

Madrid, 22 de Febrero de 2007

Jornada

Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES

González García, Miguel Ángel



SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS Y PLANIFICACIÓN
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE PLANIFICACIÓN



evaluación
y gestión
del ruido
ambiental



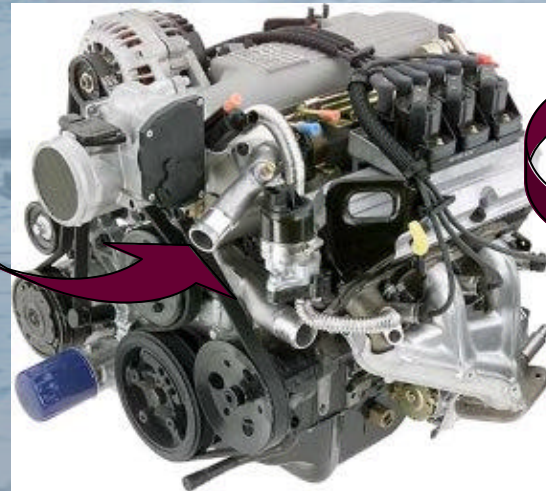
Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES

Esta presentación se ocupa de los **Cálculos informáticos mediante programas de modelización**, revisando de forma sintética algunos de los principales problemas que se pueden encontrar.

Un programa de cálculo de ruido podría grosso modo compararse con un motor de una máquina:

COMBUSTIBLE



TRABAJO

Cada Software se emplea para aquella utilidad para la que se ha pensado. Es decir, el modelo se usa para modelizar, empleando otras herramientas más eficientes para otros trabajos

Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES .

Se debe pedir a un programa de cálculo:

- * que permita emplear las metodologías de cálculo y normas que establece la directiva europea de ruido, y en el caso de las carreteras la NMPB 96
- * que existan posibilidades de comunicación con un SIG. Este es un aspecto muy importante
- * que permita un cierto detalle en la definición de elementos del modelo
- * que permita manejar las diferentes características de configuración de cálculo de forma que pueda adecuarse a lo que pida la normativa, al cliente y a la complejidad del ámbito de estudio
- * que el manejo que haga del terreno en 3D sea bueno
- * que la resolución de los resultados sea adecuada, sea cual sea la forma de exportar los resultados.



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES .

Existen numerosos programas de cálculo, cada uno con ventajas e inconvenientes y ninguno perfecto. Ante un problema, las causas pueden deberse a:

(A) limitaciones del programa **(B) errores de usuario**

Muchas veces las limitaciones del programa **(A)** pueden minimizarse con determinadas prácticas a nivel de usuario, mientras que otras son difíciles de resolver sin el soporte técnico del programador.



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de programa (A)

Algunos de los problemas más usuales relacionados con las limitaciones del programa pueden ser:

Entre aquellos que no podemos minimizar (de programa)

1. limitaciones del tipo de elementos que se pueden manejar o sus características *(pe. viaductos)*
2. limitaciones propias del modelo matemático de cálculo: fraccionamiento de fuentes, proyección previa, aumento del error con la distancia (todos); *pérdida de precisión en los resultados en zonas con obstáculos o con la distancia*
3. supuestos *por defecto* en los cálculos difíciles de resolver *(reflexiones hacia atrás, posibilidades de zonas de absorción del terreno, etc...)*



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de programa (A)

Entre aquellos que podemos minimizar como usuarios

- 1. falta de flexibilidad en la malla de cálculo (loc. Receptores y/o densificación de la malla) cerca de obstáculos y fuentes; defectos tipo collar de perlas junto a las fuentes o asignación de niveles de forma errónea en zonas edificada. Niveles erróneos en patios o interior de edificios**

aumento de la resolución en el paso de malla en zonas problemáticas (menor que la dimensión de la zona a resolver). Exclusión de puntos bajo edificios en el cálculo

- 2. problemas en la representación de los resultados (procesado de los niveles en receptor para obtener curvas y mapas horizontales); líneas quebradas en lugar de curvas, saltos ilógicos entre niveles de ruido,extrapolación incorrecta en zonas de sombra de ruido**

suavizado de las líneas posteriormente en GIS, aumento de resolución de la malla

- 3. Manejo de la información del modelo (puntos y líneas) al generar el MDT para el cálculo; cambios bruscos de niveles en zonas equivocadas (triángulos planos, algoritmos de simplificación de cotas de elementos, consideración como líneas de terreno de las aristas de triángulos de MDT, etc..**

aumento del detalle de la información que metemos: puntos con cota, aristas de fondo de vaguada o coronación de lomas, aristas exteriores de taludes, etc.



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

Desde el punto de vista del usuario **(B)** a lo largo del proceso se pueden producir errores:

- * ¿Habrá algún error de definición del modelo que incide en los cálculos?.
- * ¿Habré importado de forma correcta cada elemento de mi modelo?
- * ¿Habré introducido de forma correcta los diferentes parámetros de cálculo?
- * ¿Estaré trabajando a una resolución adecuada para la zona de estudio y escala de los resultados que deseo obtener?
- * ¿Estaré empleando el motor de cálculo adecuado?



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

Intentando no incidir sobre aquellas limitaciones de programa que resolvemos como usuarios, las dificultades principales que pueden encontrarse como usuarios de diferentes software se pueden agrupar de la siguiente manera:

1. dificultades derivadas de la interfaz de trabajo y el volumen de información
2. comunicación entre el software de cálculo y SIG; importación de elementos
3. ajustes de configuración de cálculo
4. problemas de cálculo y lógica de los resultados
5. resolución de los resultados y exportación



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

1. Interfaz de Trabajo y volumen de información

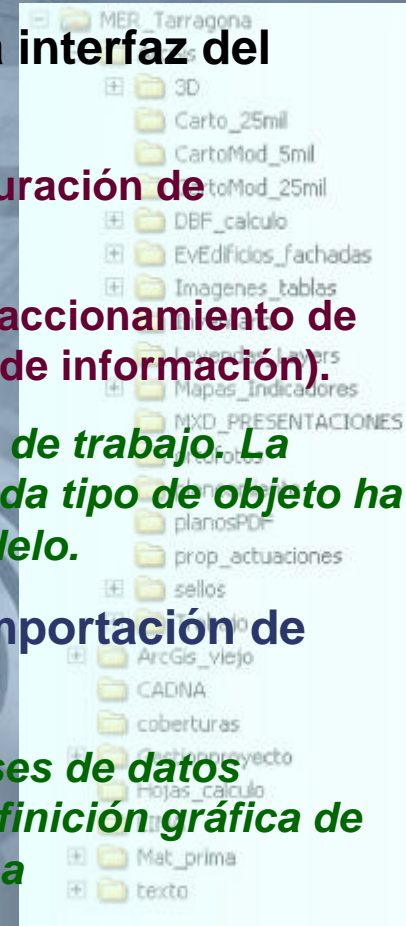
El problema surge de las dificultades de manejo de la interfaz del programa en algunos casos:

- * **acceso a las características de los elementos o a la configuración de cálculo**
- * **La existencia de muchas Unidades de Mapa Estratégico, fraccionamiento de modelo, o funcionamiento del programa (volumen de información).**

Se debe ser muy meticulosos y ordenados con los archivos de trabajo. La elección de uno u otro tipo de elemento para representar cada tipo de objeto ha de ser especialmente cuidadosa a la hora de generar el modelo.

2. Comunicación entre el software de cálculo y SIG; importación de elementos

Fundamental la comunicación con el GIS, y preparar las bases de datos asociadas para transmitir la información al programa. La definición gráfica de cada tipo de elemento ha de ser la requerida por el programa



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

3. Ajustes de configuración de cálculo

Pueden existir diferencias a la hora de incorporar una configuración de cálculo precisa en diferentes programas:

- * las posibilidades de considerar el MDT
- * la forma de introducir la reflexión de las fachadas
- * las diferentes posibilidades para considerar una predivisión de las fuentes según su visibilidad tras los obstáculos (proyección)
- * el tipo de fraccionamiento de las fuentes

Puede ser recomendable hacer pruebas de configuración para calibrar la que vayamos a poner, de acuerdo con la Dir. del estudio, para alcanzar un compromiso calidad del resultado/tiempo de cálculo

4. Problemas de cálculo y lógica de los resultados

Resolución del paso de malla / precisión del modelo

Es preferible fraccionar el cálculo en varias zonas y ejecutar los cálculos de forma secuencial. No se pierde todo en caso de fallo y permite comprobar los resultados que se van obteniendo. Se debe chequear su lógica.

Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

Algunas de las causas más importantes de resultados ilógicos pueden ser los siguientes:

- * un paso de malla excesivamente grande en zonas densamente edificadas o con obstáculos**
- * sombras de ruido excesivas o cambios bruscos de nivel. En general se pueden deber:**
 - a una mala definición de los objetos del modelo, por ejemplo tomando alturas absolutas**
 - a una simplificación excesiva del modelo, que genere triángulos planos, etc o en el que falten elementos significativos**
 - que se superponga información (polilíneas 3D) del terreno sobre la plataforma**
- * expansiones excesivas del ruido, reflexiones "hacia atrás", etc. Pueden ser errores en la configuración de cálculo, suelos inapropiados, etc.**
- * resultados totalmente ilógicos, por definir los objetos de forma inapropiada (o emplear motores de cálculo muy simples que pueden existir pe.asignando un solo valor de cota a un elemento muy largo**



Jornada "Mapas estratégicos de ruido en las carreteras del estado"

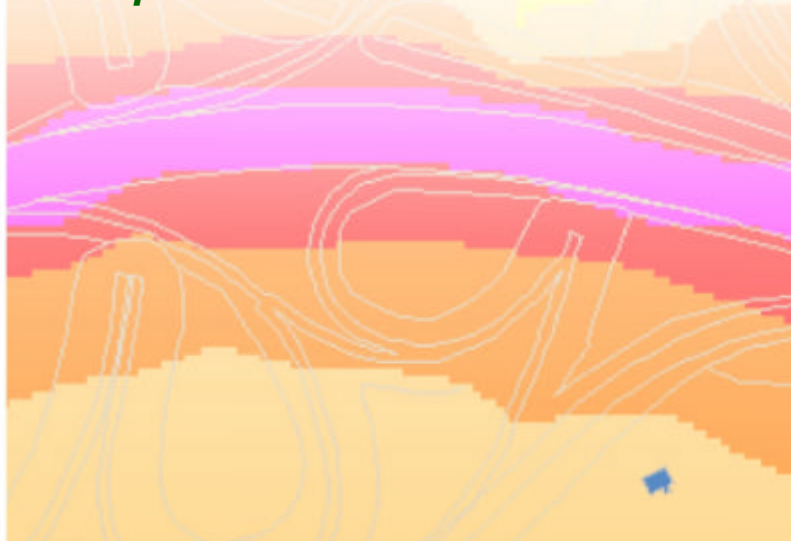
EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES . Problemas de usuario (B)

5.Resolución de los resultados y exportación

Lo conveniente es que el programa exporte coberturas en formato SIG que puedan ser manejadas fuera de este. Los problemas pueden surgir en el curvado que realice cada programa.

Parece conveniente en cualquier caso que la obtención de las curvas se realice dentro del programa de cálculo (con criterios acústicos), aunque se suavicen luego en GIS

Se debe llegar a un acuerdo entre el tiempo de cálculo y la definición obtenida, en la que la premisa principal será la medida en que un pequeño error o falta de definición en una curva puede observarse a la escala de trabajo.



EXPERIENCIAS CON MODELOS DIFERENTES

González García, Miguel Ángel
Infraestructuras, Cooperación y Medio Ambiente, S.A. / EPTISA
C/Alfonso XII nº52 28014 Madrid TEL.915399566 FAX.914684183
Miguel@iycsa.com

UTILIDAD DE LOS PROGRAMAS DE CÁLCULO

Diapositiva nº 1

De los tres pasos en los que se puede dividir el proceso de elaboración de un mapa estratégico de ruido:

1. Elaboración y preparación de datos básicos
- 2. Cálculos informáticos mediante programas de modelización**
3. preparación y análisis de los resultados

esta presentación se va a ocupar de el segundo, correspondiente a la importación de la información preparada al modelo de cálculo, realización de los cálculos informáticos (revisando alguno de los principales problemas que podemos encontrar en esta tarea) y la exportación de los resultados.

La información que se maneja es la recopilada como usuarios de diferentes programas, entre los que se pueden mencionar:

MITHRA:	trabajos realizados para infraestructuras viarias y planeamiento urbano
CADNA-A:	planeamiento urbano y MER de la autovía Madrid-Toledo, elaborado conjuntamente con Getinsa
LIMA:	MER de varias carreteras de la zona metropolitana de Tarragona, como colaborador de EPTISA

Diapositiva nº 2

Un programa de cálculo de ruido podría a grosso modo compararse con un motor de una máquina que funciona con un combustible dado -y no con otro- que ha sido preparado de una determinada manera, y que produce un trabajo que en nuestro caso será la obtención de niveles de ruido (mapas horizontales o niveles en fachada).

Aunque la mayoría de los programas de cálculo incorporan utilidades para procesar los inputs o elaborar y analizar los resultados, como pasa en los motores, generalmente lo mejor es preparar los "inputs" con otras utilidades (preparar el combustible del motor en una refinería) o procesar los "outputs" con otros programas (emplear el trabajo obtenido en otras máquinas más eficientes para sacarles una utilidad).

Por tanto, y como suele ocurrir con los programas informáticos, cada Software se emplea para aquella utilidad para la que principalmente se ha pensado, y en este caso, para calcular los niveles de ruido.

En este sentido, por ejemplo, la mejor manera de comprobar posibles fallos del modelo tridimensional generado no será mediante visualizaciones en 3D desde el programa de cálculo, sino generando una escama del modelo preparado en otros programas (por ejemplo en SIG) y revisando su geometría.



¿QUÉ SE PUEDE PEDIR A UN PROGRAMA DE CÁLCULO?

Diapositiva nº 3

En el mercado existen numerosos programas de cálculo, y la mayoría de ellos si no todos pueden resultar adecuados para la realización de cálculos acústicos, teniendo cada uno sus ventajas e inconvenientes. Lo bueno es que como usuario conozcamos con suficiente profundidad las de nuestro programa; *cada maestrillo tiene su librillo*.

Generalmente, cuando encontramos algún problema en la realización de un cálculo de ruido, o un resultado que nos resulte ilógico, es muy normal que nos encontremos ante un problema de usuario en el manejo del programa, especialmente si el software empleado tiene una interfaz difícil (lo que no quiere decir, ni mucho menos, que sea un mal programa de cálculo).

Así, frente a un problema, lo lógico es preguntarnos si hemos cometido algún fallo como usuario:

- ¿Habrá algún error de definición del modelo que incide en los cálculos?. Por ejemplo, Mitra no podía con segmentos duplicados, y en CADNA las líneas de terreno (curvas de nivel, etc) deben ser poli líneas 3D abiertas....
- ¿Habré importado de forma correcta (con las características geométricas, como el tipo de elemento adecuado o con los atributos correspondientes) cada elemento de mi modelo de cálculo?
- ¿Habré introducido de forma correcta los diferentes parámetros de cálculo en la configuración?
- ¿Estaré trabajando a una resolución adecuada para la zona de estudio (paso de malla adecuado, número de reflexiones, etc...) y escala de los resultados que deseo obtener?
- ¿Estaré empleando el motor de cálculo adecuado (algunos programas tienen diferentes motores de cálculo)?

En definitiva... ¿no le estaré metiendo gasoil a mi motor cuando es diesel?

Diapositiva nº 4

Fuera de las dificultades que corresponden al usuario, si que existen una serie de cosas que se le pueden pedir a un programa de cálculo para poder funcionar de forma tranquila con él:

- que permita emplear las metodologías de cálculo y normas que establece la directiva europea de ruido, y en el caso de las carreteras la MNPB 96
- que tanto en la importación de elementos del modelo como en la exportación de los resultados de cálculo existan posibilidades de comunicación con un SIG, ya que generalmente emplearemos herramientas de este estilo para introducir la información en el modelo o para analizar los resultados y sacar los planos. Este es un aspecto muy importante
- que permita un cierto detalle en la definición de elementos del modelo, por ejemplo, en un caballón el ancho de coronación, o las pendientes de los taludes, en una pantalla sus características acústicas, y en una carretera los datos de tráfico, velocidades tipos de firme, tipo de tráfico, pesados, para cada franja horaria, suelos reflectantes, etc.
- que permita manejar las diferentes características de configuración de cálculo de forma que pueda adecuarme a lo que pida la normativa y el cliente (reflexiones, forma de consideración del terreno, periodos horarios, etc).
- que el manejo que haga del terreno en 3D sea bueno (por ejemplo, que emplee en los cálculos las aristas de la triangulación del MDT como aristas del terreno)
- que la resolución de los resultados sea adecuada, sea cual sea la forma de exportar los resultados. Por ejemplo, si el mapa *horizontal* de ruido resultante se compone de celdas cuadradas que el tamaño de celda del resultado sea menor que la tolerancia de error de la escala de trabajo



Diapositiva nº 5

Actualmente, y dado que estamos en un esfuerzo de convergencia de las diferentes metodologías de cálculo del ruido a nivel europeo. Al igual que a los consultores nos cuesta trabajo adaptarnos con los programas existentes a los requisitos que se nos pide, es deseable que el programador de los software esté abierto a este proceso de evolución, respondiendo a las posibles dificultades que van surgiendo para que sus programas nos permitan responder a los usuarios a las nuevas necesidades.

Este flujo de comunicación entre usuario del programa y programador es muy importante que exista porque en general los programas pueden presentar problemas de adaptación a la norma que sólo el programador o creador del programa puede aclarar. En nuestra experiencia hemos encontrado este problema en algunos casos:

- a la hora de fijar los atributos o cualidades de los objetos importados al programa de cálculo, ya que estos deben incorporarse de una forma precisa en cada programa y no siempre se encuentra bien explicado en los manuales
- a la hora de calcular, algunos programas tienen diferentes motores de cálculo, y alguno puede incluir simplificaciones que alteren e invaliden el resultado

En general nuestra experiencia hasta ahora ha sido relativamente buena, ya que para los programas que hemos empleado (Cadna y Lima) hemos encontrado un interlocutor dispuesto a estudiar los posibles dificultades que se van encontrando y a solucionarlas. Hay que entender que esto es beneficioso tanto para el usuario del programa como al *fabricante*, ya que mejora el producto y por tanto su competitividad.

En cualquier caso, hay que huir de prejuicios a la hora de evaluar el programa, porque puede ocurrir que un programa menos amigable o de manejo más difícil (lo que es una desventaja) pueda tener potencialidades mayores para determinados aspectos (lo que es una ventaja). Ningún programa es la panacea, sino que todos cuentan con pros y contras.

Diapositiva nº 6

Hay además algunos aspectos que pueden tener relevancia en los resultados, y que vamos conociendo por las investigaciones que van realizando algunas instituciones. Por ejemplo (tomado de comunicaciones de Tecniacústica Gandía 2006, a cargo de la universidad de Navarra):

- en general es más preciso fraccionar las fuentes mediante el método del factor Raster que el del paso angular, aunque este es el que en principio debería aplicarse de forma estricta según la MNPB 96
- poder aplicar algoritmos de visibilidad de las fuentes tras los obstáculos, previa a la fragmentación de las fuentes (de proyección de las fuentes de ruido en CADNA) ayuda a obtener mejores resultados, especialmente en zonas con muchos obstáculos

DIFICULTADES PRINCIPALES DEL MANEJO DE PROGRAMAS DE CÁLCULO

Diapositiva nº 7

A continuación revisaremos de forma algo más detallada, las que pensamos que son las dificultades principales que presentan los diferentes software de cálculo –desde nuestra experiencia- y que puede encontrar el consultor, agrupadas de la siguiente manera:

1. dificultades derivadas de la interfaz de trabajo y el volumen de información
2. comunicación entre el software de cálculo y SIG; importación de elementos
3. ajustes de configuración de cálculo
4. problemas de cálculo y lógica de los resultados



5. resolución de los resultados y exportación

Diapositiva nº 8. **1. Interfaz de Trabajo y volumen de información**

En relación a la interfaz de trabajo y al volumen de información, el problema surge de las dificultades de manejo de la interfaz del programa en algunos casos, ya que:

- el acceso a las características de los elementos o a la configuración de cálculo deba introducirse como órdenes de texto en la línea de comandos, lo que obliga casi a conocer el lenguaje del programa, a veces bastante farragoso (caso de LIMA).
- generalmente, y especialmente algunos programas, almacenan en archivos diferentes cada acción que se realiza, resultado de cálculo, configuración, etc. En algunos programas esto supone que en una sola tarde de trabajo puedan generarse decenas de archivos. La existencia de muchas Unidades de Mapa Estratégico, o el fraccionamiento de un modelo de cálculo dado por limitaciones en el número de elementos puede aumentar mucho el nº de ficheros con que se trabaja.

La mejor solución para estos problemas es **alcanzar el mayor conocimiento posible de nuestro software** por un lado, y **ser muy meticulosos y ordenados con los archivos de trabajo** para no perder información en el proceso. La **elección de uno u otro tipo de elemento para representar cada tipo de objeto** es uno de los aspectos básicos a la hora de construir un modelo, ya que definirá su comportamiento acústico, por lo que **ha de ser especialmente cuidadosa**.

Diapositiva nº 9. **2. Comunicación entre el software de cálculo y SIG; importación de elementos**

Generalmente los archivos que se incorporan para montar el modelo consisten en elementos gráficos (polilíneas, puntos, etc.) con información asociada, como bases de datos. Es decir, se trata de elementos de información geográfica. Por este motivo es fundamental que nuestro programa se lleve bien con el GIS, y preparar las bases de datos asociadas a los elementos de forma que la información asociada pueda ser leída y entendida por los programas.

Una solución general para este problema consiste en tener cuidado al **definir los nombres, tipos y contenidos de los campos que contienen la información relevante de los objetos en sus tablas asociadas**, lo que generalmente significa que el programa toma estos datos bien al importar la información.

Por otra parte, **cada programa puede necesitar que la información sea incorporada de una determinada manera, en cuanto a su definición gráfica**. Por ejemplo si queremos diferenciar como una fuente lineal cada una de las calzadas de una autovía en CADNA basta con el eje y la distancia existente entre la situación de cada una de las dos fuentes lineales de ruido (generalmente a situar en el centro de los carriles exteriores), mientras que en LIMA se deben incorporar por separado las fuentes correspondientes a una u otra calzada.

Diapositiva nº 10. **3. Ajustes de configuración de cálculo**

Pueden existir diferencias a la hora de incorporar una configuración de cálculo precisa y comparable en diferentes programas, por no existir siempre una correspondencia precisa de parámetros. En este sentido se puede poner como ejemplo:

- las posibilidades de considerar el **MDT** de una u otra manera, disponibles o no según el programa
- las diferencias en la forma de introducir la **reflexión de las fachadas** dentro de un radio dado desde la fachada reflectante, interpolando o no, etc...disponibles o no según el programa
- las diferentes posibilidades existentes o no, según el programa, para considerar una **predivisión de las fuentes según su visibilidad tras los obstáculos (proyección)**
- el tipo de **fraccionamiento de las fuentes** que se realice según el programa, ya comentado anteriormente
- la posibilidad (o no) de extraer (deducir) los **niveles en fachada directamente de los resultados de mapa de ruido horizontal**, disponible según el programa



Sería muy recomendable que, como resultado del proceso de convergencia de los métodos de cálculo se produjera también un cierto acuerdo entre las distintas casas comerciales en cuanto a como debe de introducirse los diferentes parámetros de cálculo.

Diapositiva nº 11. 4.Problemas de cálculo y lógica de los resultados (1)

En cuanto a los problemas de cálculo se debe considerar que, generalmente, las carreteras para las que se cartografía el ruido pueden ser muy prolongadas, por lo que en principio, y pese a que podamos tener un software o versión sin límite en el número de elementos, es preferible **fraccionar el cálculo en varias zonas de cálculo con un cierto solape (metamos o no todos los elementos del modelo en cada fracción de este), y ejecutar los cálculos de forma secuencial (BATCH procesing)**. De esta manera podemos realizar el cálculo en varios ordenadores, sin perder información en caso de que en un momento pueda fallar un cálculo, e ir visualizando los resultados que se van obteniendo para comprobarlos.

Diapositiva nº 12. 4.Problemas de cálculo y lógica de los resultados (2)

En cuanto a la lógica de los resultados, no se va a incidir especialmente aquí, ya que se han comentado algunos casos al hablar del control de calidad (muchos de ellos responsabilidad de quien habla). En cualquier caso es una cosa que se debe controlar con detalle. Algunas de las causas más importantes de resultados ilógicos pueden ser los siguientes:

- un paso de malla excesivamente grande en zonas densamente edificadas. Al dibujar niveles de ruido puede significar niveles de ruido excesivamente elevados en zonas apantalladas, por atribuir el resultado de un receptor cercano no apantallado
- cambios bruscos e ilógicos de niveles de ruido, especialmente en sombras de obstáculos, que de nuevo se solucionan con un menor paso de malla de cálculo
- resultados ilógicos como sombras de ruido excesivas o cambios bruscos de nivel. En general se pueden deber:
 - a una mala definición de los objetos del modelo, por ejemplo tomando alturas absolutas demasiado elevadas, u otros fallos del modelo
 - a una simplificación excesiva del modelo, que genere triángulos planos en el modelo digital del terreno, no incorpore los terraplenes de infraestructuras cercanas que apantallen el ruido, y otros fallos similares
 - que se superponga información (polilíneas 3D) del terreno o límites exteriores del talud sobre la plataforma, con lo que la vía quede enterrada
- expansiones excesivas del ruido, reflexiones “hacia atrás”, etc. Muchas veces pueden ser errores en la configuración de cálculo (por ejemplo el coeficiente de absorción del suelo que se aplique por defecto), que pueden ser difíciles de identificar pero seguramente tendrían una rápida corrección si existe la interlocución entre la casa creadora del programa y el usuario
- resultados totalmente ilógicos, por definir los objetos de forma inapropiada (por ejemplo,. Aristas exteriores de talud con cota absoluta) o emplear motores de cálculo muy simples que pueden existir.

Diapositiva nº 13. 5.Resolución de los resultados y exportación

En relación a la resolución de los resultados y su exportación, lo conveniente es que el programa exporte coberturas en formato SIG que puedan ser manejadas fuera de este. Los problemas pueden surgir en el curvado que realice cada programa. Algunos programas realizan un curvado con líneas más o menos rectangulares (p.e. LIMA), con una resolución bastante pequeña, y que depende del paso de malla de cálculo, mientras que otros curvan directamente polilíneas por interpolación entre puntos receptores.

Parece conveniente en cualquier caso que la obtención de las curvas se realice dentro del programa de cálculo, ya que este curvado se ejecuta teniendo en cuenta no sólo criterios topológicos, sino también con criterios acústicos.

Lógicamente, a menor paso de malla mejor resolución y apariencia del mapa obtenido, pero se debe llegar a un acuerdo entre el tiempo de cálculo y la definición obtenida, en la que la premisa principal será la medida en que un pequeño error o falta de definición en una curva puede observarse a la escala de trabajo.



CONCLUSIONES

Diapositiva nº 14

Como conclusiones, se podrían obtener las siguientes:

- para obtener un buen resultado es necesario:
 - conocer adecuadamente el programa
 - preparar un buen modelo, pudiendo muchas veces ser más determinante en el resultado el grado de definición del modelo que el programa que empleemos
 - definir bien los elementos
- sería deseable la existencia de vías de comunicación entre el fabricante del programa y los usuarios, ya que sería muy beneficioso para ambas partes
- sería conveniente una cierta convergencia entre los diferentes programas, al menos a la hora de determinar los parámetros de la configuración de cálculo

En cualquier caso, la mejor manera de trabajar bien es estar dispuesto a aprender de nuestros propios errores para mejorar.

Gracias por su atención

