentar una autovía por motivos exclusivamente basados en el tráfico? La contestación se resuelve en base al efecto que las desviaciones en los datos de tráfico de entrada tienen sobre el mapa de ruido. Estudios a cerca de la sensibilidad del modelo XPS 31-133 a los datos de tráfico han sido abordados por ejemplo, en [1], [8], [9], [10], [11], [12], [13].

Densidad de vehículos	<ul style="list-style-type: none"> Desviaciones superiores al 25%
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> Desviaciones superiores a 10 Km/h en vías en que la circulación supere los 40 Km/h
Aceleración Deceleración	<ul style="list-style-type: none"> Desviaciones superiores a 50 metros en las dimensiones reales de la zona de frenada y de aceleración
% de vehículos pesados	<ul style="list-style-type: none"> Desviaciones superiores al 5%
Asignación de tráfico por direcciones y/o carriles	<ul style="list-style-type: none"> Cuando se asigna de manera diferenciada a cada carril y/o dirección cualquiera de las 4 variables precedentes

Tabla 1 –Sensibilidad de los datos de entrada al modelo de ruido de tráfico XPS 31-133 para obtener a la salida una desviación de 1 dB en el nivel de potencia de emisión acústica de la carretera. Debe tenerse en cuenta que algunas de estas variables no son independientes.

4 Datos de Tráfico facilitados por la Administración

Suelen ser los aportados por las estaciones de aforado y de los cuales vamos a apuntar los defectos y carencias que los datos de tráfico tienen dentro de los límites de la Comunidad Autónoma Andaluza.

Estaciones de aforado: Características generales	<ul style="list-style-type: none"> Escasas. No se proporciona información de toda la carretera. A veces no están situadas en los tramos más interesantes (interesantes por su repercusión acústica). Algunas sólo registran el IMD. No se distingue entre los dos sentidos de circulación y menos aún por carriles Ofrecen los datos anuales con retrasos de hasta 2 años
Información horaria	<ul style="list-style-type: none"> Cuando hay información horaria se reparte sobre los porcentajes horarios del IMD total. Algunas estaciones distinguen entre fin de semana y laboral
Vehículos pesados	<ul style="list-style-type: none"> No en todas las estaciones se tiene información sobre el % de vehículos pesados
Velocidad	<ul style="list-style-type: none"> En muchos casos no se mide y sólo hay información a cerca del límite de velocidad En otros casos se mide, pero no se distingue la velocidad de las distintas categorías de vehículos No hay distribuciones de todas las velocidades posibles

Tabla 2 – Listado de deficiencias más habituales de los datos de tráfico requeridos.



Figura 1 – En los recuadros azules están indicadas las estaciones de referencia en la Bahía de Algeciras. Fuente: Dirección General de Carreteras

Como ya sabemos, la necesidad de segmentar la vía es vital para la consecución de un estudio acústico adecuado. La división de la vía en tramos por sus diferentes características acústicas se hace en base a los atributos del tráfico (ya apuntados), a los que habría que añadir la segmentación hecha en función de factores geométricos y de impedancia acústica. Para valorar la necesidad de cada segmentación propuesta, se considera oportuna una inspección visual que complemente el trabajo realizado sobre la fotografía aérea y la cartografía y que evalúe la variabilidad de los parámetros del tráfico implicados en este estudio. Se debe confirmar la presencia y características de todos los elementos singulares que supongan una ruptura en la homogeneidad del tráfico.

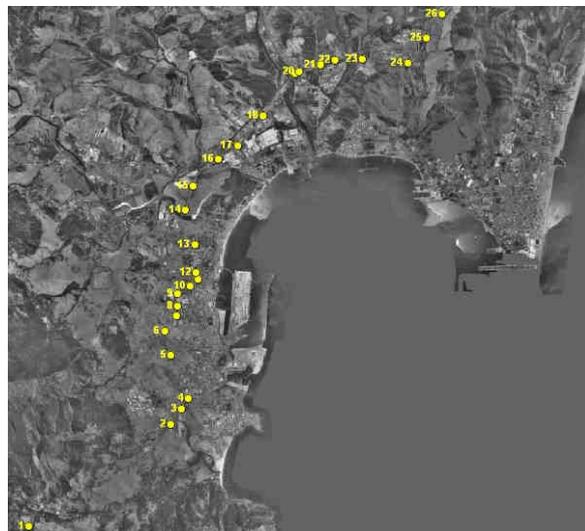


Figura 2 – Bahía de Algeciras. Segmentación A-7 en 25 tramos, (puntos de interpolado en color amarillo). Fuente: Ortofoto Digital Junta de Andalucía

Para interpolar y extrapolar los datos de las estaciones de aforado a todos los segmentos definidos se deberá invertir un esfuerzo adicional en la construcción del mejor modelo posible. Para ello podemos emplear herramientas estadísticas de ajuste de curvas. Previamente habremos organizado campañas para recopilar datos de tráfico, por ejemplo siguiendo las recomendaciones de la Guía de Buenas Prácticas para la realización de Mapas Estratégicos de Ruido [1]. En este documento se indica las distintas alternativas para recopilar los datos de entrada necesarios para el desarrollo del modelo de

predicción acústica, su esfuerzo y complejidad; y su precisión. Extractemos un ejemplo aplicable a nuestro caso.

Adquisición de datos de tráfico siguiendo la Guía de Buenas Prácticas [1]		
Herramienta nº	Método	Precisión
2.5. Sin datos disponibles para la estimación del IMD	Conteo (muestreo) de vehículos durante los 3 periodos	< 0.5 dB
3.5. Sin datos disponibles en la estimación de la velocidad de los vehículos	Conduciendo en el flujo de vehículos y anotar valores del velocímetro	< 1 dB
	Uso de las señales de tráfico de limitación de la velocidad	< 2 dB
4.5. Sin datos disponibles en la estimación de la composición del flujo de tráfico	Conteo (muestreo) de vehículos durante los 3 periodos	< 0.5 dB

Tabla 3 –Extracto de la guía de buenas prácticas para la realización de mapas de ruido.

De manera complementaria a la tabla 3 se incorporarán datos extraídos mediante procedimientos particulares de estimación del IMD y de la Composición del flujo de tráfico. Con ello se contrastaran los datos obtenidos mediante la tabla 3 y se incorporarán registros allá donde no los haya. Sin querer extendernos, nuestro Laboratorio ha utilizado en varias ocasiones el conteo de vehículos mediante fotografía satélite. La precisión de las estimaciones dependerá de la longitud de cada segmento, número de fotografías por periodo día, tarde, noche y de la exactitud con que se haya valorado la velocidad de los vehículos dentro de cada segmento.

5 Fases de trabajo. Red de Trafico de la Bahía de Cádiz

5.1 Análisis de la Red de Tráfico con VISUM

La segmentación es un proceso consustancial al calculo suministrado por VISUM y que proporcionará el volumen de tráfico por tramo como información de partida para la elaboración de mapas de ruido. Eso supone ya de por sí una ventaja sobre la confección de mapas de tráfico de manera, llamémosle, tradicional. El primer paso a seguir es la confección de la red sobre la que versará el estudio. La modelización de la red viaria requiere un inventario de los principales ejes de circulación y de sus principales características. Los objetos de red más importantes que se deben plasmar son:

- Arcos: describen la infraestructura viaria
- Zonas: son el origen y el destino de los viajes. Representan una subdivisión del territorio y describen áreas con un uso particular del suelo y su ubicación dentro de la red (áreas residenciales, comerciales, etc.)

- Conectores: vínculos entre las zonas y la red de transporte. Canalizan los accesos a la red de infraestructuras.

La elección del usuario entre un arco (camino, carretera, etc.) u otro va a estar influido por los siguientes parámetros: velocidad, tipo, capacidad (definida por las condiciones geométricas del mismo), número de carriles, existencia de elementos que obturen la red (señales de tráfico, semafóricas, rotondas, etc.), etc. Para que el modelo realice la asignación, además de los objetos red, necesita datos de entrada que se ven representados en las denominadas matrices Origen-Destino (O-D) las cuales recogen los movimientos registrados en la zona de estudio.

En este caso los datos de entrada al modelo se han obtenido de un estudio reciente realizado por la Consejería de Obras Públicas y Transporte [14]. En el estudio vienen diferenciadas distintas matrices O-D, de entre las cuales se ha seleccionado la “Matriz Origen-Destino por Macrozonas”.

Zones	Name	1207565.00	1	2	3	4	5	6	7	8
	1207565.00	Totals	84611.00	158394.00	156595.00	116900.00	16307.00	57780.00	1859.00	12909.00
1		82976.00	40389.00	31377.00	5114.00	1013.00	271.00	1318.00	11.00	645.00
2		157986.00	32255.00	106710.00	7542.00	1561.00	281.00	3452.00	58.00	2340.00
3		155893.00	5043.00	7644.00	128712.00	4927.00	1283.00	2700.00	36.00	1270.00
4		117618.00	1056.00	1578.00	5043.00	95614.00	11197.00	1033.00	166.00	57.00
5		16250.00	271.00	281.00	1385.00	11038.00	2931.00	35.00	30.00	61.00
6		57117.00	1317.00	3135.00	2716.00	990.00	35.00	38634.00	831.00	3467.00
7		1859.00	11.00	58.00	21.00	166.00	30.00	811.00	413.00	145.00
8		12824.00	691.00	2447.00	1272.00	57.00	61.00	3389.00	110.00	4165.00
9		148689.00	1572.00	2129.00	1427.00	398.00	174.00	3970.00	193.00	410.00
10		23593.00	498.00	322.00	303.00	20.00	0.00	356.00	0.00	0.00
11		14216.00	91.00	63.00	37.00	0.00	0.00	89.00	0.00	0.00
12		303041.00	1162.00	2247.00	1625.00	902.00	44.00	1108.00	11.00	182.00
13		41791.00	136.00	71.00	153.00	14.00	0.00	180.00	0.00	30.00
14		73706.00	119.00	332.00	1245.00	200.00	0.00	705.00	0.00	137.00

Tabla 4 – Introducción de la Matriz O-D por Macrozonas [14] en VISUM 10.

Las macrozonas son las siguientes:

MACROZONAS	DENOMINACION
1	Cádiz centro
2	Cádiz resto
3	San Fdo.-P.I.Tres Caminos
4	Chiclana núcleo
5	Chiclana costa
6	Pto.Real núcleo-Campus-Hospital
7	Barrio Jarana-El Marquesado
8	Urb.Río S.Pedro-La Cabezuela
9	El Pto.Sta.Mª núcleo-Valdelagrana
10	Costa Oeste
11	Poblado DªBlanca-Penal-El Portal
12	Jerez núcleo
13	Jerez pedanías
14	Rota

Tabla 5 – Macrozonas contempladas

Una vez elaborada completamente la red, se traslada la matriz O-D del Estudio de Movilidad al Modelo de Tráfico. Llegados a este punto, el siguiente paso es asignar la matriz O-D a la red básica, obteniéndose el siguiente gráfico:

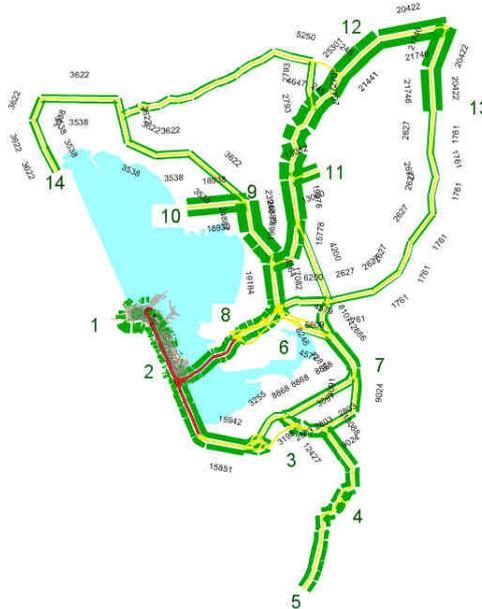


Figura 3 – Red de estudio elaborada desde VISUM 10.0 con la asignación del flujo de tráfico.

En la figura 3 se han representado los arcos en rojo, amarillo y gris. Por su parte, el volumen de vehículos en el período acordado (en este caso 24 horas) se representa en trazos de color verde, aumentando el grosor del mismo de manera proporcional a dicho volumen a su paso por los distintos arcos. A continuación se muestra el dato de la asignación por arcos en forma de lista:

Count	Length	NumLanes	CapPrT	VOPrT	VolVehPrT(AH)	VolVehPrT(AP)	VolPersPuT(AH)	VolPersPuT(AP)	NT_TYP	NT_KAT	STIL	PRIM_NAME
16	0,387	1	0	0	0	0			6	5	4	
17	0,132	2	50000	100	5248700	14380			5	2	3	N-443
18	0,132	2	50000	100	4815810	13194			5	2	3	N-443
19	0,084	2	50000	80	5248700	14380			5	2	3	N-443
20	0,084	2	50000	80	4815810	13194			5	2	3	N-443
21	0,403	1	0	0	0	0			6	5	4	
22	0,403	1	28900	50	1145370	3138			6	5	4	
23	0,095	1	13600	50	10512368	28801			11	5	5	Avenida Duque de Najera
24	0,095	1	13600	50	8123307	22256			11	5	5	Avenida Duque de Najera
25	0,039	2	18000	50	5672887	15542			9	2	3	Avenida Andalucía
26	0,039	2	18000	50	6267360	17171			9	2	3	Avenida Andalucía
27	0,012	1	18000	40	6267360	17171			9	2	3	Avenida Andalucía
28	0,012	1	18000	40	5672887	15542			9	2	3	Avenida Andalucía
29	0,079	4	18000	50	10141743	27786			9	2	3	Avenida José León de Carranza
30	0,079	3	18000	50	8195663	22454			9	2	3	Avenida José León de Carranza
31	0,079	3	18000	50	8195663	22454			9	2	3	Avenida José León de Carranza
32	0,079	4	18000	50	10141743	27786			9	2	3	Avenida José León de Carranza
33	0,219	1	13600	50	3597415	9856			11	5	5	Avenida Astilleros
34	0,219	1	13600	50	4344292	11902			11	5	5	Avenida Astilleros

Tabla 6– Listado de algunos arcos de la red con sus respectivas características. La columna marcada muestra los datos de volumen de vehículos (VolVehPrT(AP))

5.2 Integración VISUM / Cadna A

Se ha recurrido a Cadna A para valorar la capacidad de integración de las simulaciones de tráfico elaboradas por VISUM en los actuales programas de elaboración de Mapas Acústicos. Cadna A es un

programa para el cálculo y presentación de niveles de ruido ambiental, y que emplea, entre otros modelos, el modelo francés de predicción de ruido de tráfico. Lo que queremos destacar de este programa en su versión 3.7, es su potente herramienta de Exportación/Importación. Vamos a comprobar paso a paso, como se puede exportar desde VISUM a Cadna A directamente toda nuestra red viaria georeferenciada, estructurada en segmentos y definida por carriles y todo ello con sus datos de tráfico asignado. Para ampliar la información sobre Cadna A se puede recurrir a la dirección: <http://www.datakustik.de/>.

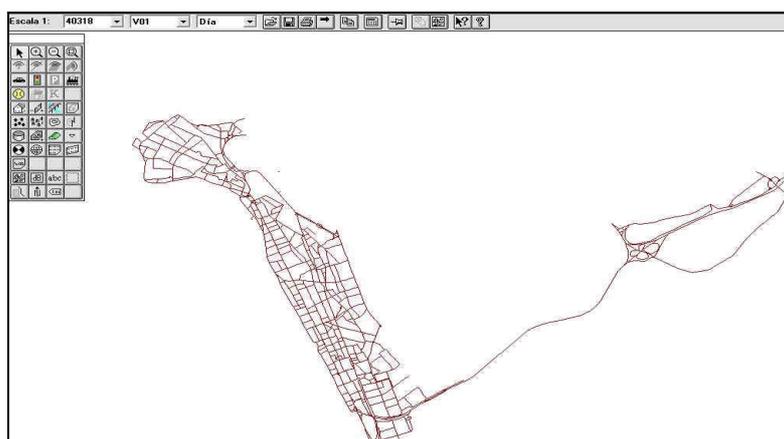


Figura 4 – Importación de la red en Cadna A 3.7.

Explotamos la opción de VISUM de guardar los archivos con extensión .SHP (ArcView) y .DXF (Auto CAD). Es muy importante que todos los archivos que se generan en VISUM al guardar como shapefile (.SHP, .DBF, .CTF y .SHX) se encuentren en la misma carpeta, ya que si no Cadna A no relacionaría los datos gráficos con sus atributos. Desde Cadna A sólo hay que indicar que los datos que se quieren importar son “carreteras”, ya que por defecto los importaría como polígonos auxiliares, obviando información que es necesaria.

Desafortunadamente los atributos que utiliza VISUM no son reconocidos directamente por Cadna A. Aunque la solución obvia sería modificarlos desde ArcGIS entendemos que ello supondría complicar una transformación que debería ser muy simple. Para agilizar esta tarea se seleccionó qué parámetros son los que realmente se necesitan importar desde el software de tráfico al software de ruido. Consultando la base de datos de Cadna A y VISUM los principales atributos equivalentes son los siguientes:

ATRIBUTOS CADNA		ATRIBUTOS VISUM	
ID	Identificador de la vía	NO	Identificador del link
DTV	Intensidad Media Diaria	VolVehPrT(AP)	Volumen de vehículos en un determinado período/link
VPKW	Límite de velocidad de la vía	VOPRT	Límite de velocidad del link
PE	% Vehículos pesados período tarde	Este tipo de atributo no viene por defecto en VISUM, pero se puede crear como un nuevo atributo (User defined-attribute) y después importarlo de la misma manera.	
PN	% Vehículos pesados período noche		
PT	% Vehículos pesados período día		

Tabla 7 – Tabla de abreviaturas de VISUM y Cadna A.

Una vez conocida la nomenclatura que usa cada programa, se modifican los atributos en VISUM y se vuelve a guardar el archivo como un shapefile. Esta operación es relativamente sencilla ya que desde VISUM el intercambio y modificación de datos se puede realizar desde una hoja de cálculo tipo Excel.

Otro problema surge del hecho de que VISUM cuando crea la red viaria lo hace de manera que cada link posee por defecto dos direcciones. En estas condiciones Cadna A importa las vías duplicadas, ya que no reconoce las dos direcciones de una sola vía y las muestra como dos carreteras distintas y superpuestas. Dependiendo de las necesidades de modelización de ruido se plantean dos opciones diferenciadas:

- Separar la vía duplicada en dos líneas paralelas, cada una de ellas representando un sentido de la calle con su anchura correspondiente y el tráfico que proporciona VISUM.
- Situar una única línea que tendrá la anchura y el tráfico total de los dos sentidos.

La primera de las dos opciones implica la separación y reubicación de cada link. Ello sería una tarea costosa en tiempo, sino fuera por las capacidades de Cadna A de automatizar procesos. La segunda opción supone habilitar una única vía de cada duplicado, que contará con los datos de tráfico de las dos direcciones. La solución aunque sencilla es bastante laboriosa; consiste en acceder a la opción de edición de carreteras mediante tablas que forma parte del menú de Cadna A para, por una parte, eliminar la línea duplicada, y por otra, sumar el valor de ésta, a la fila preexistente que se pretende conservar. En estos casos trasladar la tabla a una hoja de cálculo y modificar los datos necesarios con el fin de exportarla después al modelo de ruido pueda ser una solución más fiable para aquellos que estén habituados a programar sencillas macros en dichas hojas de cálculo.

5.3 Pasos finales con CADNA-A

Lamentablemente aún tenemos que corregir ciertos aspectos del modelo geométrico y del modelo de atributos, antes de comenzar el cálculo del mapa de ruido.

- En cuanto al modelo geométrico, el principal inconveniente es que VISUM trabaja con vías que están georreferenciadas en coordenadas X,Y; pero no necesita operar con la Z para realizar su trabajo convenientemente. Así que todos los segmentos de las infraestructuras viarias habrán de recuperar la altura y adaptarse a la cartografía.
- En cuanto a los datos de atributos, será necesario incorporar las estadísticas sobre porcentaje de vehículos pesados para cada segmento, por cada carril si fuera necesario y para cada tramo horario. Recordemos que esto es así porque la mayoría de los estudios de demanda adolecen de la falta tratamiento específico de vehículos pesados, no porque VISUM no pueda gestionar esta magnitud. Así mismo tendrán que añadirse información sobre los tramos de aceleración, deceleración, sobre la calidad del asfaltado de la vía y sobre la pendiente de la misma.

La figura 5 muestra el mapa estratégico de ruido en la franja diurna (de 7 a 19 horas) de los accesos a la capital gaditana. En primer lugar, se han considerado los pasos de verificación, calibración y validación del modelo de tráfico base para el estudio en VISUM [5]. A continuación, la coordenada Z de las carreteras se ha corregido para modelizar los tramos que van sobre puentes. Posteriormente, el % de vehículos pesados se ha introducido utilizando los datos de las estaciones de aforado del Ministerio de Fomento. Finalmente, el mapa de ruido se calibra en relación a medidas acústicas realizadas “in situ” y de forma simultánea al conteo de vehículos [15].

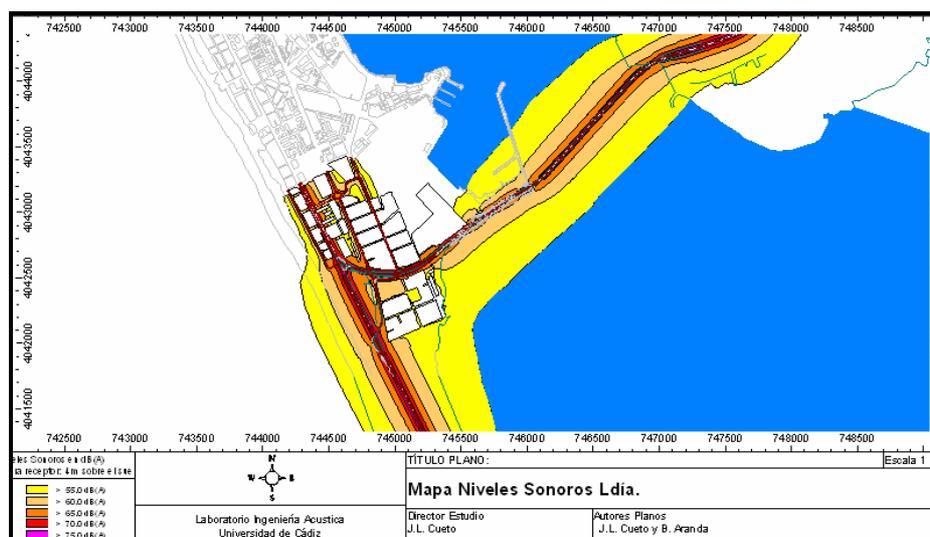


Figura 5 – Mapas de niveles sonoros de día en los accesos a Cádiz.

6 Conclusiones

Utilizar un modelo de tráfico como VISUM como punto de partida para la realización de Mapas Estratégicos de Ruido de Grandes Infraestructuras de Tráfico estará justificado en los siguientes casos:

1. Cuando el estudio de demanda de tráfico está hecho.
2. Cuando la segmentación de la vía es muy grande por motivos de tráfico y se dan al mismo tiempo las siguientes circunstancias:
 - a. Las estaciones aforadoras no cubren esos segmentos, y
 - b. La diferencia entre los atributos de dos segmentos adyacentes supera los valores recogidos en la tabla 1.
3. Cuando el estudio de ruido integre las grandes redes y los viales urbanos.
4. Cuando se requieran estudios detallados del tráfico para llevar a cabo los planes de acción.
 - a. VISUM es capaz de ser utilizado como plataforma para generar modelos de micro-simulación de tráfico (VISSIM)
5. Cuando la corrección geométrica en altura (Z) de todos los segmentos de las calles y carreteras sea sencillo.

Referencias

- [1] 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**. Version 2. January 2006.

- [2] IMAGINE. **Development of strategies for the use of traffic models for noise mapping and action planning**. Report WP2: Demand and traffic flow modelling. Document identity: IMA2TR-060131-UGENT10 <http://www.imagine-project.org/>. January 2006
- [3] IMAGINE. **Review of data needs for road noise source modelling**. Internal report WP2: Demand and traffic flow management Document identity: IMA2TR-040615-M+P10. <http://www.imagine-project.org/>. June 2004
- [4] IMAGINE **Review of the suitability of traffic models for noise modelling**. Report WP2: Demand and traffic flow modelling. Document identity: IMA02TR-050112-TML10 <http://www.imagine-project.org/>. January 2005
- [5] IMAGINE. **Guidelines for the use of traffic models for noise mapping and noise action planning**. Report WP2: Demand and traffic flow management. Document Identity: IMA02DR7-060531-TNO.10 <http://www.imagine-project.org/>. May 2005
- [6] Henning Volkmar. **ROTRANOMO: Overview about the Project**. <http://www.rotranomo.com/> September 2005.
- [7] Ashish Bhaskar, Edward Chung and Masao Kuwahara. **Integration of Road Traffic Noise model (ASJ) and Traffic Simulaiton (AVENUE) for Built-up Area**. Proc. of 10th Internaitonal Conference on Urban Transport and the Environment in the 21st century. Urban Transport X, Dresden, Germany 2004,
- [8] The Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) Research Project NANR 93: **WG-AEN's Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy Final Report: Error Propagation Testing of XPS 31-133** Document Code: HAL 3188.3/4/2 DGMR V.2004.1300.00.R008.1 May 2005
- [9] The Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) Research Project NANR 93: **WG-AEN's Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy Final Report: Data Accuracy Guidelines for XPS 31-133** Document Code: HAL 3188.3/8/2 DGMR V.2004.1300.00.R012.1 May 2005
- [10] The Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA) Research Project NANR 93: **WG-AEN's Good Practice Guide And The Implications For Acoustic Accuracy Final Report: Sensitivity Analysis for Noise Mapping** Document Code: HAL 3188.3/3/2 DGMR V.2004.1300.00.R007.1 May 2005
- [11] Simon Shilton, Hans Van Leeuwen, Renez Nota. **Error propagation analysis of XPS 31-133 and CRTN to Help develop a Noise Mapping Data Standard**. Managing Uncertainties in Noise Measurements and Prediction. INCE-EUROPE. Symposium Le Mans. June 2005
- [12] Fred Wittekamp. **Uncertainty in Comparing Measurements ans Calculations: a Case Study along the A-10 Motorway in Amsterdam**. Managing Uncertainties in Noise Measurements and Prediction. INCE-EUROPE. Symposium Le Mans. June 2005
- [13] Simon Shilton, John Hinton, Hans Van Leeuwen. **Accuracy Implications of using the WG-AEN Good Practice Guide Toolkits**. Managing Uncertainties in Noise Measurements and Prediction. INCE-EUROPE. Symposium Le Mans. June 2005
- [14] Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía, **Dirección General de Transporte. Estudio de Movilidad Bahía de Cádiz**. Julio 2006
- [15] Douglas Manvell. **The use of measurement & GPS for noise mapping**. Joint Baltic-Nordic Acoustic Meeting. June 2004. Mariehamn