



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE Y
MEDIO RURAL Y MARINO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE Y
MEDIO RURAL Y MARINO

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

JORNADA TÉCNICA: SEGUNDA FASE DE LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE AGLOMERACIONES

Mapas de Ruido en los Municipios

Alberto Bañuelos Irusta

Dr. Ingeniero Industrial

abi@aacacustica.com

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L.

Parque Tecnológico de Álava

01510 – Miñano (Vitoria-Gasteiz)

www.aacacustica.com



Experiencia previa – Mapas Ruido Urbano

- Desde 1997 elaborando mapas de ruido con modelo acústico y con planteamiento similar al solicitado por la Directiva Europea y la Ley del Ruido.
- En algunos municipios llegando a actualizar los mapas en otras dos ocasiones más (Vitoria-Gasteiz / Lasarte–Oria)
- Desde 2000: Los mapas de ruido como parte de sistemas de gestión del ruido en municipios y planteando planes de acción para municipios de diferentes tamaños y características

Ingeniería especializada en:

Acústica, Ruido y Vibraciones

Contaminación Lumínica

Mapas de ruido de municipios

- > 100.000 hab.
 - A Coruña;
 - **Alcobendas**,
 - Donostia-San Sebastián
 - **Las Palmas de Gran Canaria**
 - **San Cristóbal de La Laguna**
 - **Santa Cruz de Tenerife**
 - Vitoria-Gasteiz
- < 100.000 hab.
 - > 30 Municipios del País Vasco
 - Avilés, Langreo; Calahorra, Santiago de Compostela; Vilagarcia de Arousa, Ribeira,
- MER Infraestructuras:
 - Rede de carreteras del Estado en Lleida
 - Red de carreteras de Canarias
 - Red ferroviaria de ADIF en Asturias y País Vasco
- Planes de acción (RD 1513/2005)
 - MER 2007 de Canarias: Carreteras y Aglomeración Sta Cruz de Tenerife - La Laguna
 - Red de carreteras de la Diputación Foral de Gipuzkoa

Retos en el tiempo

- Primeros Mapas: 1996 – 2000
 - Los datos de entrada
 - La aplicación del modelo
- Mapas previos a los MER: 2000-2002
 - La utilidad del mapa
- Mapas Post-Directiva EU: 2002 - 2006
 - Ajustar resultados a la información solicitada
 - La utilidad del mapa

¿Para qué hacemos un MER?

➤ ¿Para cumplir un trámite legal?

- ✓ ¿Presentar un mapa de colores?

➤ ¿Para mejorar la calidad sonora ambiental del municipio?

- ✓ ¿Definir la situación actual?
- ✓ ¿Identificar focos de ruido?

¿Aporta algo novedoso el MER?

Pone niveles de ruido en el territorio del municipio

Pero:

- ✓ ¿Qué representan?
- ✓ ¿Qué precisión tienen?
- ✓ ¿Reflejan la molestia de la población?

MER de Aglomeraciones

¿Qué es un mapa estratégico de ruido?

- Una herramienta para evaluar y gestionar el **ruido ambiental** en la ciudad, dentro de la legislación

¿Qué es el ruido ambiental?

Legalmente:

- Promedio anual del ruido del transporte y de la industria, diferenciado en índices de ruido y valorado en indicadores (población afectada y otros).

Adicionalmente:

- El ambiente sonoro del municipio, que puede no estar representado por el mapa de ruido

MER 2007 y MER 2012

– Tienen que:

- Responder a la exigencia legal y la información solicitada desde Europa
- Ser de utilidad para la evaluación y la gestión del ruido ambiental
 - Otras aplicaciones serán objetivos adicionales

– Retos:

- Sustentar el Plan de Acción
- Servir de referencia para medir evoluciones (Reevaluaciones de MER 2012 y sucesivos)

En España, el mismo planteamiento para todos los casos en los que se superen los OCAs (Ley 37/2003 Art. 14.1-b)

MER 2012

- **¿Cuándo un MER RESPONDE a estos objetivos?**

– Cuando:

- Parten de los mejores datos de entrada disponibles
- Los datos de entrada se ajustan a lo que el mapa representa: promedio anual para L_d , L_e , L_n y L_{den}
- **Permite asociar** los niveles de ruido con los focos de ruido y con las variables que inciden en la generación del ruido y en su propagación

Metodología:

Método de Cálculo

Metodología

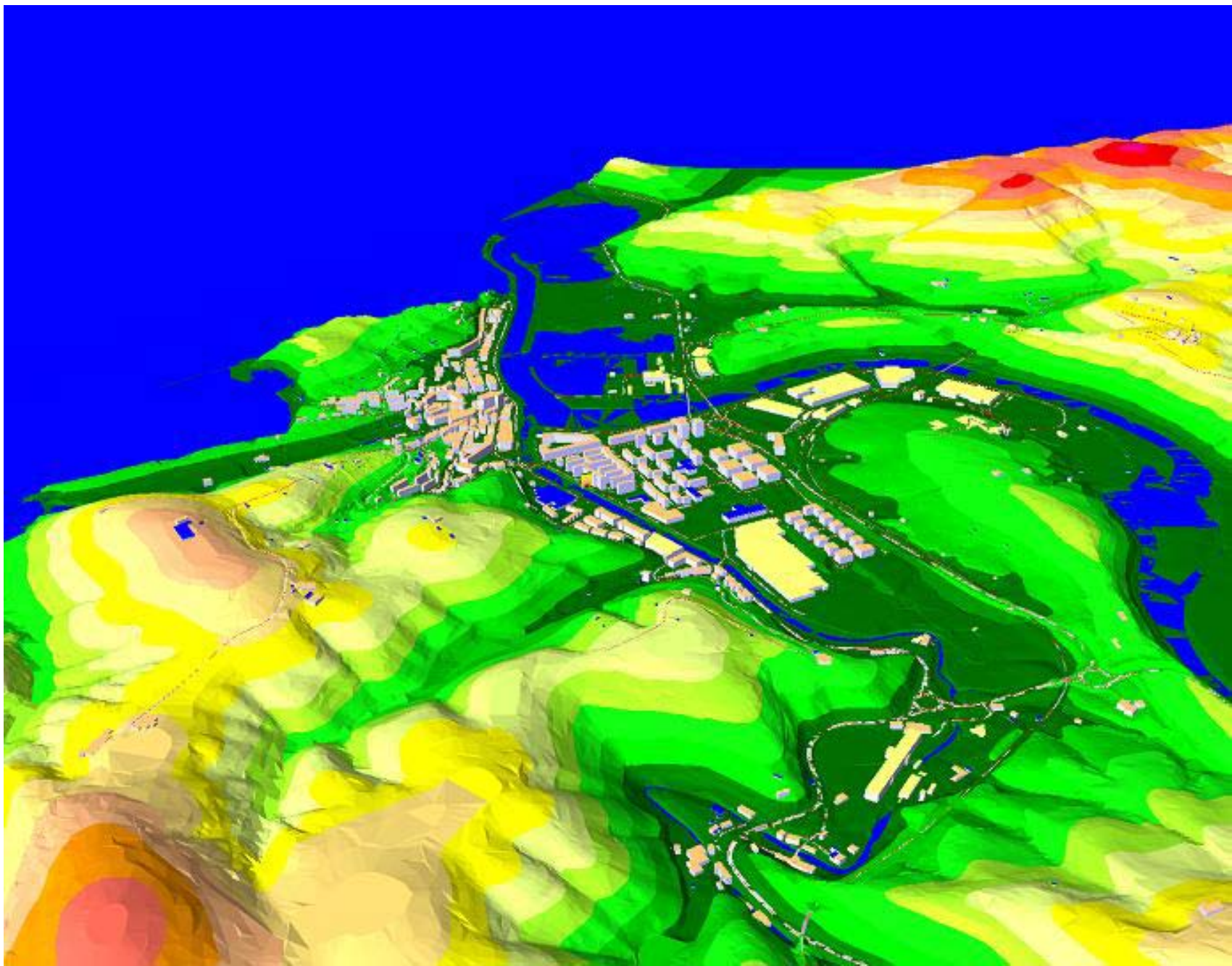
Es Independiente del tamaño y características del municipio:

Niveles de ruido = Emisión + Propagación

- Emisión $\Rightarrow$ Caracterizar focos
- Propagación $\Rightarrow$ Método de cálculo

Soporte: Modelo acústico en programa informático especializado

Mapas de Ruido en los Municipios



Animación realizada con SoundPLAN

Metodología

Propagación

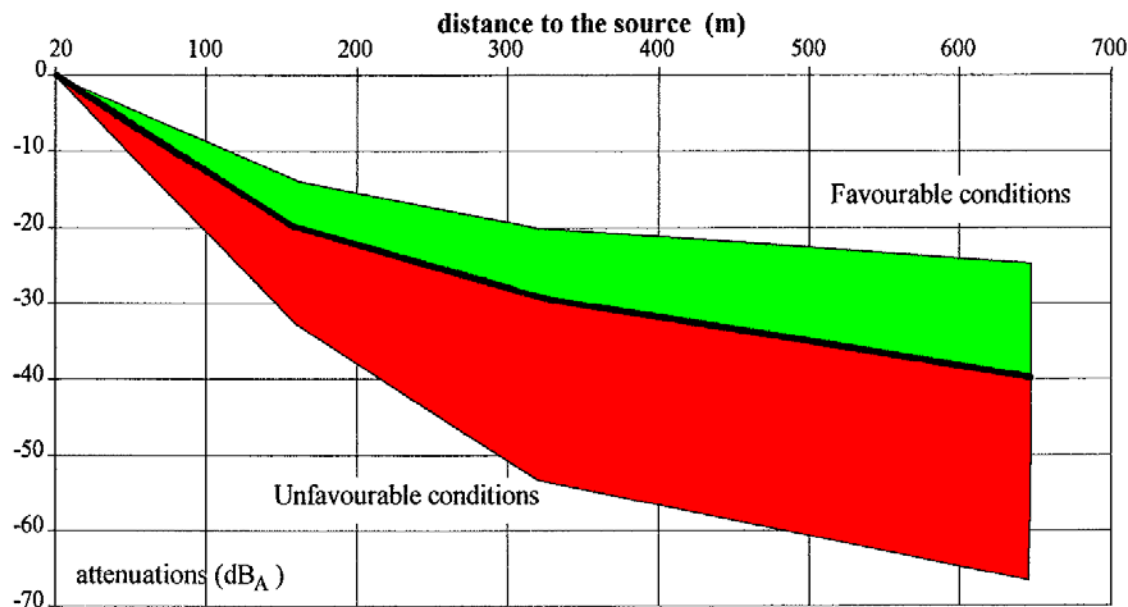
- El método establece el “convenio” en función de los factores que afectan a la propagación y de las condiciones meteorológicas (normalmente convenio).

$$A = A_{\text{distancia}} + A_{\text{atmosfera}} + A_{\text{suelo}} + A_{\text{barrera}} + A_{\text{otros}}$$

- Depende de la adecuada modelización y asignación de parámetros acústicos
 - Cartografía de partida, elementos que afectan a la propagación, tipos de suelo, etc.

Mapas de Ruido en los Municipios

El convenio es necesario para establecer los niveles promedio anuales

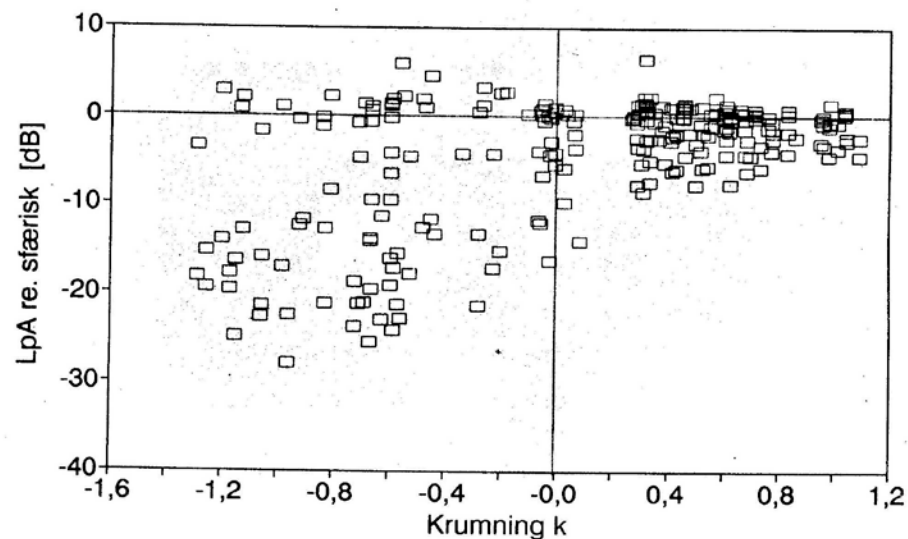


La propagación varía con las condiciones meteorológicas

Ver:

ISO 1996-2:2007

Desviación debida a las condiciones meteorológicas

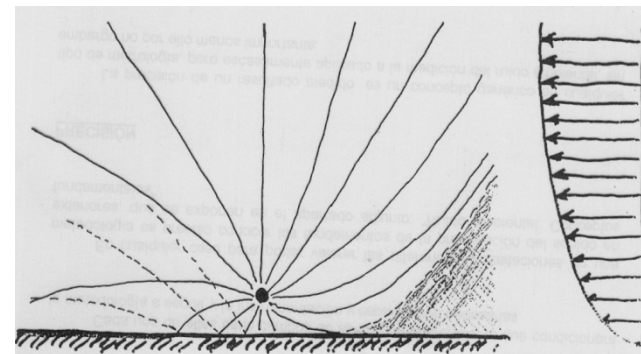


Mapas de Ruido en los Municipios

Propagación

Si a esto añadimos que los niveles varían con la altura en función de:

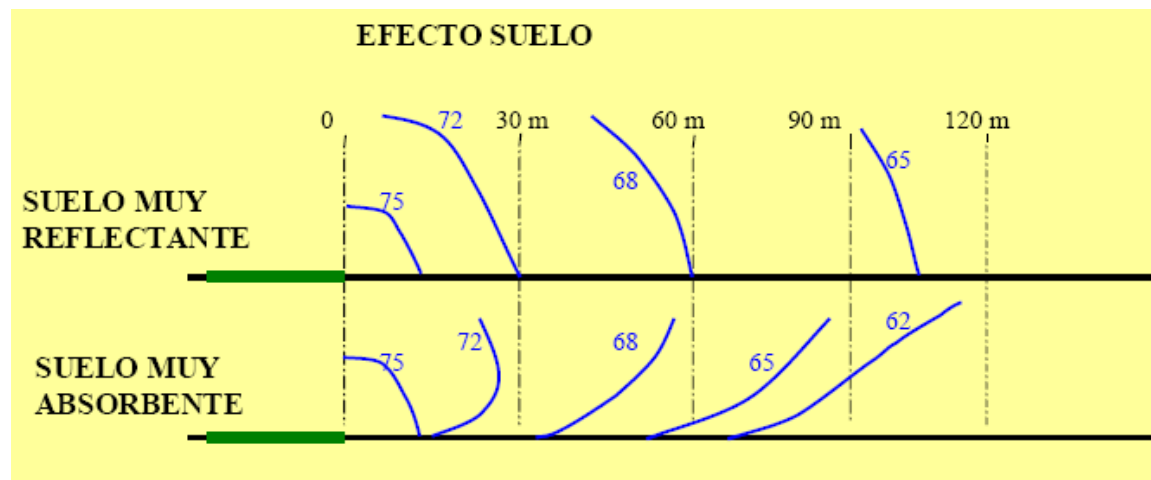
➤ Condiciones meteorológicas



➤ Obstáculos



➤ Tipo de terreno



Propagación

Es fácil entender:

la imposibilidad de caracterizar una zona por la medida en un punto

Y

la necesidad de recurrir a métodos de cálculo para caracterizar la propagación.

La calidad de la modelización es la que condiciona su representatividad

¡IMPORTANTE!

- Un sistema de monitorado **no** permite validar un mapa de ruido **y menos corregirlo.**
- La medida (o el monitorado) en puntos tiene otros usos (dependiendo de los planes de acción), pero **NO** modificar el MER.
- Frecuentemente se comete el error de simplificar el MER para disponer de un monitorado, perdiendo posibilidades para la gestión posterior.

Los mal denominados “**Mapas de Ruido Dinámicos**”, con una información escasa, alteran la representatividad del mapa a partir de medidas con elevada incertidumbre.

Se alteran las relaciones modificando los resultados del mapa de ruido a partir de medidas de niveles de inmisión en algunos puntos de la ciudad.

Emisión

Clave: Datos de entrada para caracterizar los focos de ruido ambiental

- **Focos de Tráfico:** a partir de datos que caracterizan el foco en cada periodo a partir de métodos establecidos:
 - T. viario: IMD (IMH), % pesados, velocidad, pavimento
 - T. ferroviario: tipos tren, longitud, velocidad, frecuencias de paso, vía, ...
 - T. aéreo: tipos de aeronaves, operación, trayectorias, procedimiento, ...
- **Focos industriales/puertos:** a partir de mediciones o estudios disponibles

Emisión

- **Datos de infraestructuras:** Normalmente disponibles
- **Datos de tráfico urbano:** sólo datos de algunas calles (¡cuando hay!)

¿es esto una limitación para el MER?

Puede serlo para la precisión, pero NO para la ejecución:

- Un error del 25 % en la IMH supone 1 dB
- Un equipo con experiencia, con un trabajo adecuado, debe ofrecer una estimación suficiente para el MER y para un primer diagnóstico del municipio.

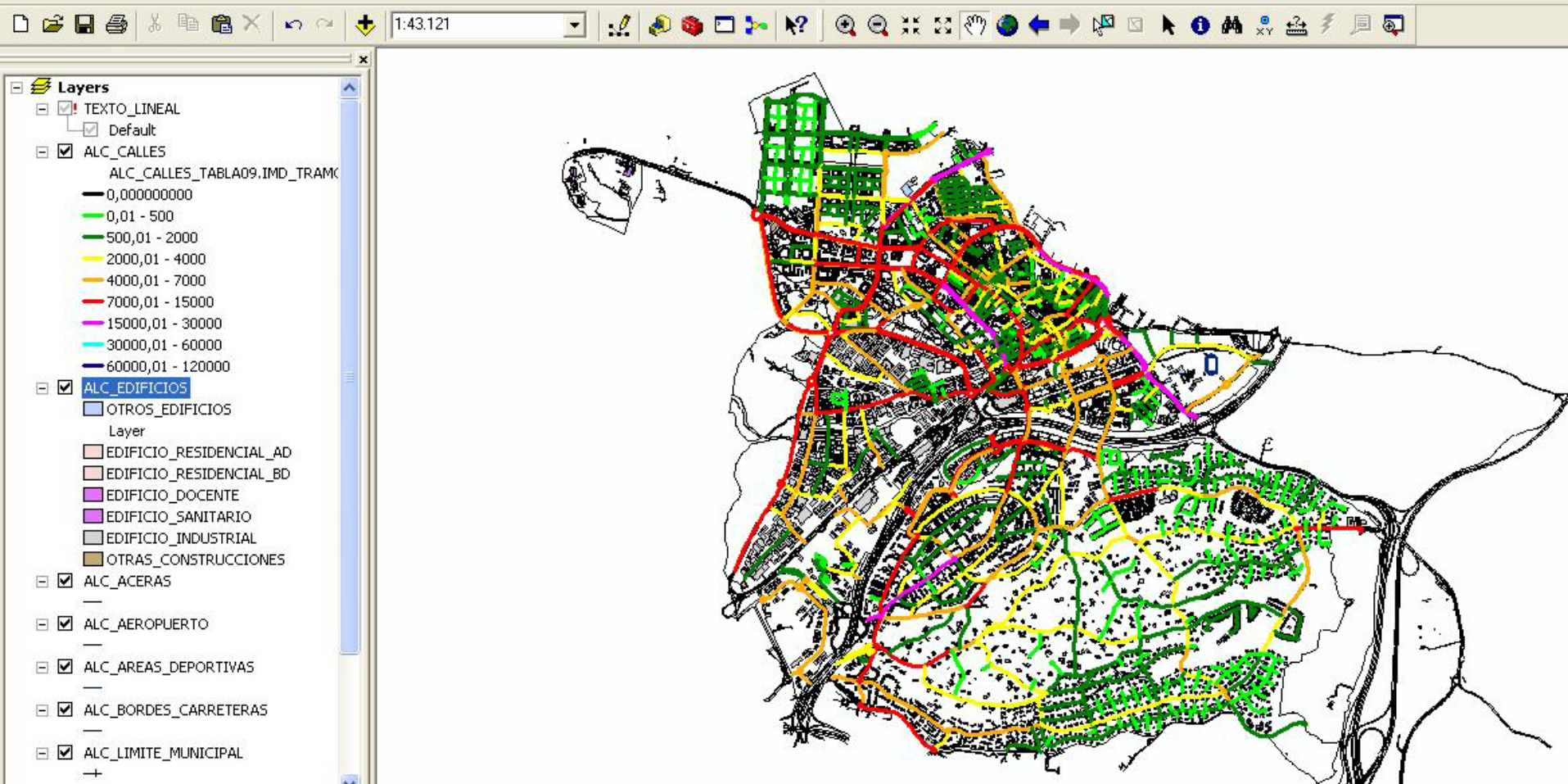
Emisión

¡IMPORTANTE!

- **La caracterización del tráfico urbano debe considerar todas las calles y carreteras.**
- En caso contrario aparecen resultados poco representativos y un incremento de zonas tranquilas que puede no ser real.
- El método francés no es representativo por debajo de 50 Km/h

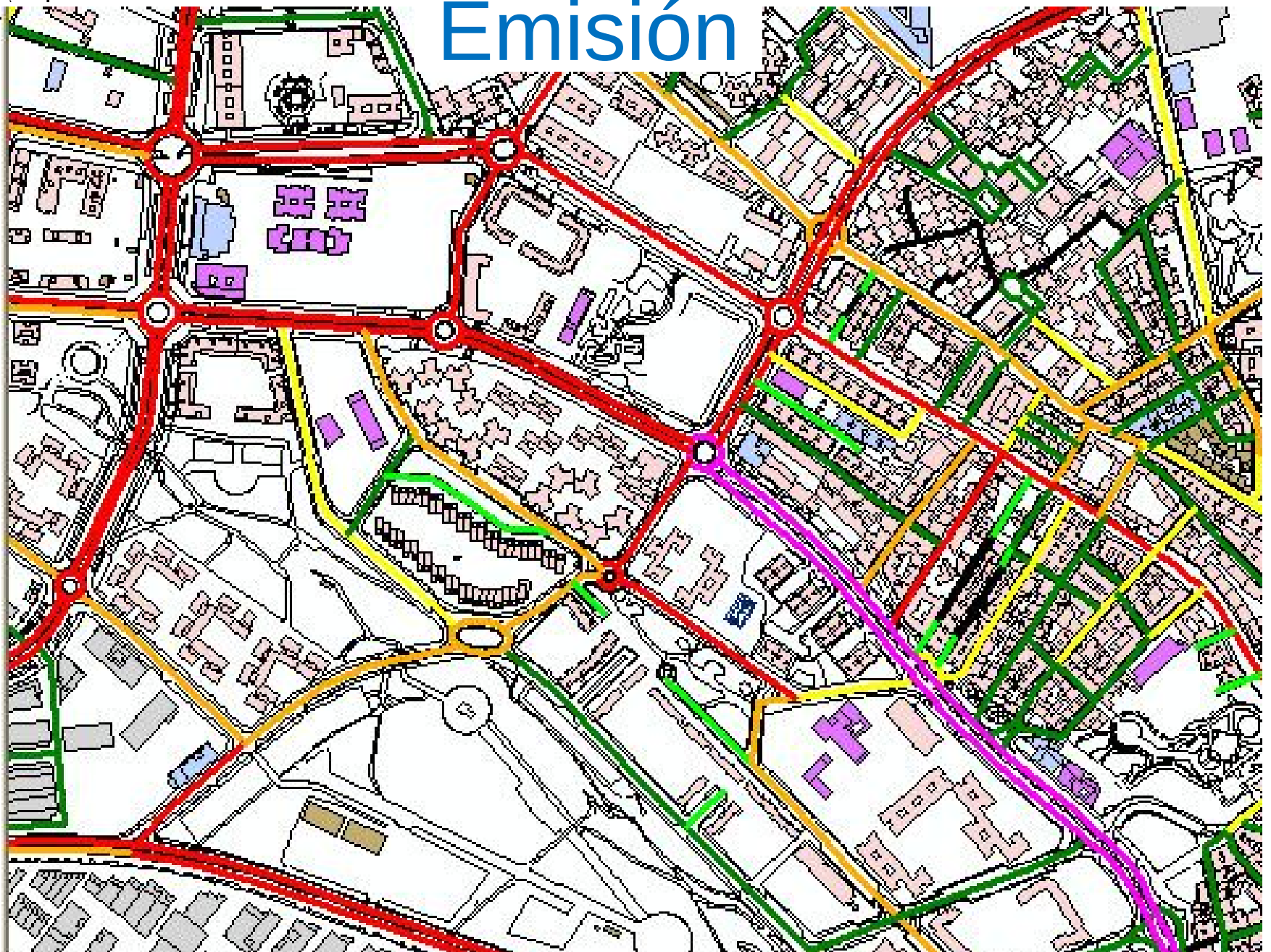
Emisión

File Edit View Bookmarks Insert Selection Tools Window Help



Conveniente definir los datos de entrada sobre soporte SIG

Emisión

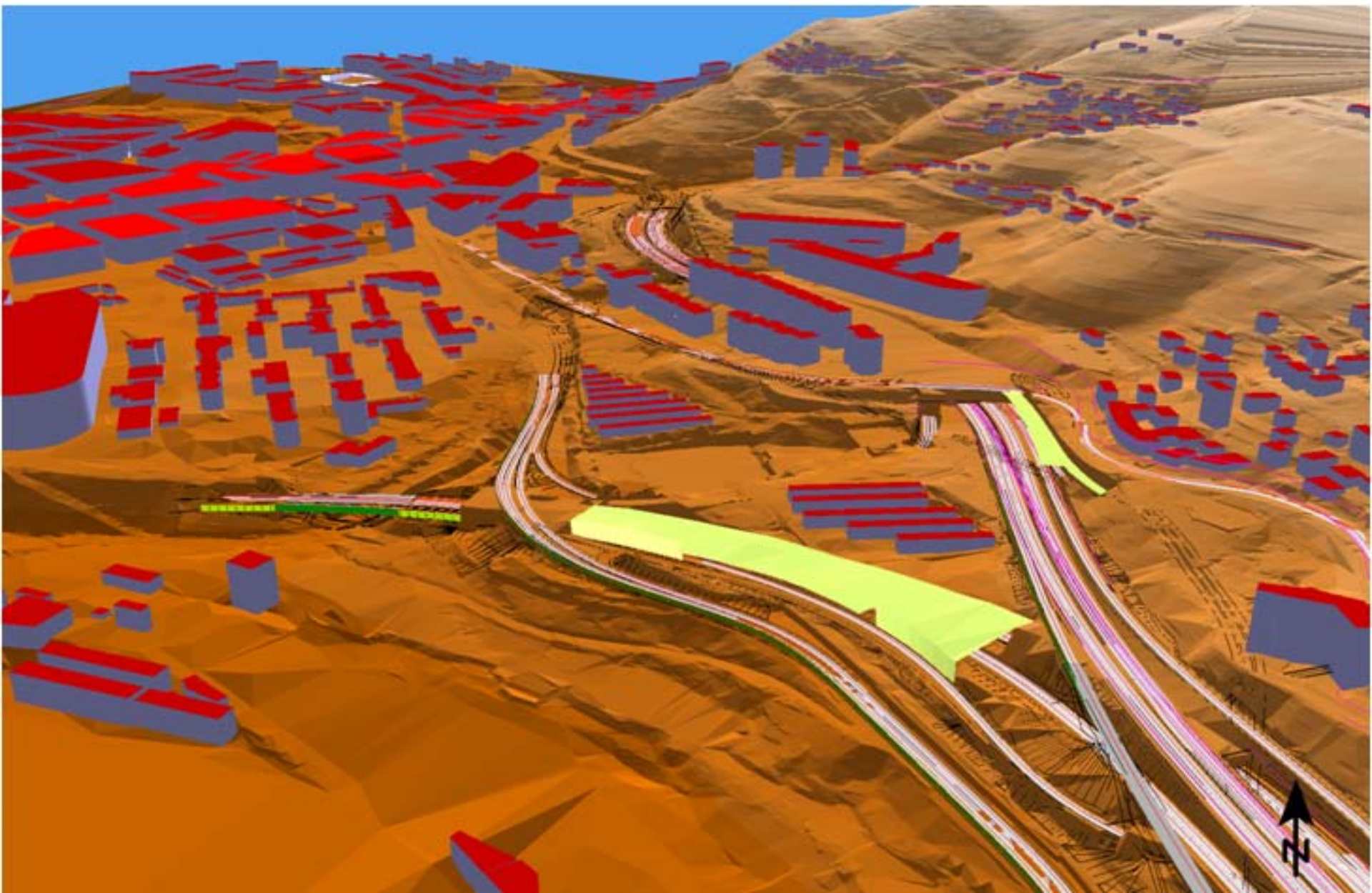


Resultados del Mapa

Dependerán de:

- La precisión en la caracterización de focos (emisión)
- La precisión en la modelización (emisión + propagación)

Mapas de Ruido en los Municipios



Resultados del Mapa

Dependerán de:

- La precisión en la caracterización de focos (emisión)
- La precisión en la modelización (emisión + propagación)

Y de:

- **Las condiciones del cálculo**
 - Tamaño y tipo de malla
 - Número de reflexiones
 - Profundidad de reflexión



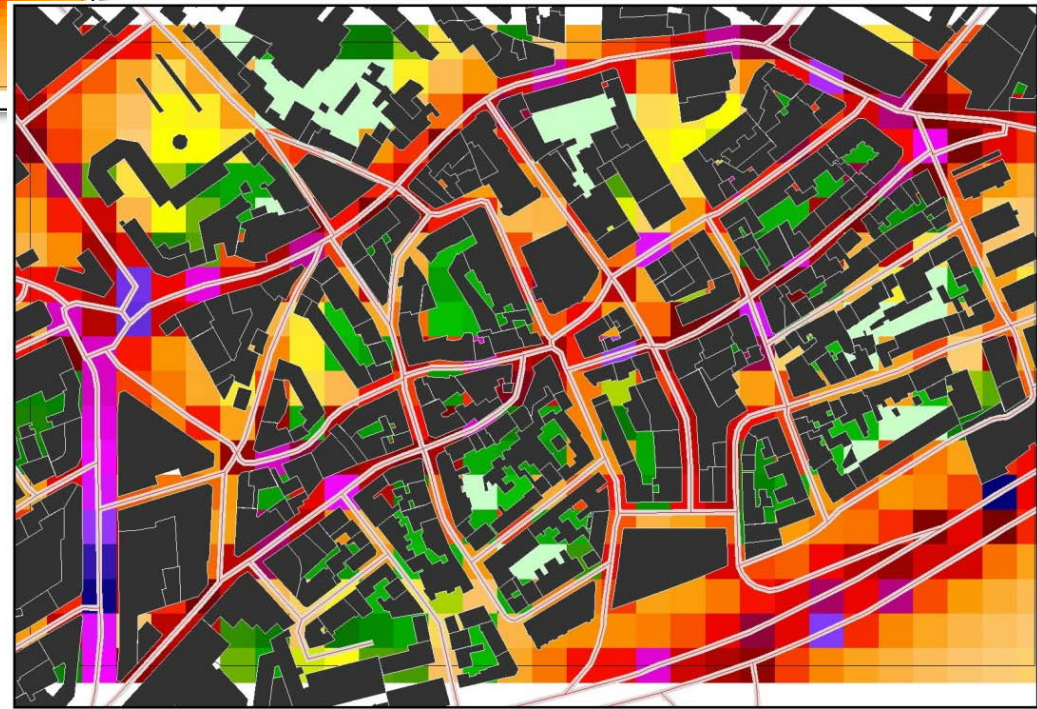
Tamaño de malla de cálculo

Mayor precisión requiere:

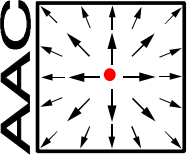
- Mejores modelos
- Mejor modelización
- Mejores medios técnicos
- Más tiempo de cálculo



Rejilla 5 m



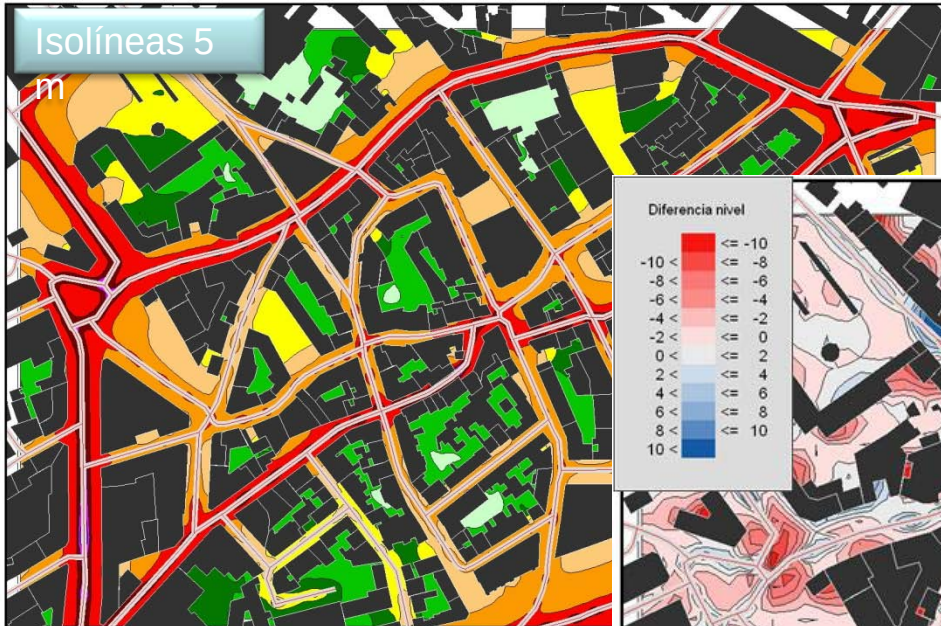
Rejilla 20 m



Mapas de Ruido en los Municipios

Isolíneas 5

m

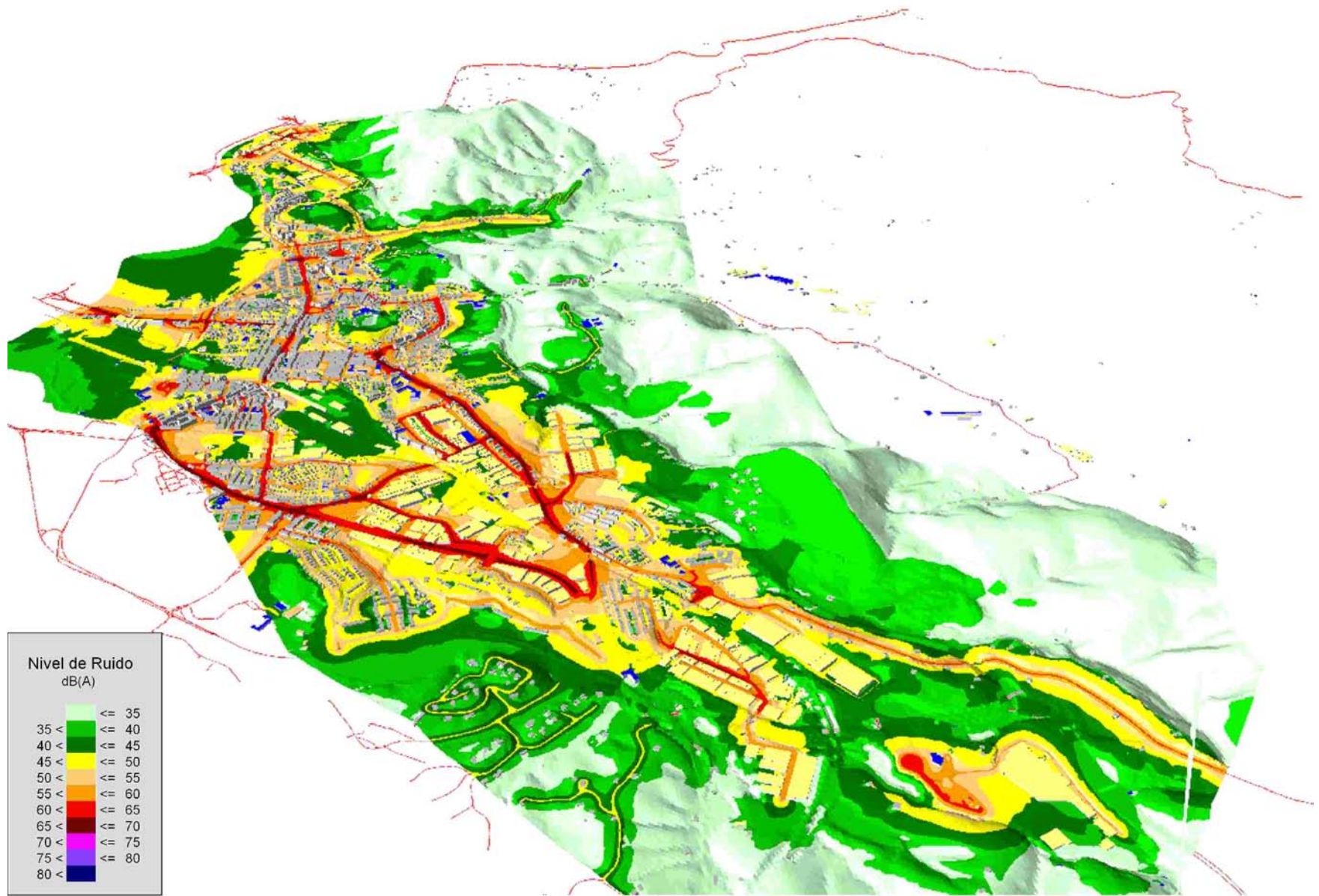


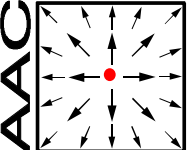
Isolíneas 20

m



Mapas de Ruido en los Municipios **Resultados: Mapa Trafico viario calles L_n**

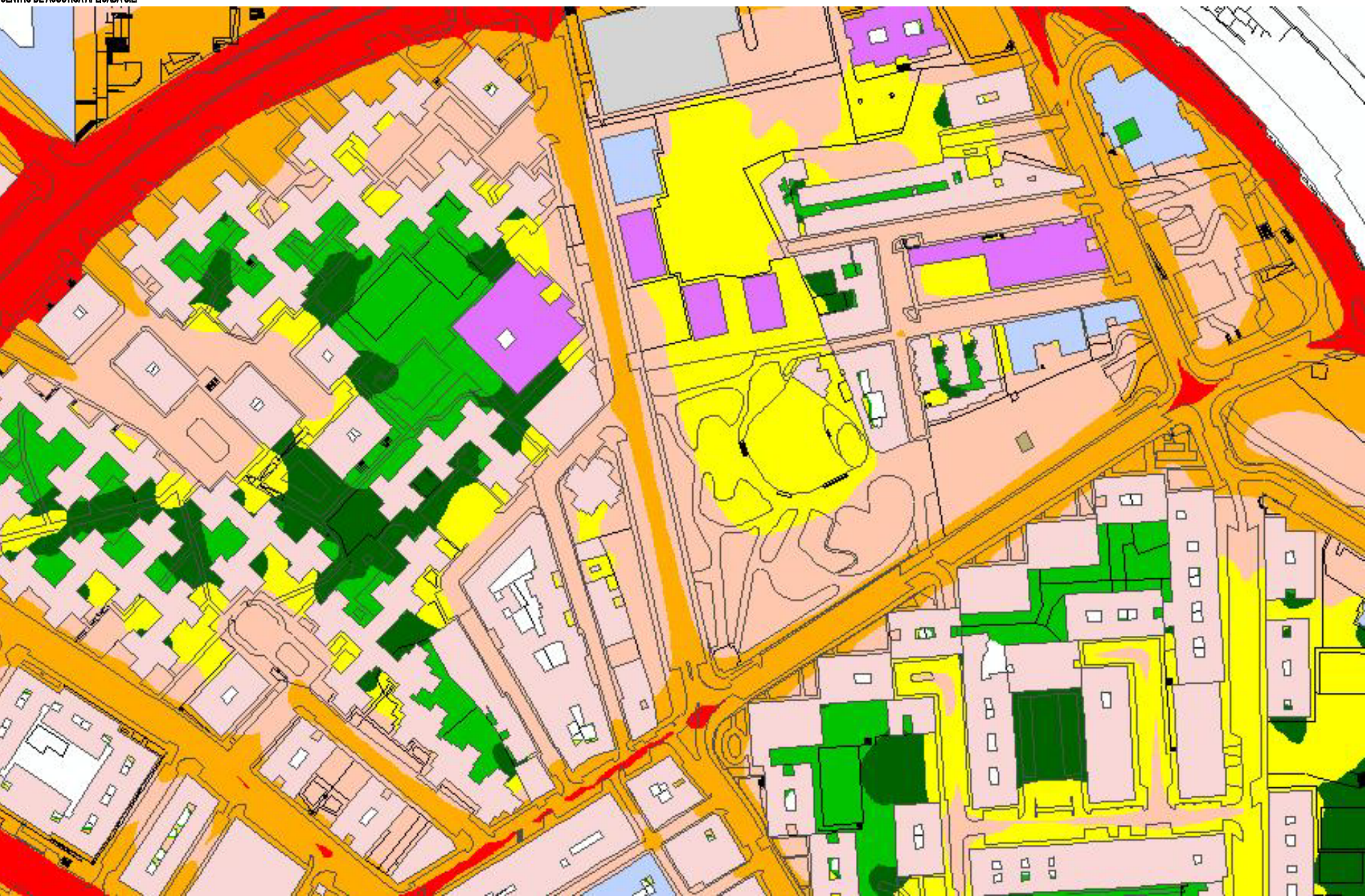




CENTRO DE ACÚSTICA APLICADA S.L.

Mapas de Ruido en los Municipios

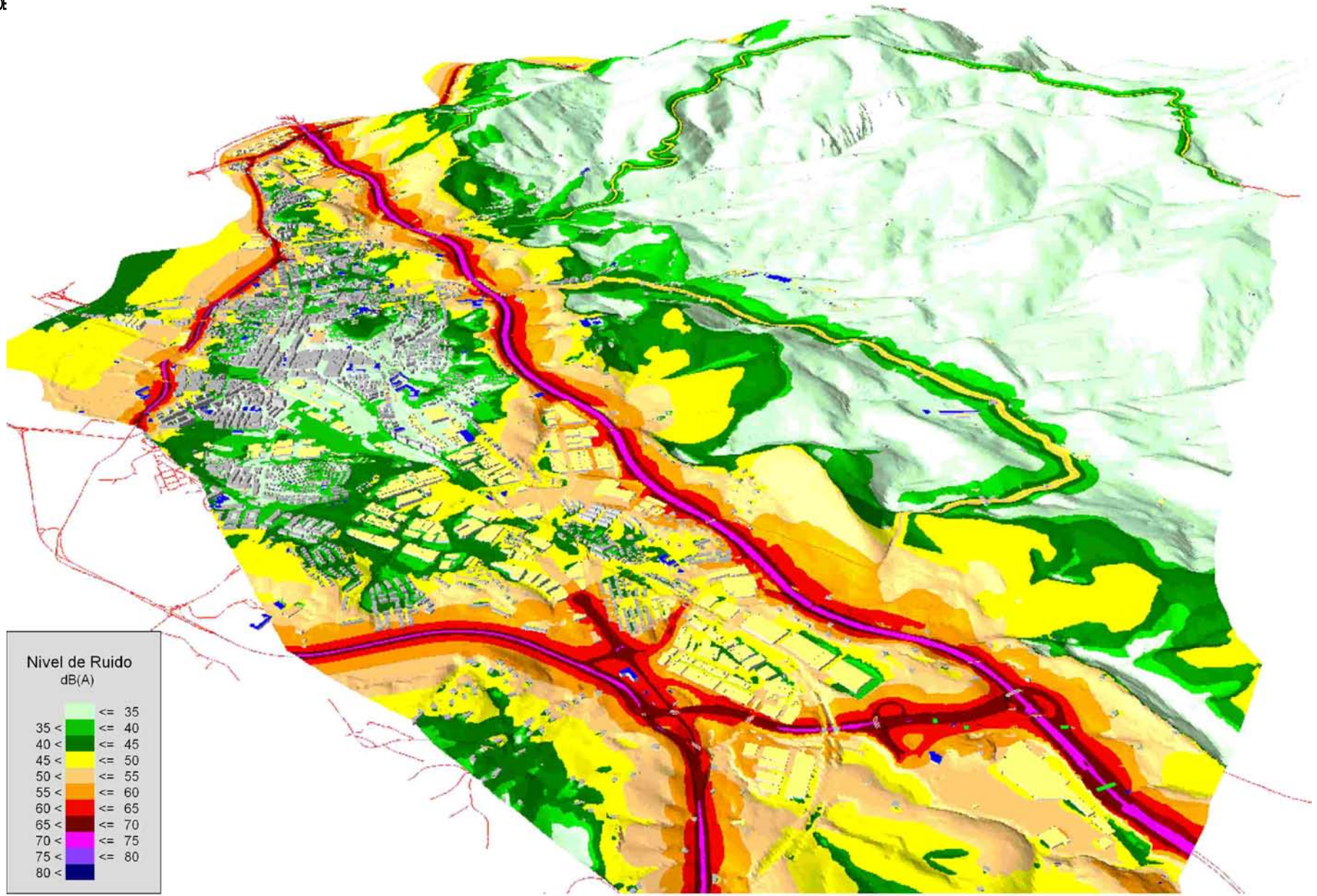
Resultados: Mapa Trafico viario calles L_n





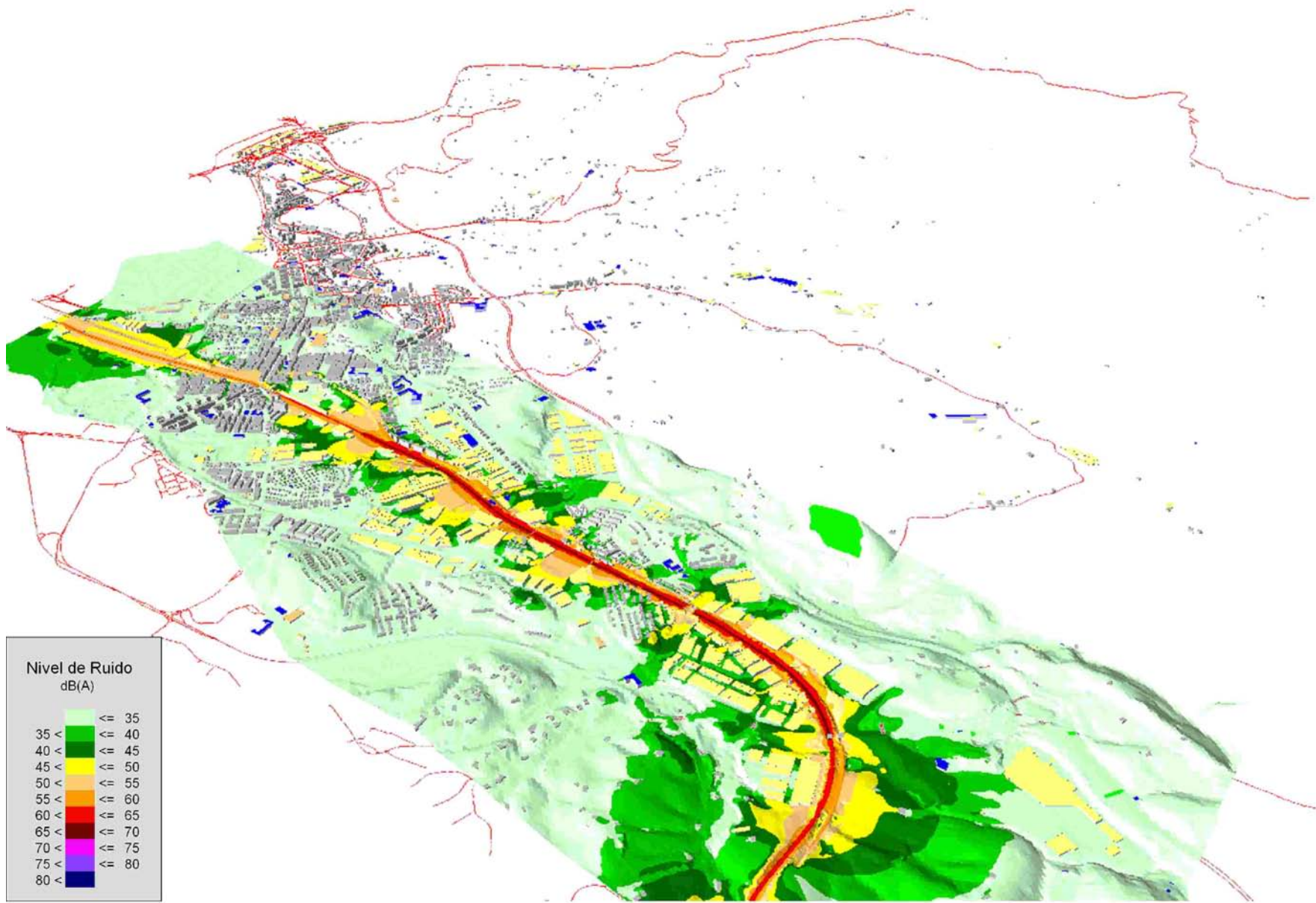
Mapas de Ruido en los Municipios

Resultados: Mapa Trafico viario carreteras L_n



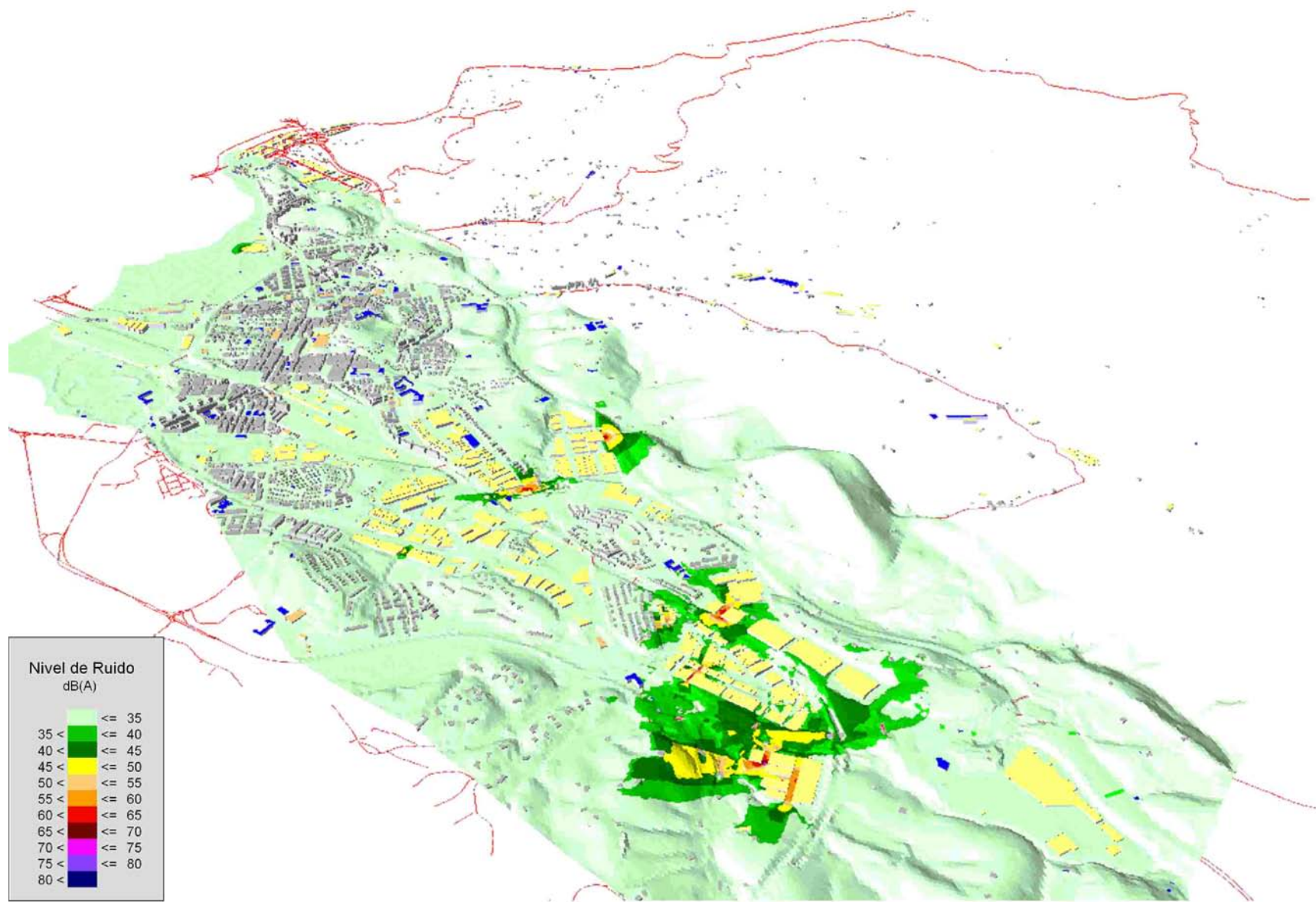
Mapas de Ruido en los Municipios

Resultados: Mapa Trafico ferroviario L_n



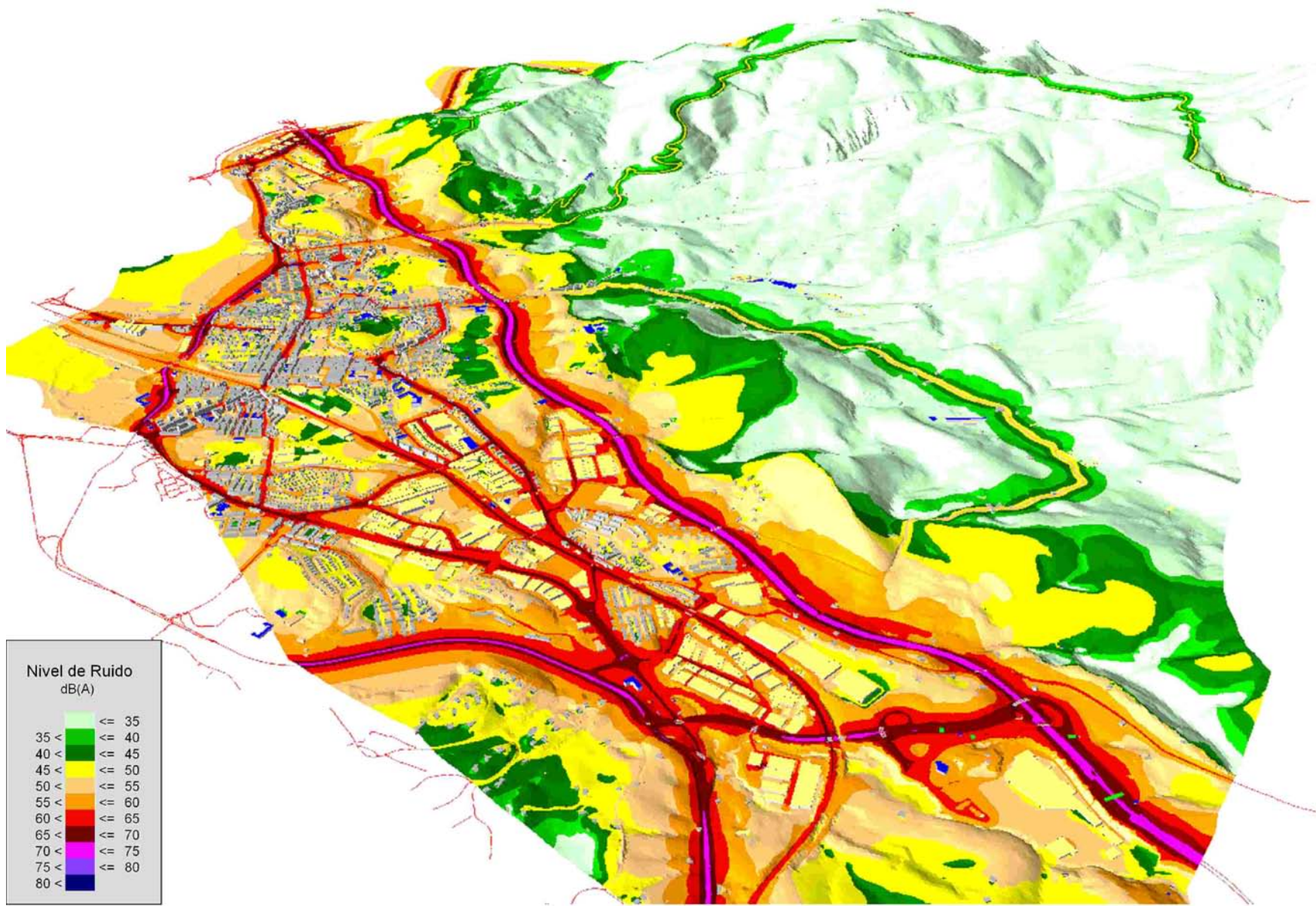
Mapas de Ruido en los Municipios

Resultados: Mapa Industria L_n



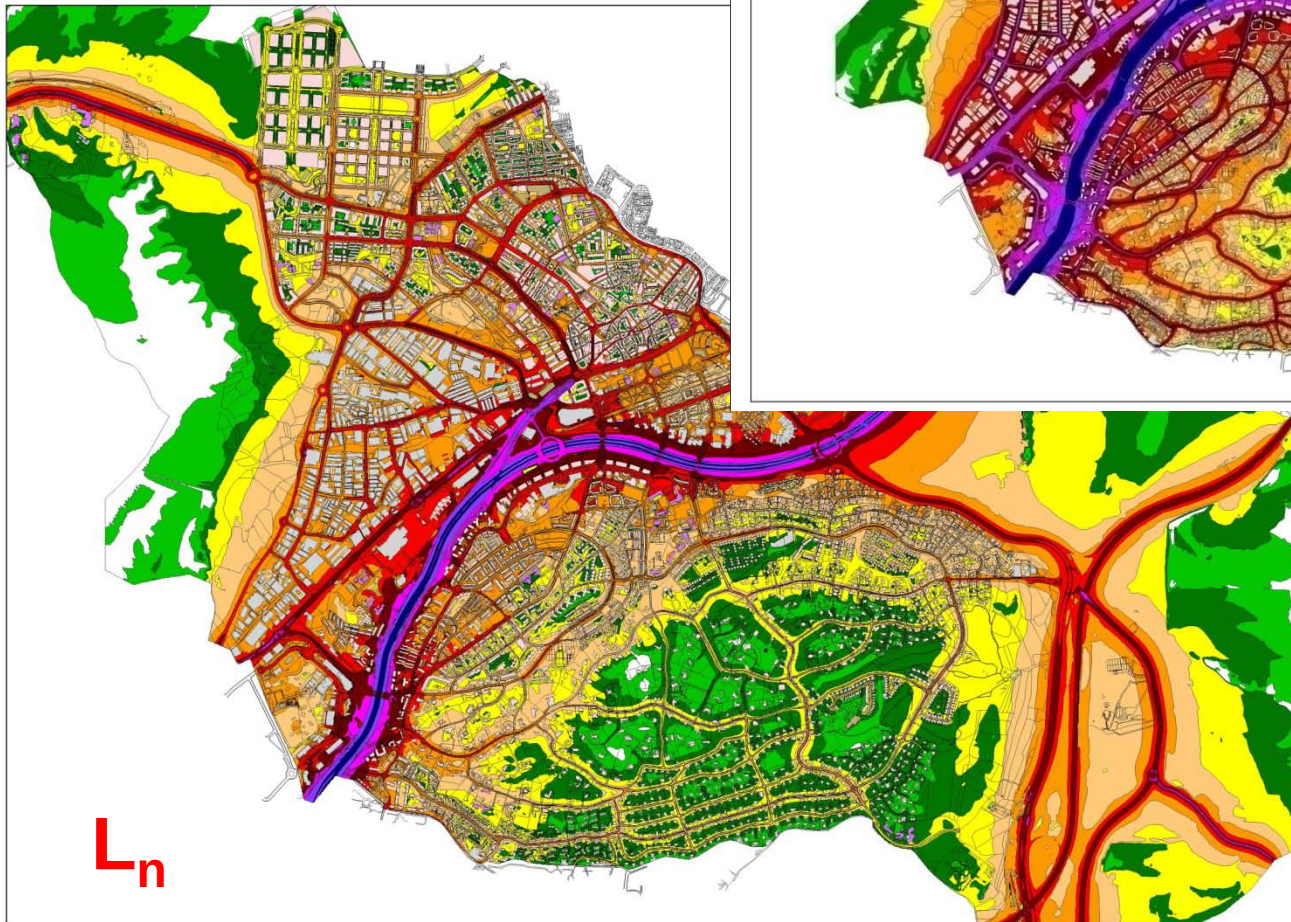
Mapas de Ruido en los Municipios

Resultados: Mapa Total L_n

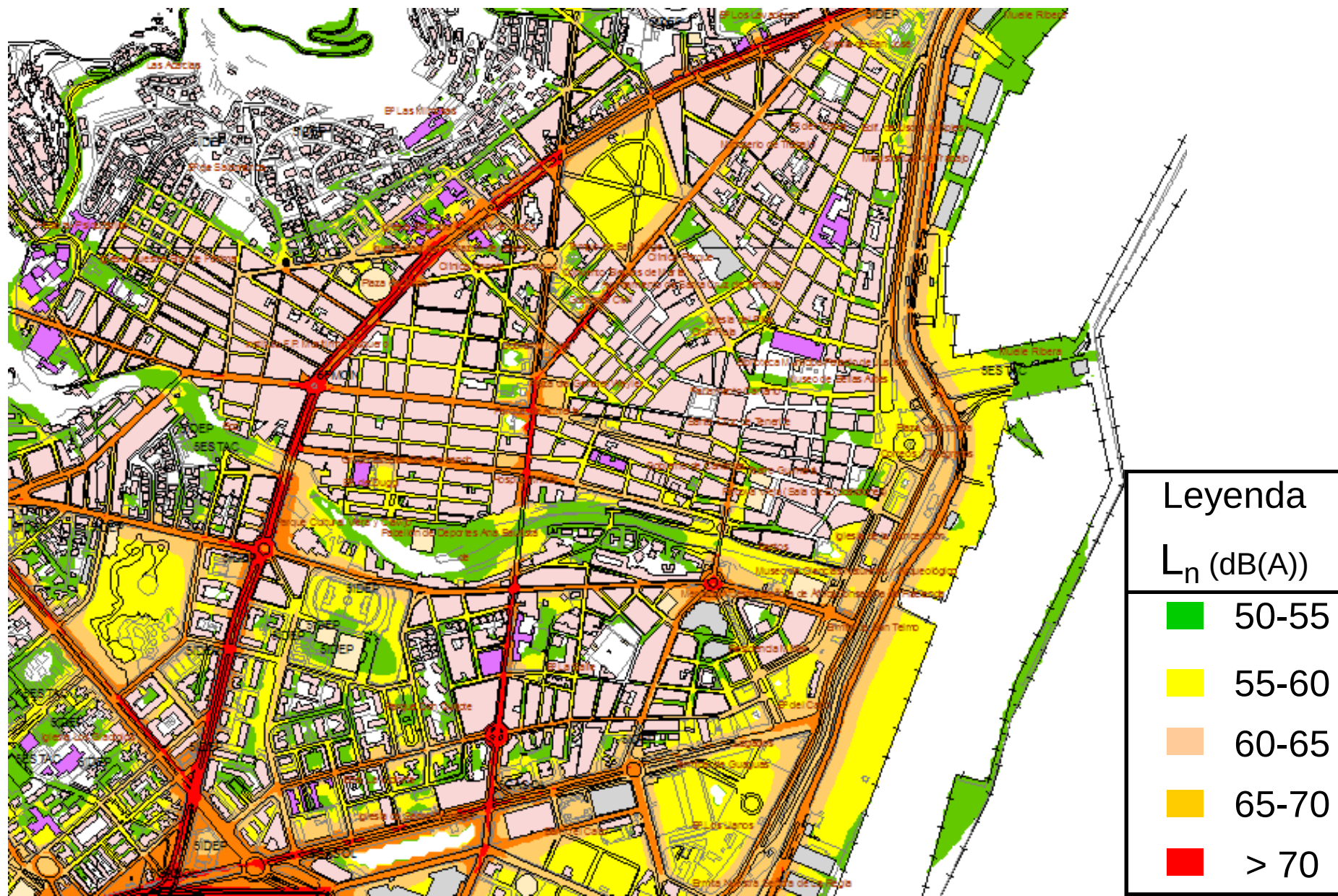


Resultados: Mapa Total por índices:

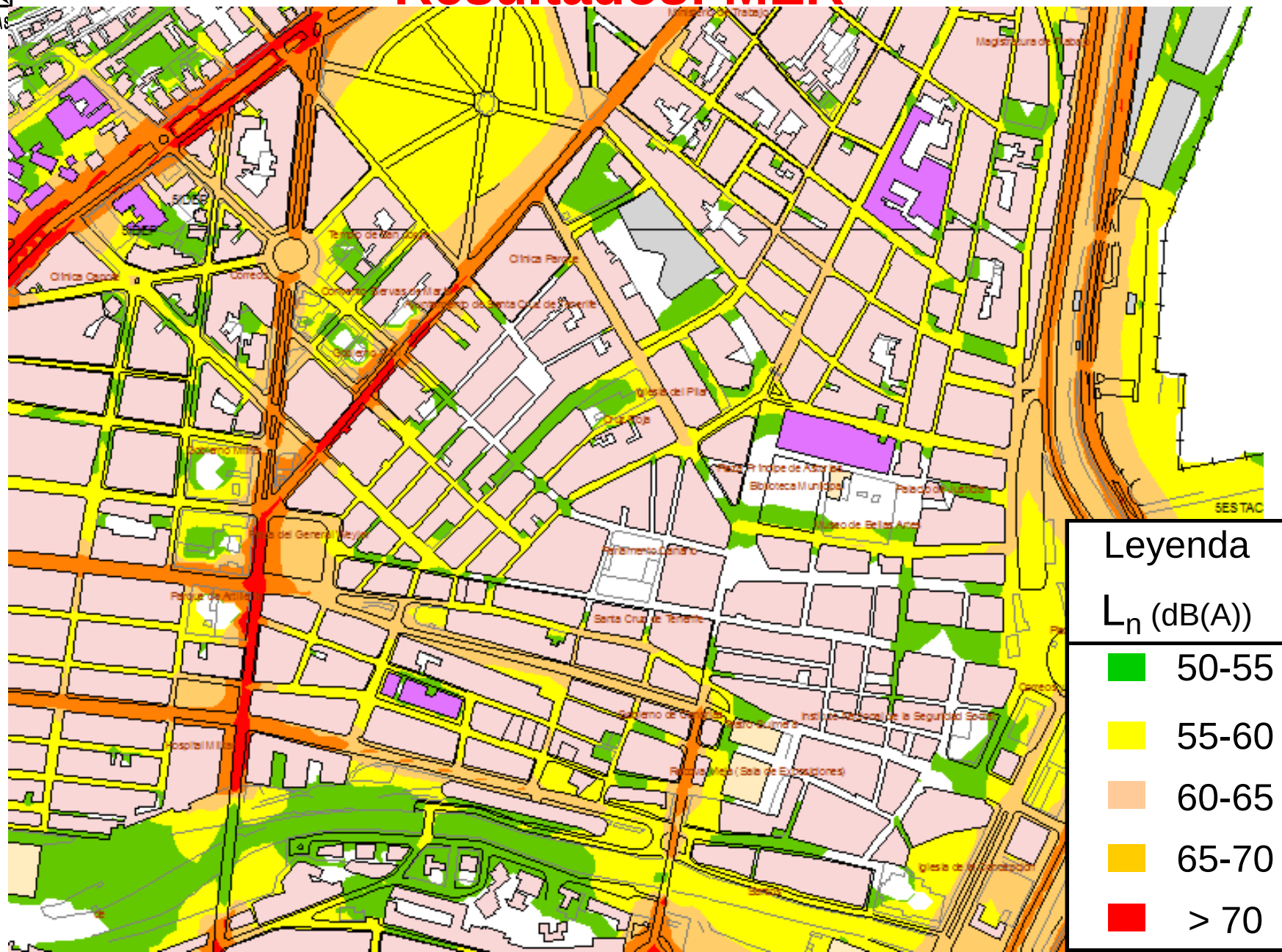
L_{den} , L_d , L_e , L_n



Resultados: MER

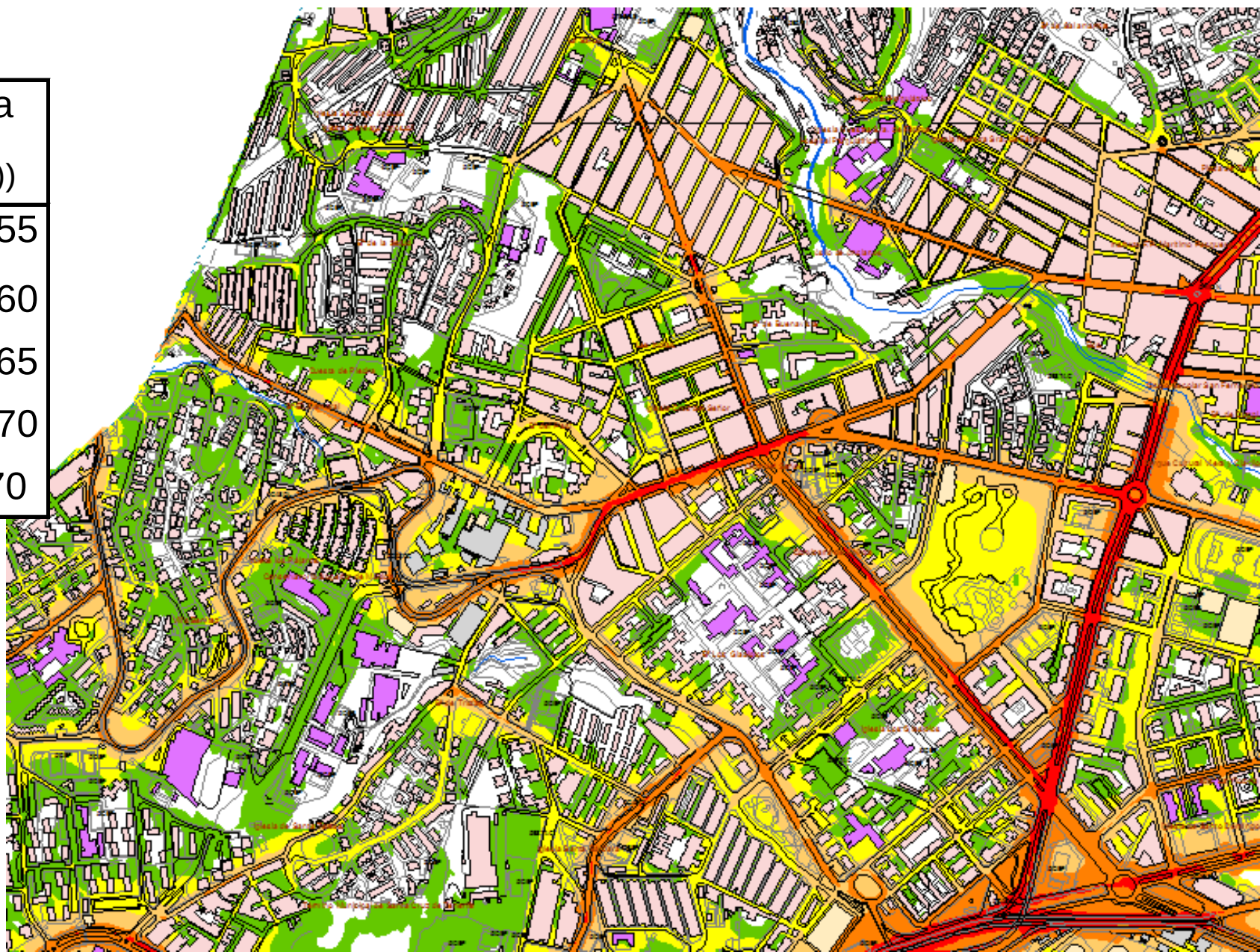


Resultados: MER



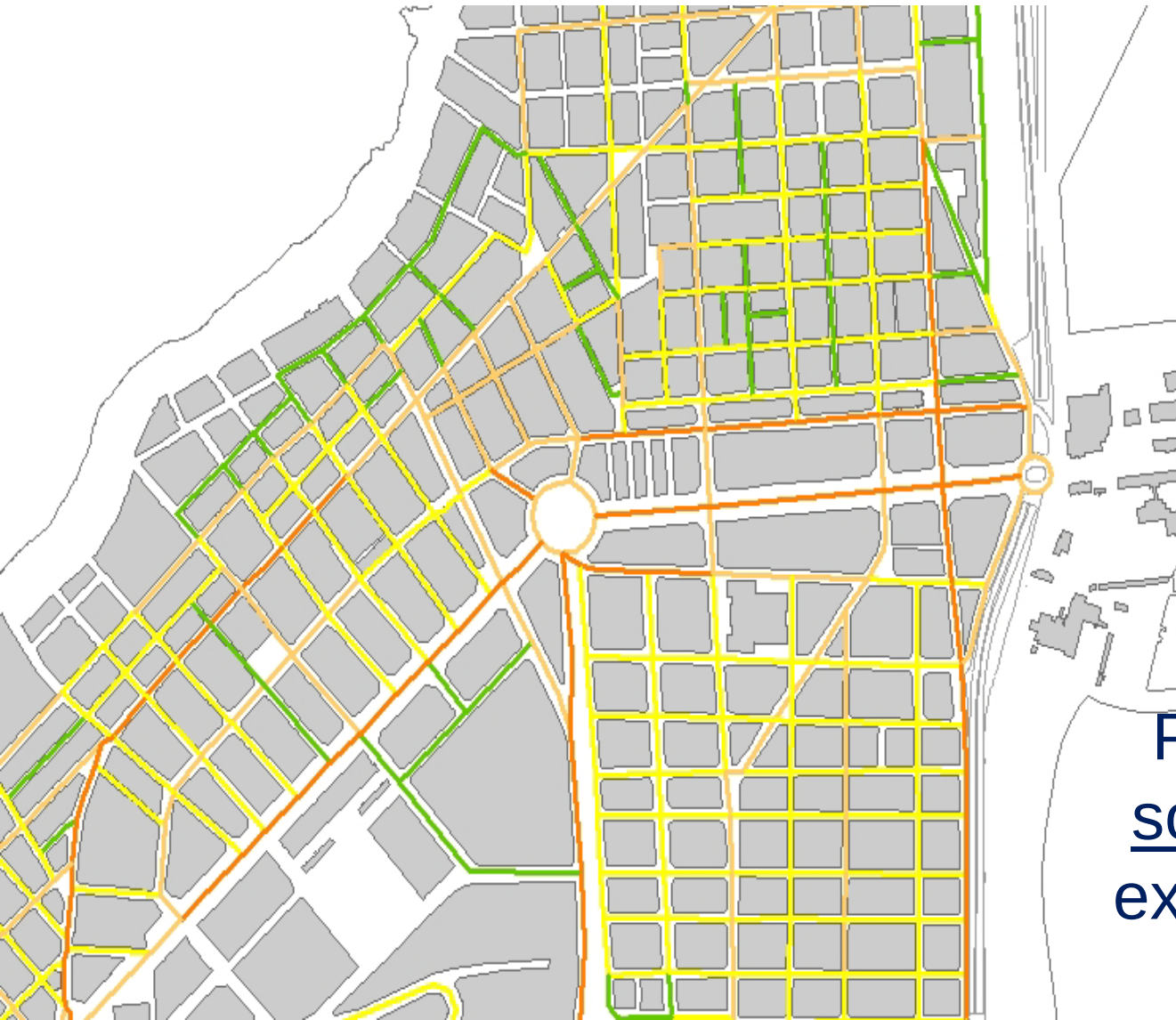
Resultados: MER

Leyenda	
L_n (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	65-70
	> 70



Resultados: MER

También caben resultados más sencillos



Pero en general
sobrevalorarán la
exposición al ruido

Resultados: MER

- Pero los MER requieren además información sobre la exposición al ruido de la población por índice de ruido: por foco y para el ruido ambiental total

Nº Personas (centenas)								
Foco	Índice	50-55	55-60	60-65	65-70	> 70	70-75	>75
Calles	L_{den}	-	462	539	225	-	138	37
	L_n	556	288	149	70	1	-	-
Carreteras	L_{den}	-	168	103	54	-	22	7
	L_n	120	64	26	8	1	-	-
Industria y Puerto	L_{den}	-	2	1	0	-	0	0
	L_n	1	1	0	0	0	-	-
TOTAL	L_{den}	-	513	628	293	-	181	47
	L_n	634	366	195	89	1	-	-

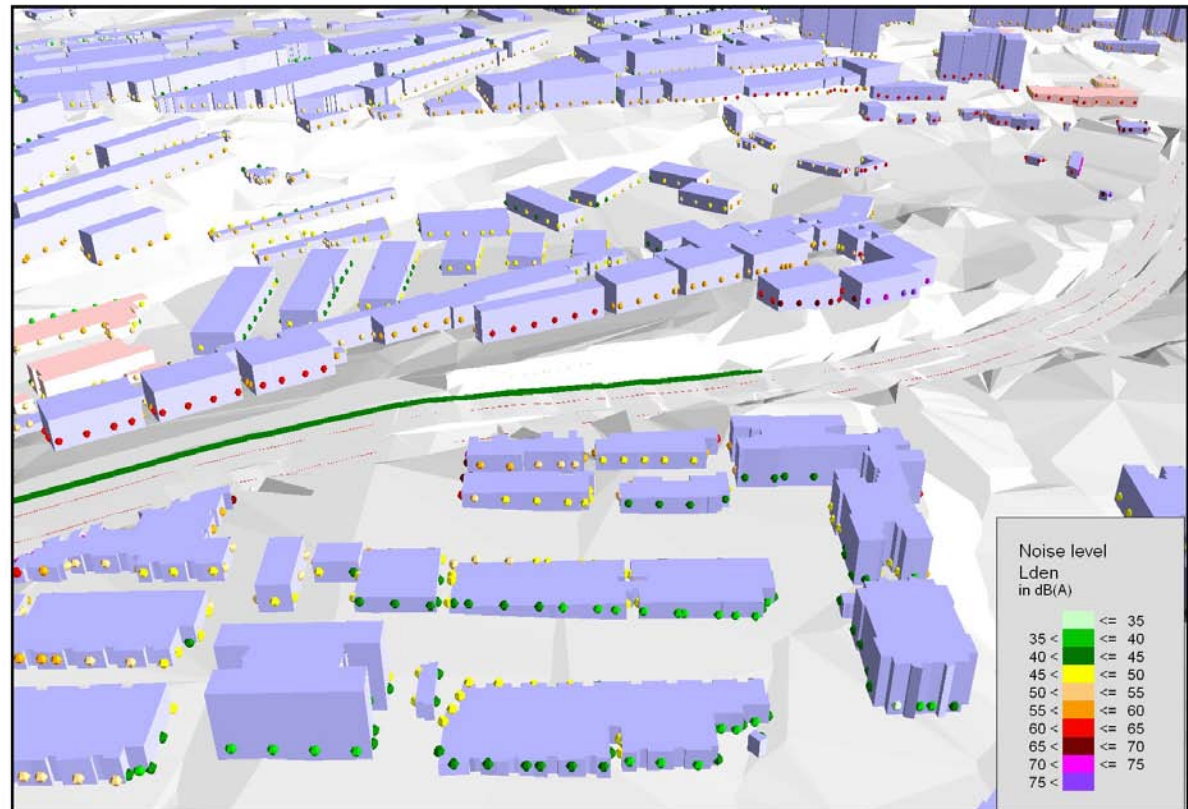
¿Cómo se obtienen estos resultados?

Resultados MER: Población expuesta

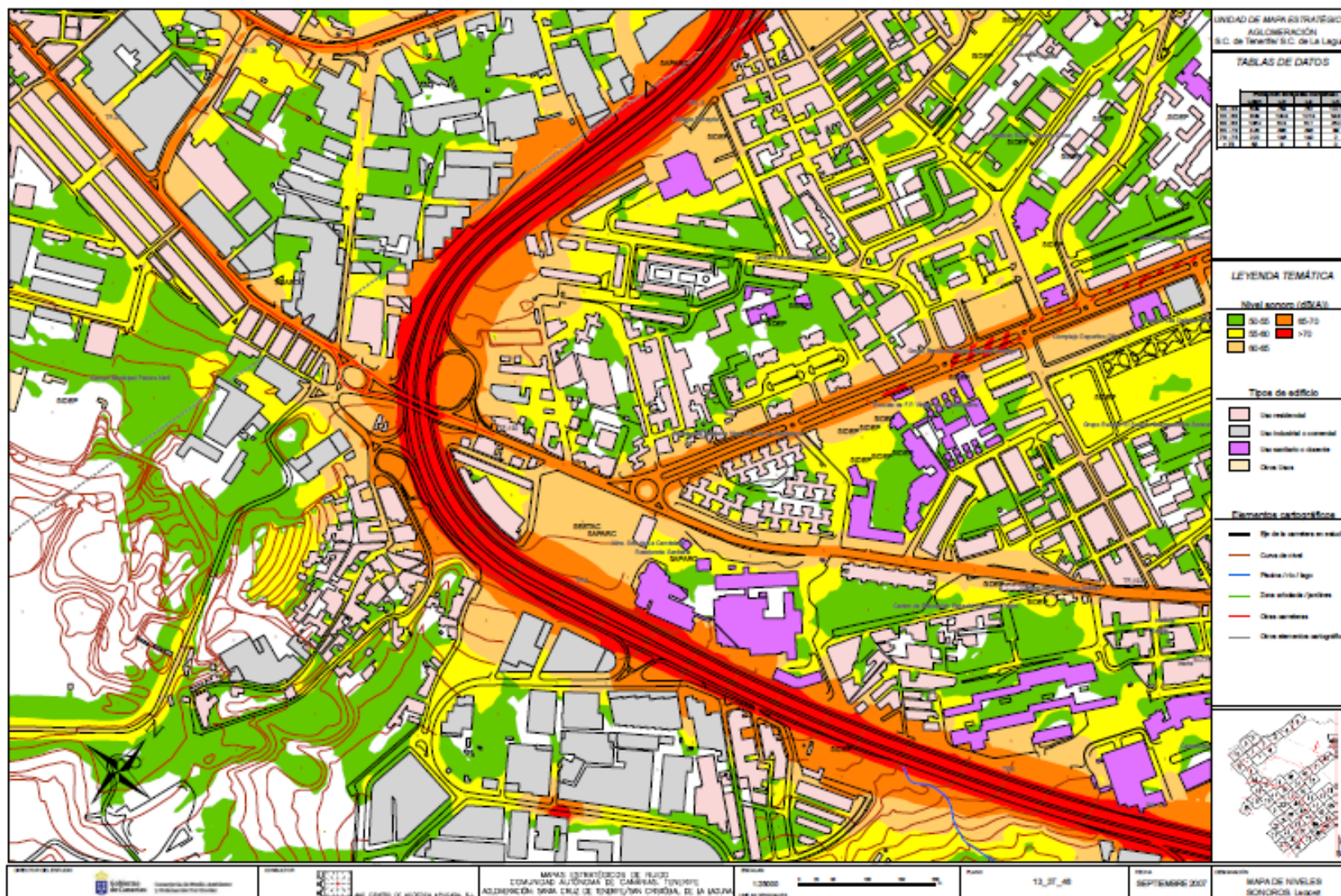
- A 4 m. de altura sobre el terreno
- Para niveles de sonido incidente en fachada
- Relacionando población con niveles en fachada

Método:

Cálculo de los niveles de ruido en fachada



**Presentar resultados MER
en los formatos seleccionados**



MER y GESTIÓN del ruido municipal NO es lo mismo.

Pero...

- El MER debe ser el comienzo de la gestión del ruido en el municipio.
- Puede requerir análisis adicionales, pero NO comenzar de nuevo.
- El MER debe cumplir la legislación, pero plantearse para la Gestión: Plan de Acción
- El diseño del MER desde su base tiene que responder a este objetivo.

Valor Adicional (REAL) del MER

El MER debe permitir:

- Obtener evaluaciones reales de la exposición al ruido, (por ej.: 4 m. no es una altura representativa)

Serán la referencia principal para el plan de acción.

- Desarrollar la legislación post-MER, por ejemplo:
 - Definir el Plan de Acción
 - Determinar ZPAE
 - Determinar zonas tranquilas
 - Seleccionar prioridades de actuación
 - Determinar objetivos para las acciones que se adopten

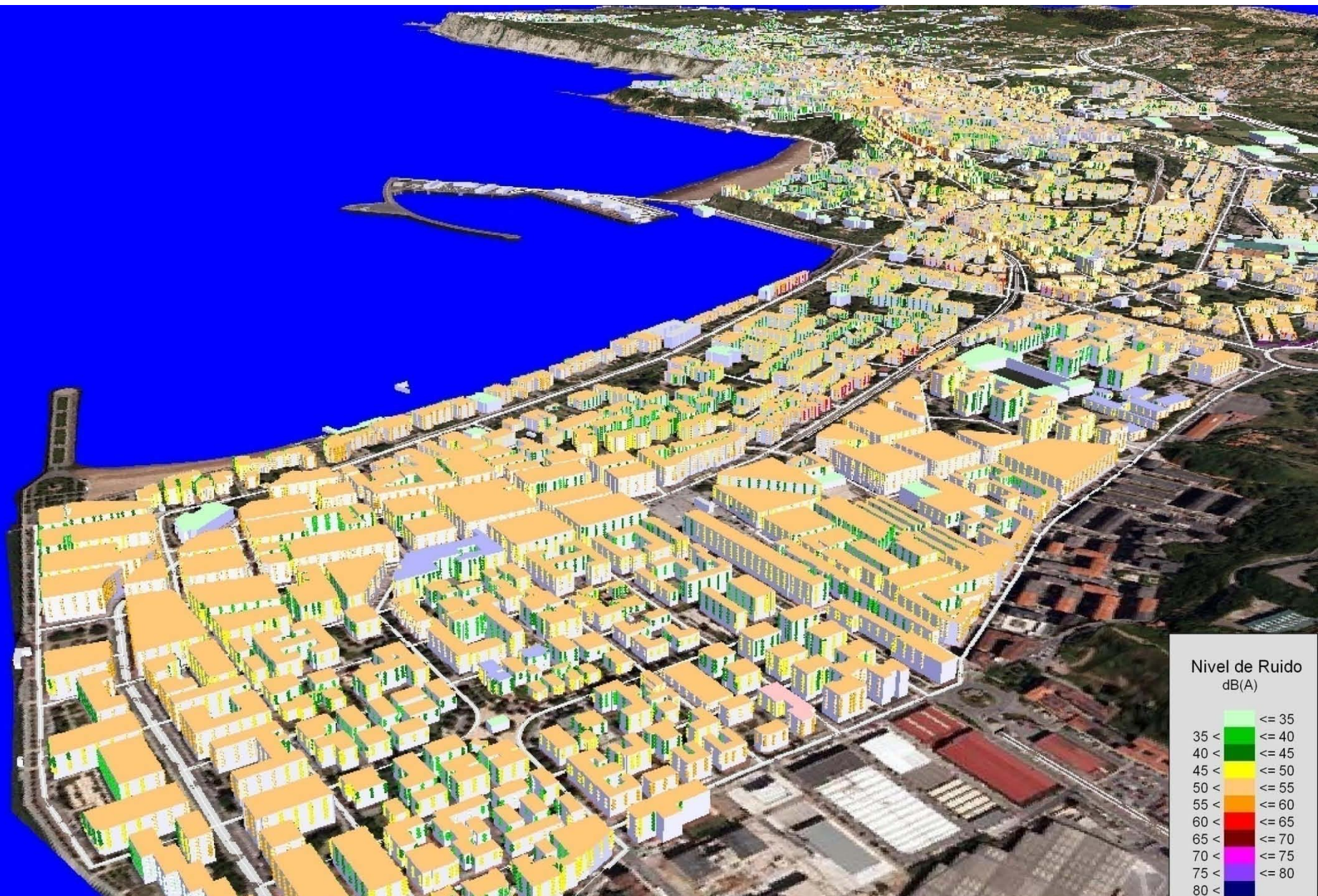
Gestión de Ciudad

El MER es sólo el comienzo

- El coste está en las acciones, no en realizar el MER inicial.
- Pero el MER + los análisis complementarios son la referencia para la toma de decisiones.
- Conocer su representatividad y limitaciones es clave para plantear el proceso que sigue al MER y para que éste sea útil.
- Es la clave para la eficacia del plan de acción y para lograr una alta eficiencia de los recursos que se destinan al mismo.

Mapas de Ruido en los Municipios

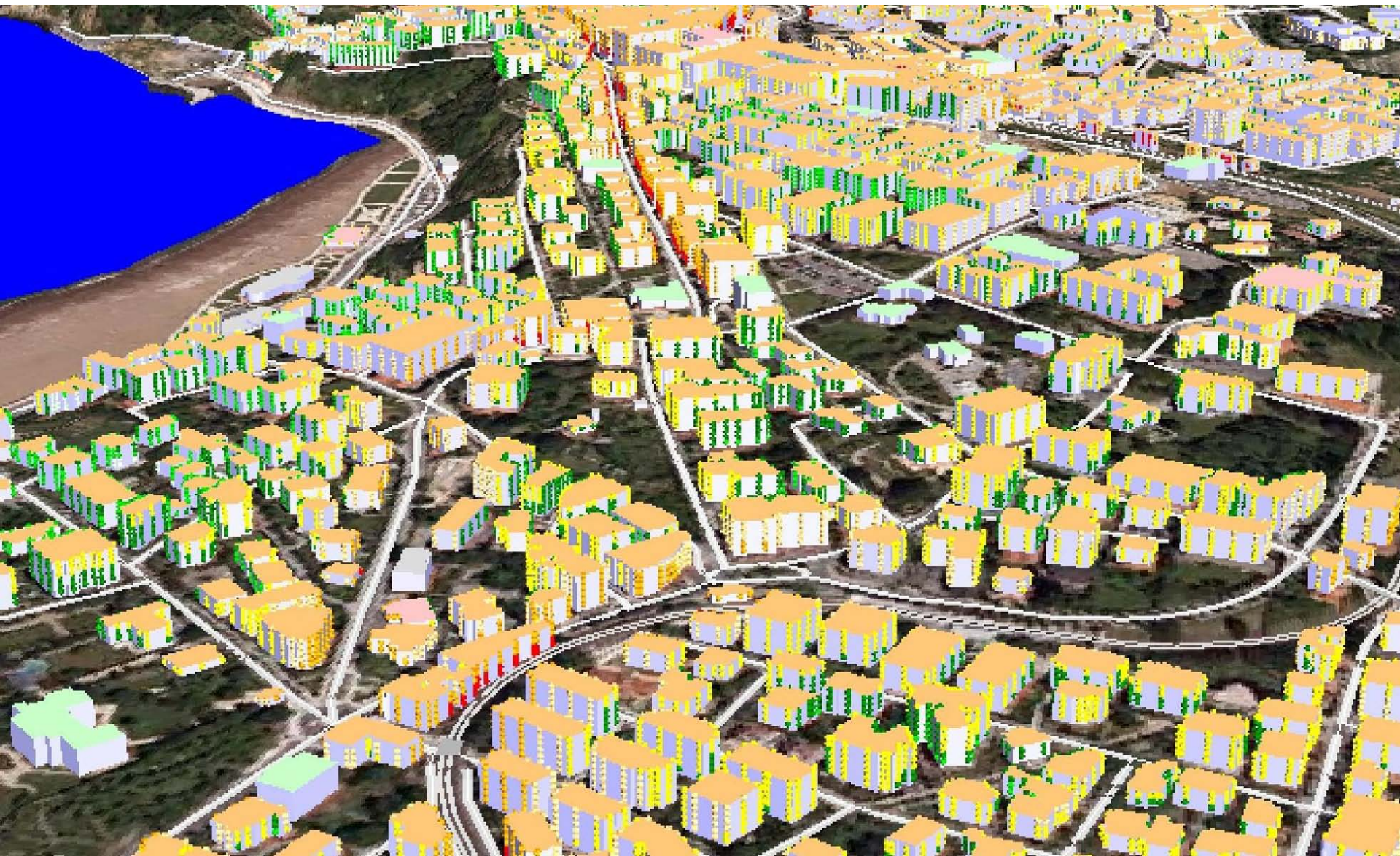
Evaluación Real de la exposición



Nivel de Ruido
dB(A)

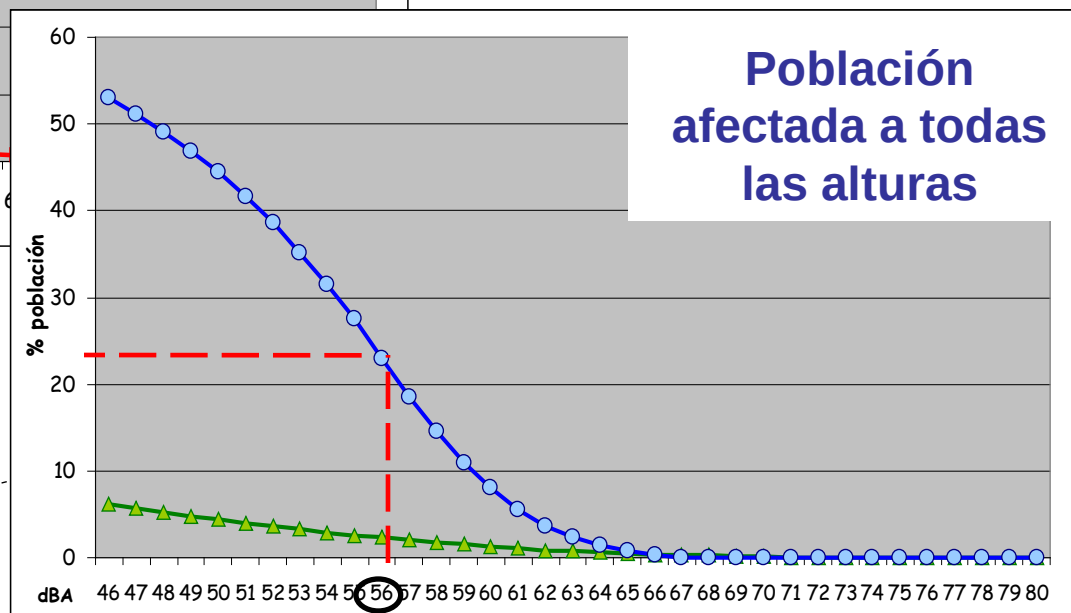
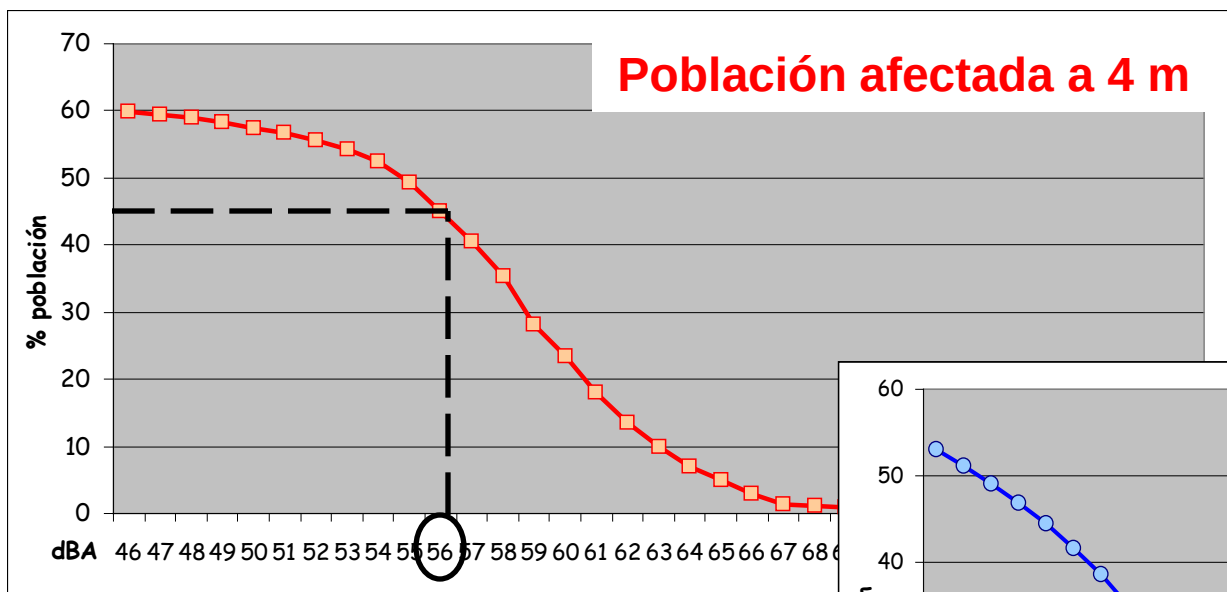
<= 35	35 <
<= 40	40 <
<= 45	45 <
<= 50	50 <
<= 55	55 <
<= 60	60 <
<= 65	65 <
<= 70	70 <
<= 75	75 <
<= 80	80 <

Evaluación Real de la exposición



Mapas de Ruido en los Municipios

Evaluación real de la exposición



Efecto de la evaluación en altura en el resultado de un municipio

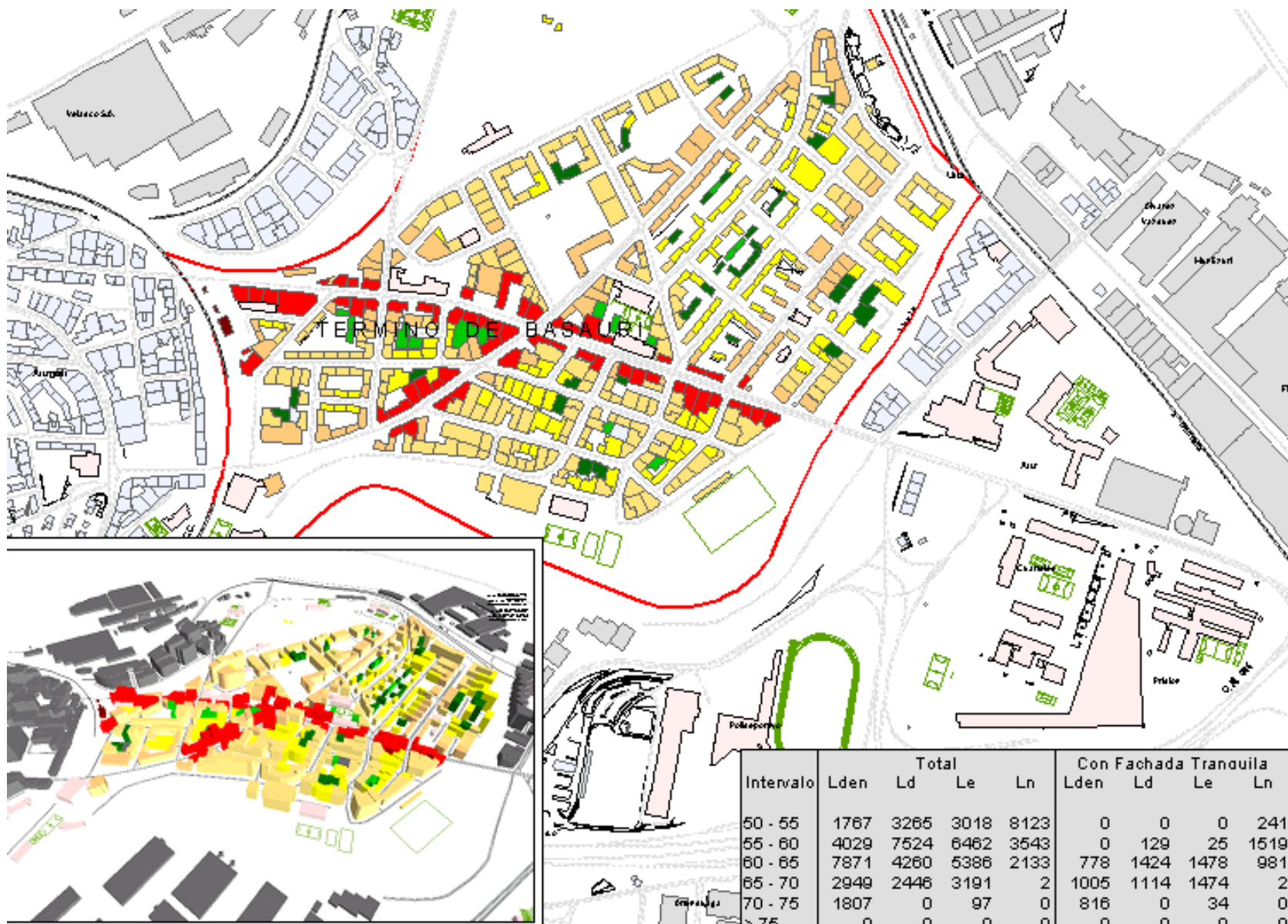
Del MER al Plan de Acción

Documentación complementaria para el plan de acción:

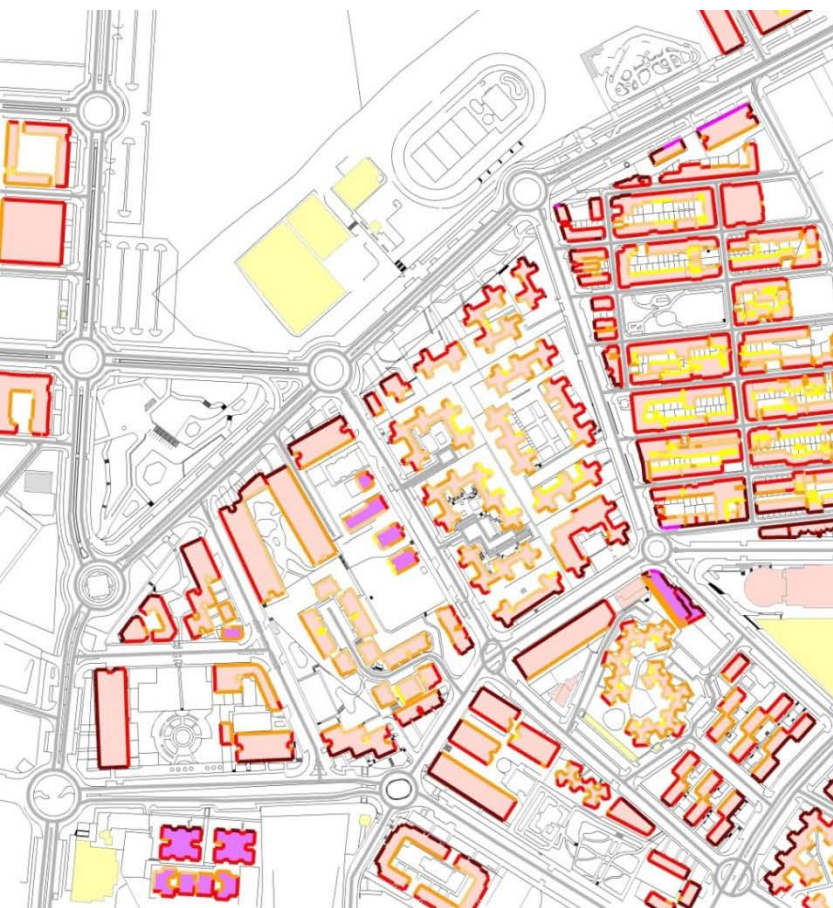
- Zonificación acústica
- Mapa de conflicto
- ZPAE
- Zonas tranquilas
- Etc.

Amplia documentación para el análisis de resultados

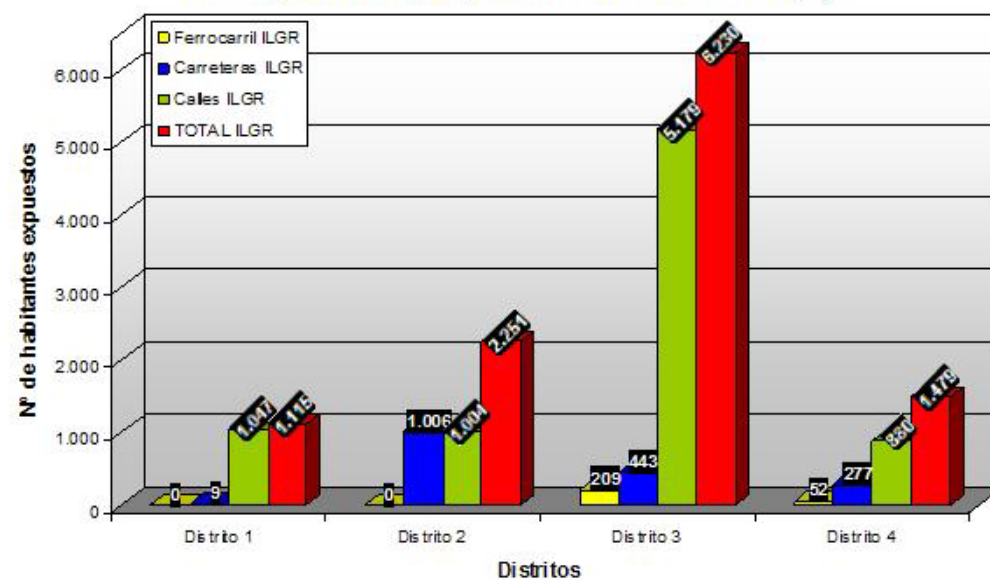
Análisis de los niveles en fachada



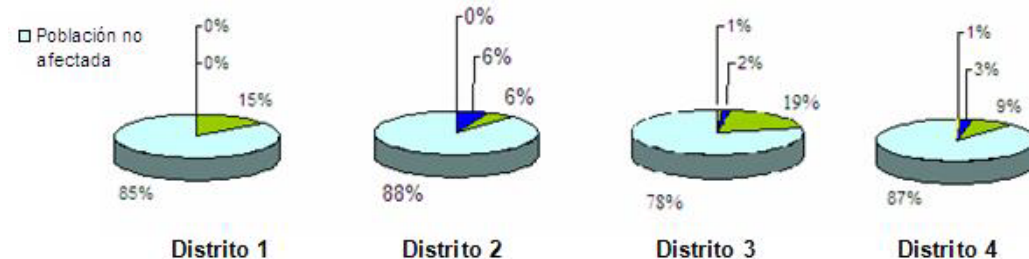
Análisis de los niveles en fachada

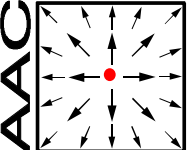


Análisis por Distritos de población afectada $L_n > 55$ dB(A)



% Población afectada dentro del distrito

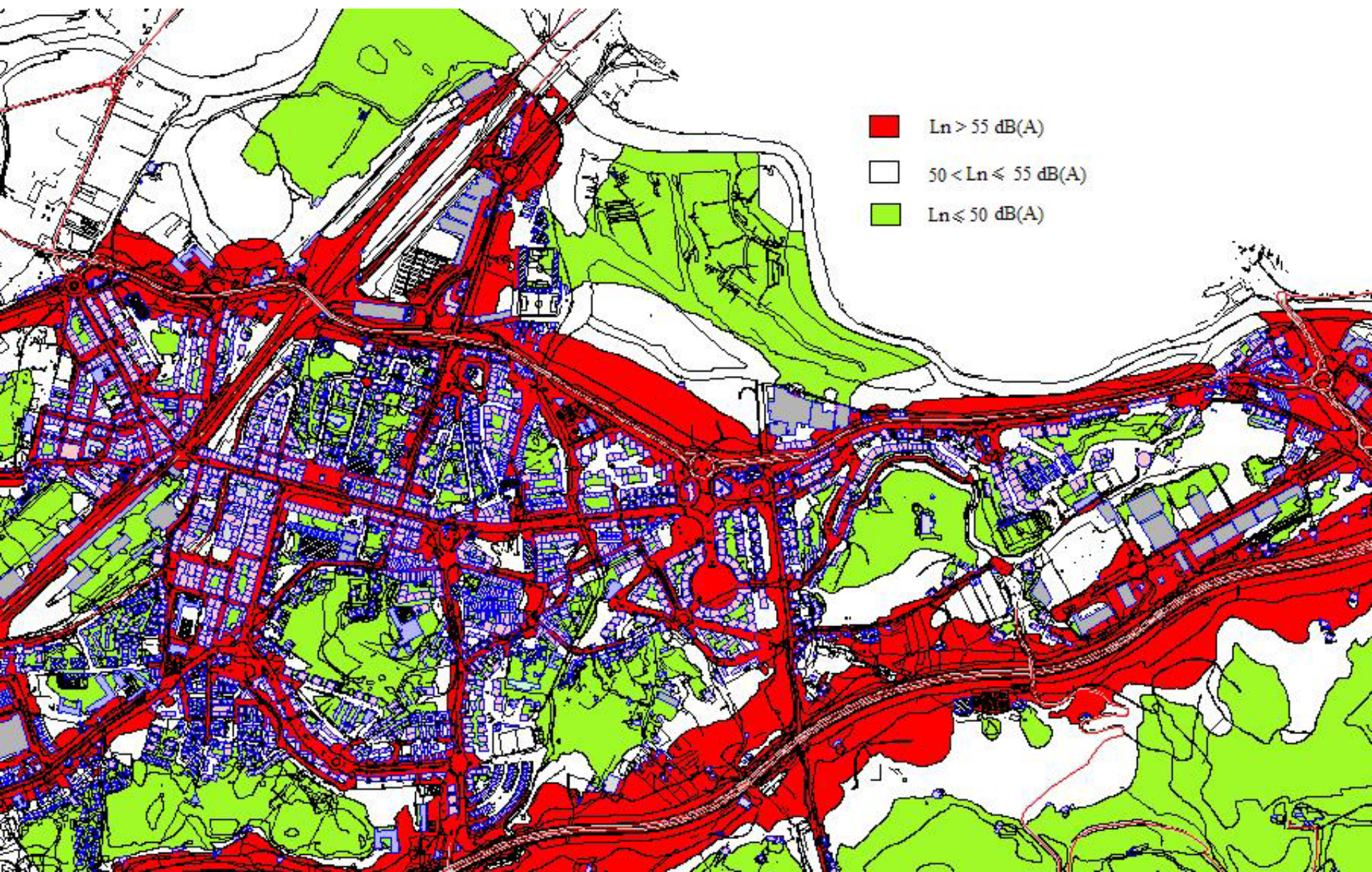




CENTRO DE ACÚSTICA APLICADA S.L.

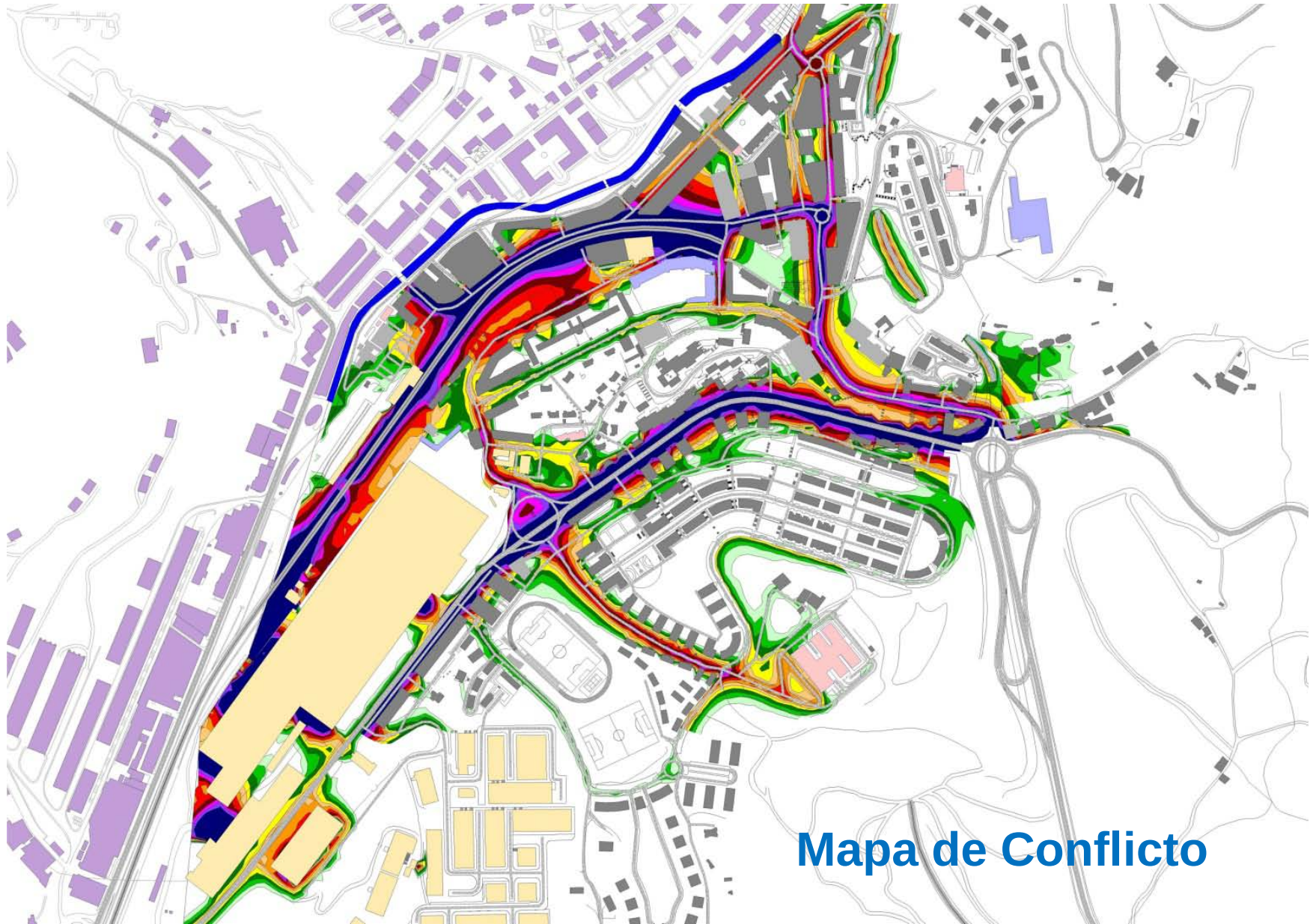
Mapas de Ruido en los Municipios

Análisis a partir de la zonificación acústica



Mapas de Ruido en los Municipios

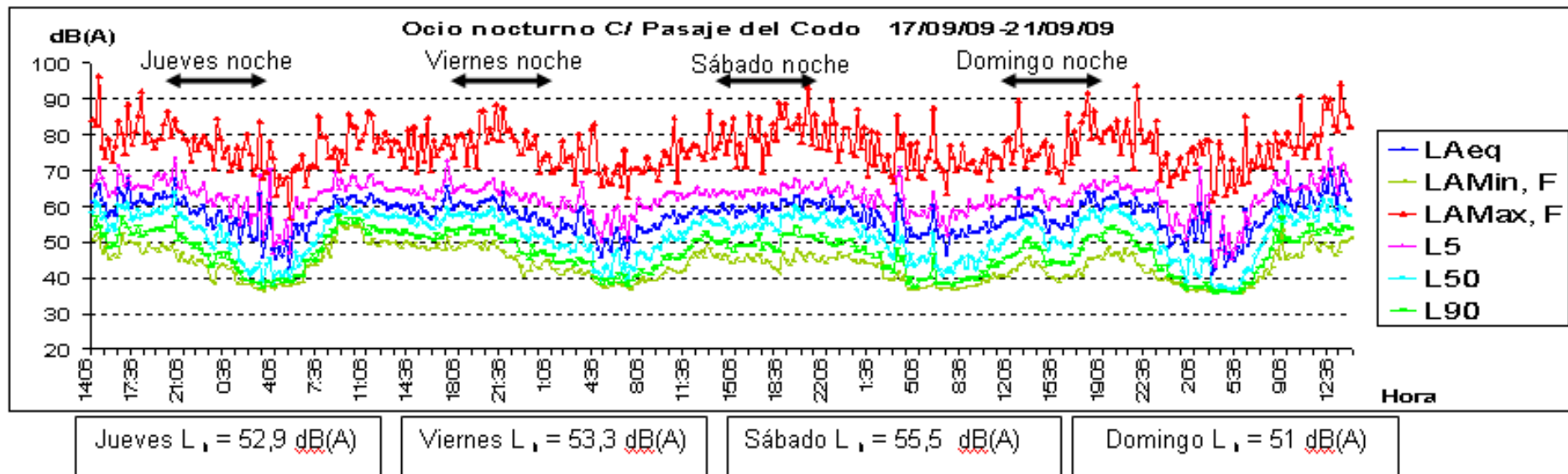
Análisis a partir de la zonificación acústica



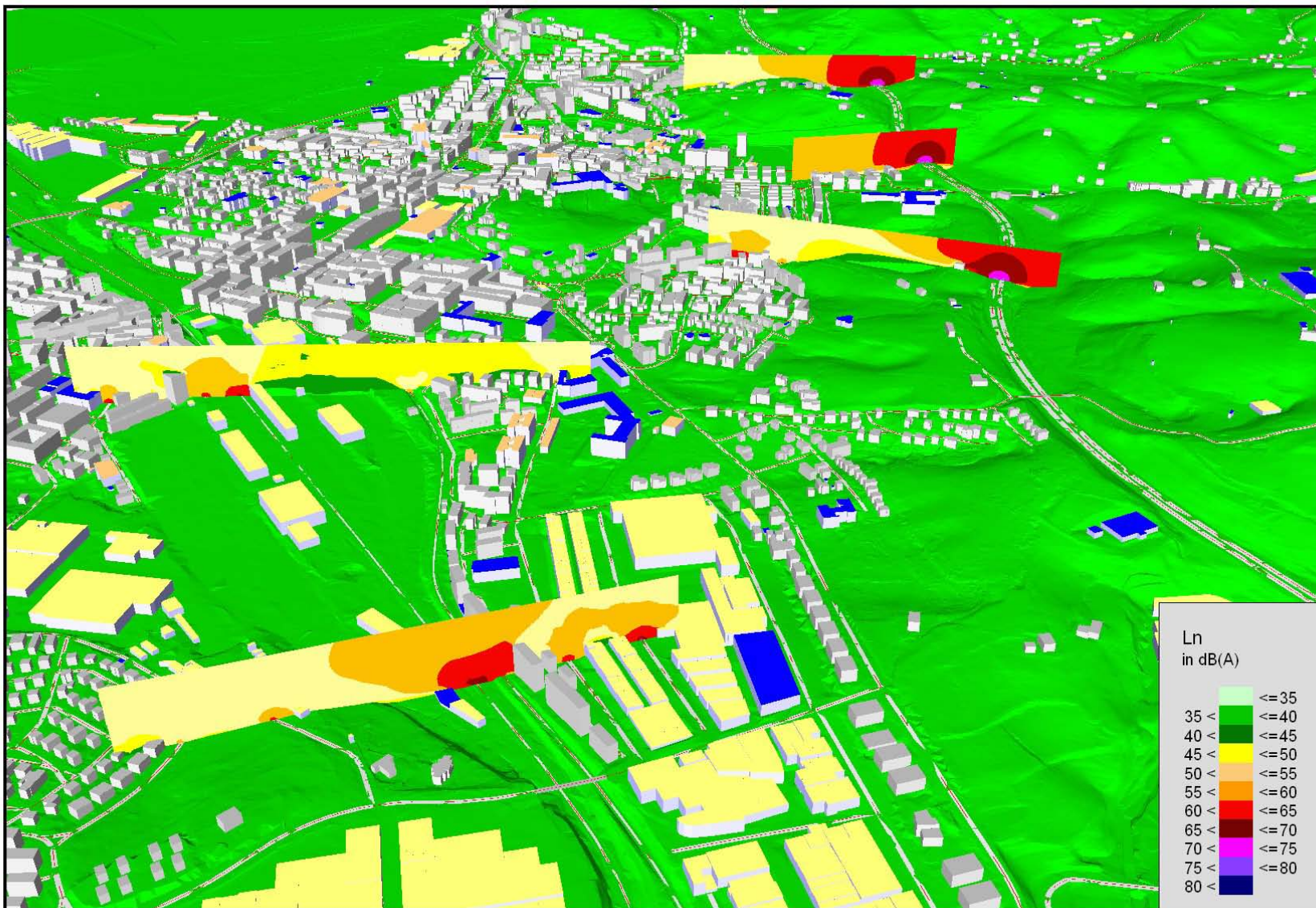
Otros aspectos para el Plan de Acción

- Información complementaria para considerar aspectos no incluidos en el MER. Por Ejemplo:
 - Ocio nocturno
 - Zonas singulares
 - Focos concretos
 - Percepción de la población

Registro 4.2:

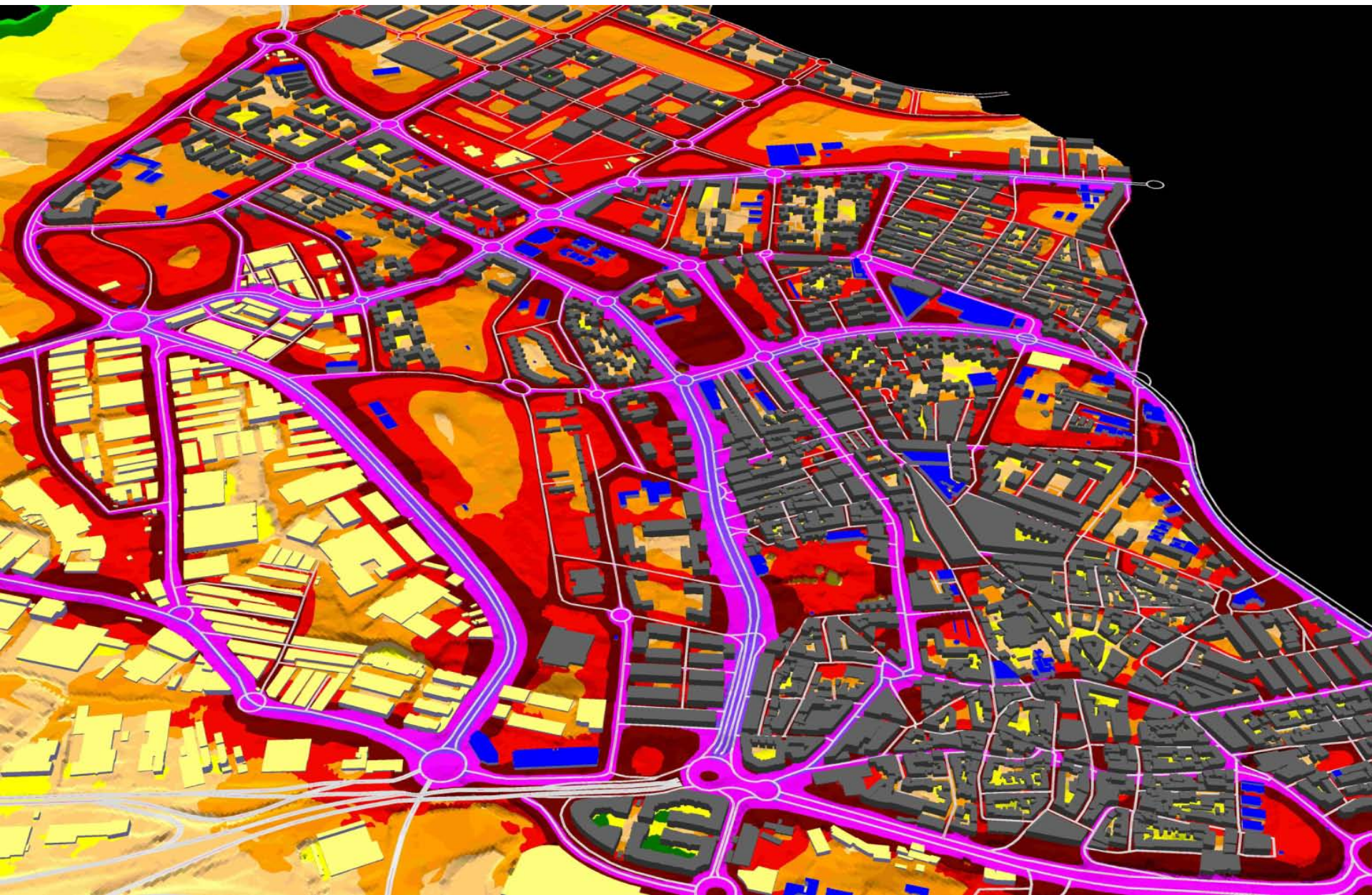


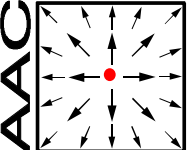
Otros aspectos para el Plan de Acción



Mapas de Ruido en los Municipios

Respaldo el Plan de Acción y Divulgación



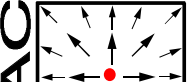


CENTRO DE ACÚSTICA APLICADA S.L.

Mapas de Ruido en los Municipios

Respaldar el Plan de Acción y Divulgación





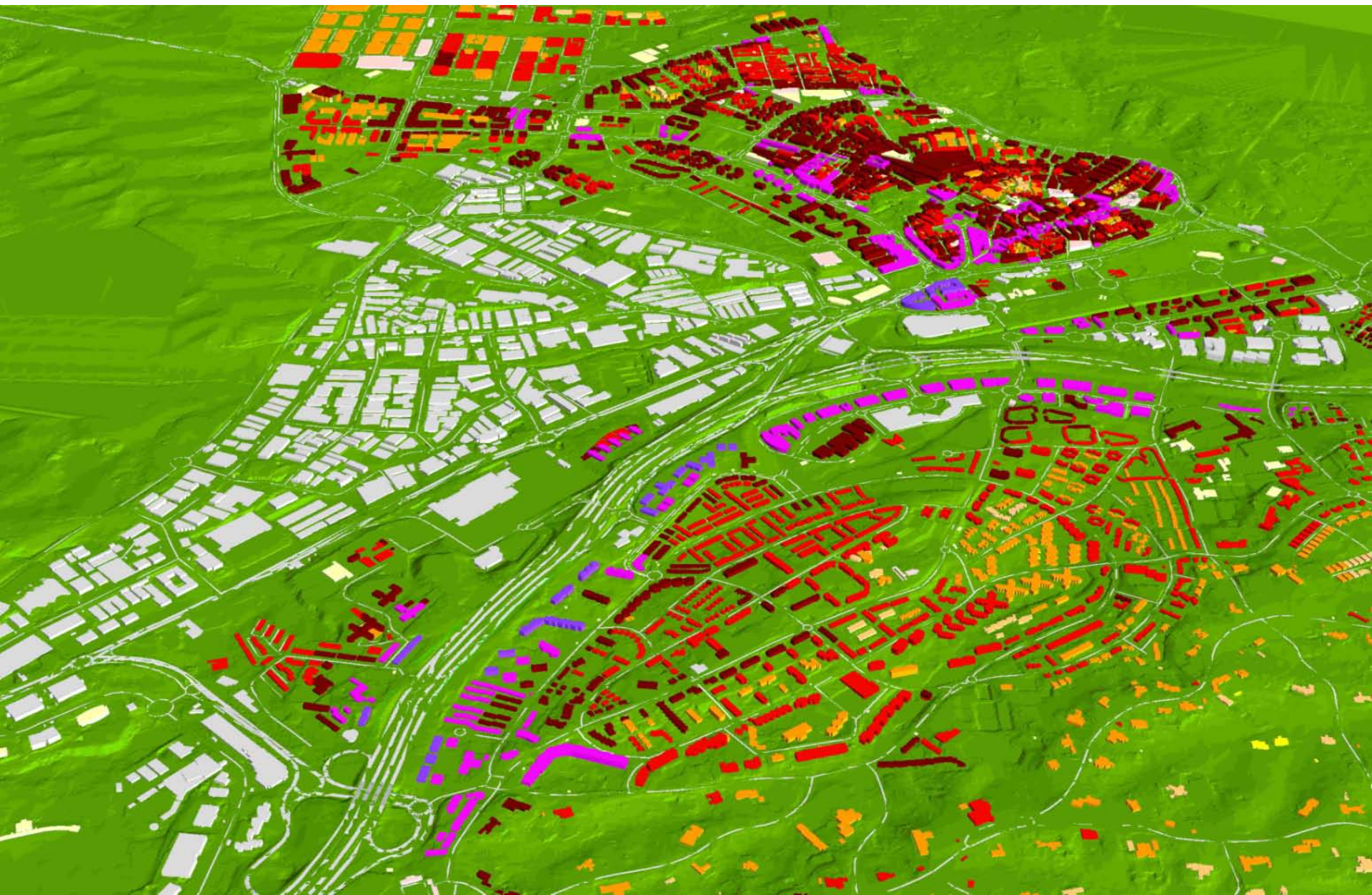
Mapas de Ruido en los Municipios

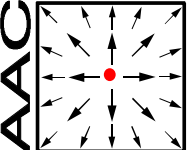
Respalda el Plan de Acción y Divulgación



Mapas de Ruido en los Municipios

Respaldar el Plan de Acción y Divulgación

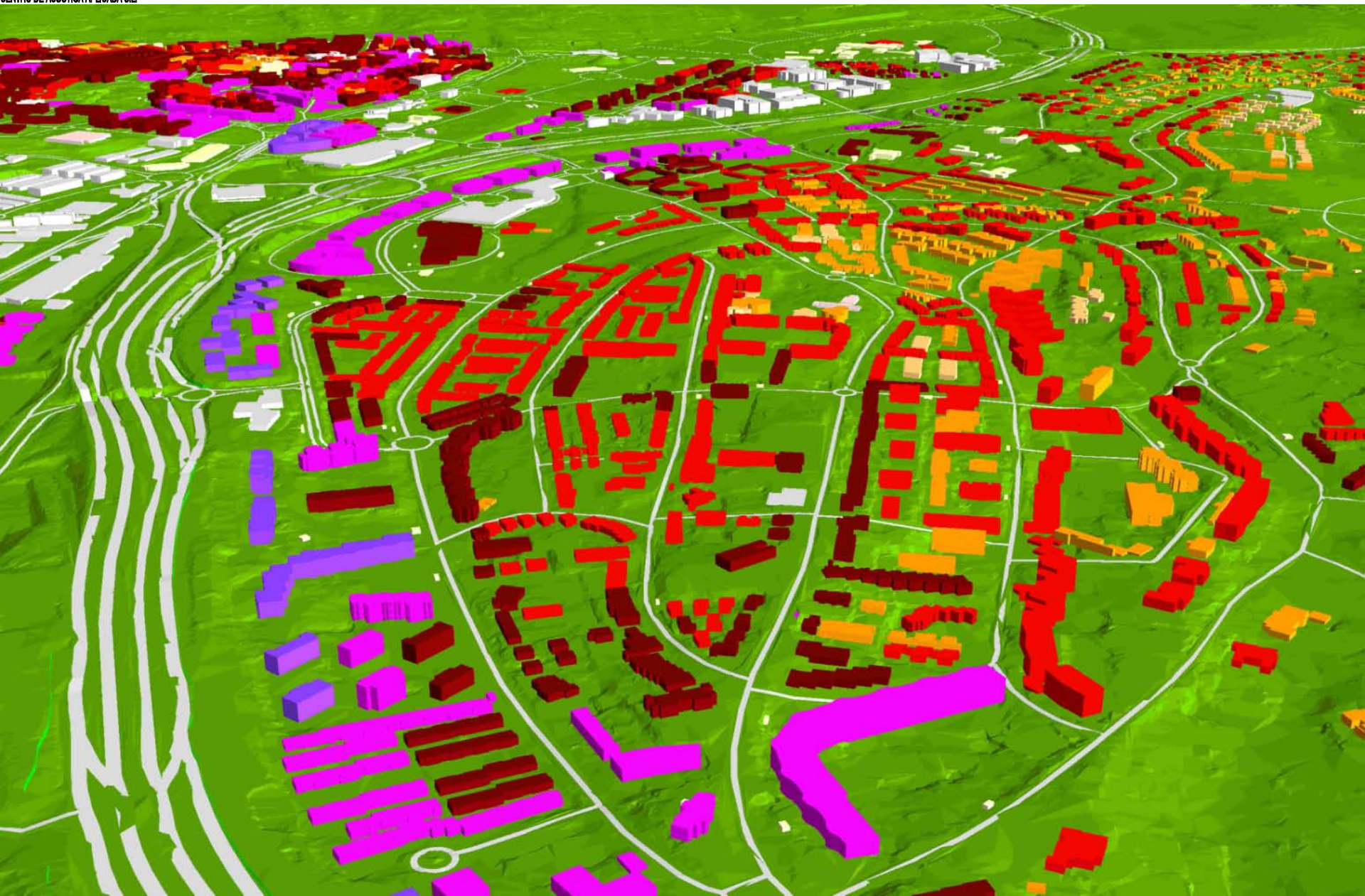




CENTRO DE ACÚSTICA APLICADA S.L.

Mapas de Ruido en los Municipios

Respaldar el Plan de Acción y Divulgación



Mapas de Ruido en los Municipios

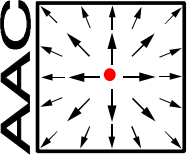
Respaldar el Plan de Acción y Divulgación



Mapas de Ruido en los Municipios

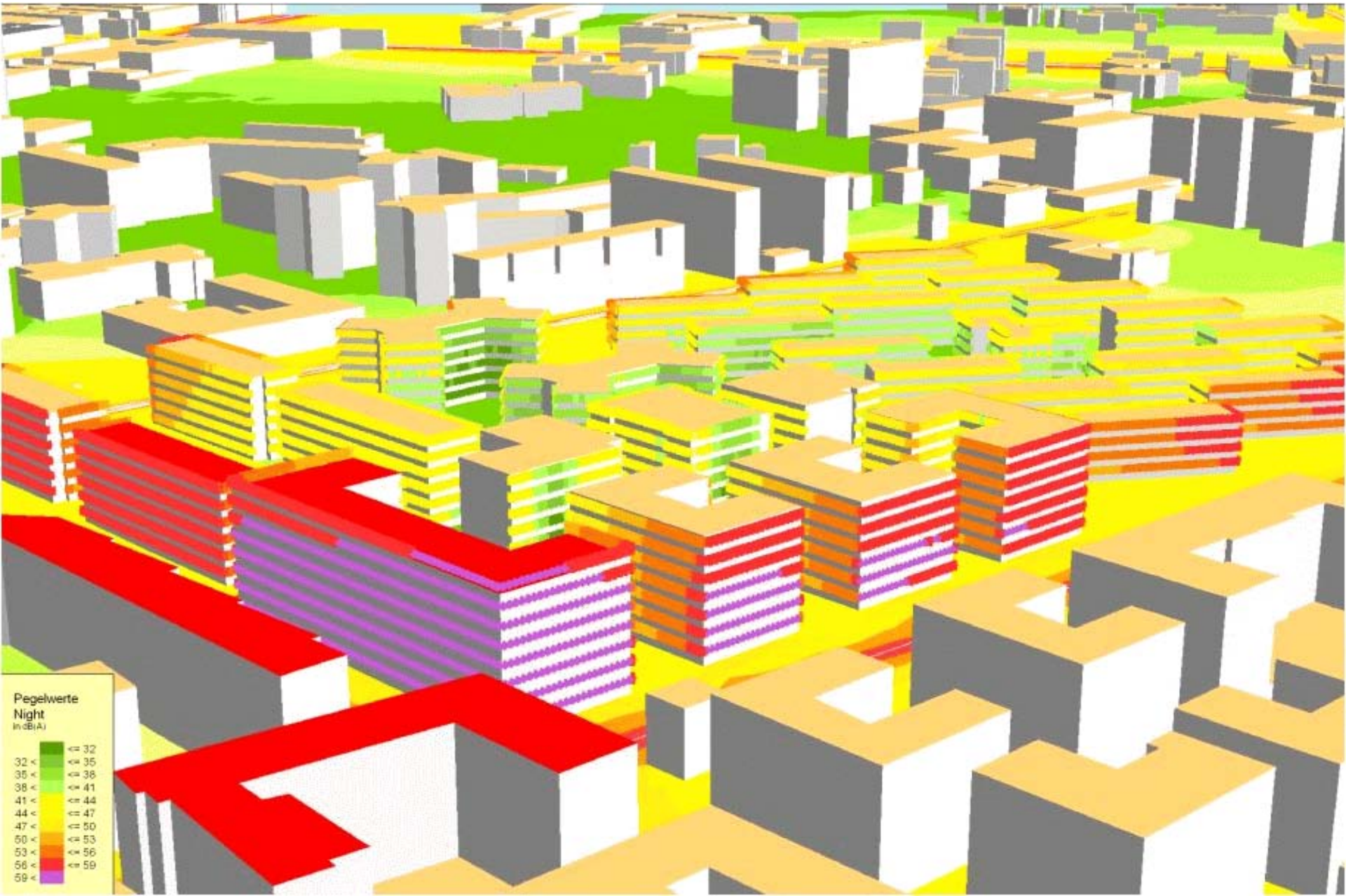
Respaldar el Plan de Acción y Divulgación





Mapas de Ruido en los Municipios

Respalda el Plan de Acción y Divulgación



Animación realizada con SoundPLAN

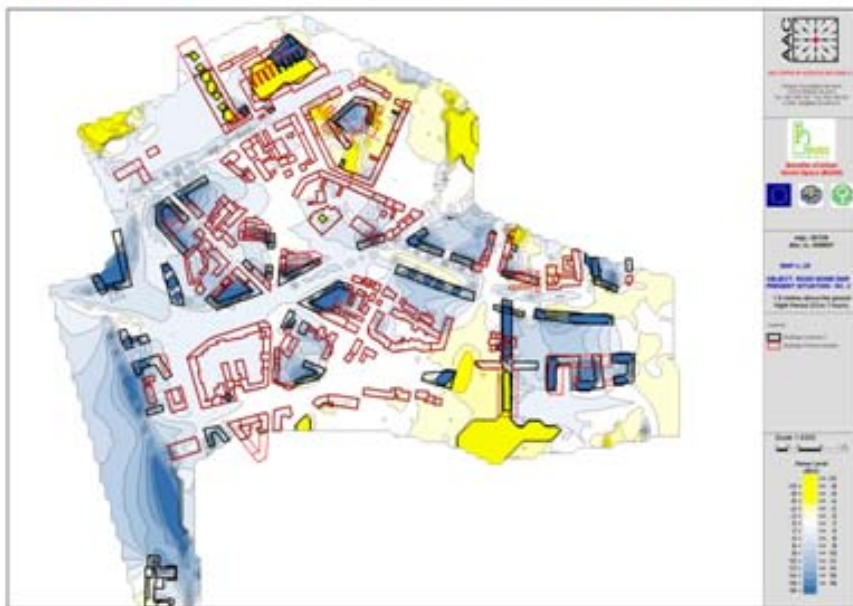
Mapas de Ruido en los Municipios

Respaldo el Plan de Acción y Divulgación

- No se trata de ofrecer sólo imágenes más o menos vistosas.
- La información tiene que ser realista y representativa, ya que es una referencia para la evolución futura y valorar el plan de acción
- La información debe estar diseñada en función del plan de acción.
- El Plan de acción tiene que lograr que:
reducir el ruido **y**
obtener un **adecuado ambiente sonoro**
sea un **fin en el diseño urbano**

Mapas de Ruido en los Municipios

Referencias para el Plan de Acción

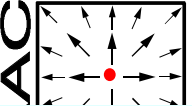


Conclusiones

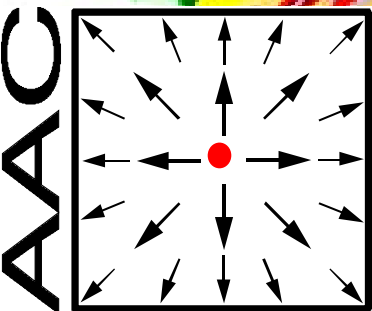
- Todo municipio puede y debe hacer un mapa de ruido representativo
- Hay que aplicar metodologías apropiadas, que están disponibles, para que el MER sea de **utilidad para el diseño urbano**.
- El MER se define en la legislación, elementos adicionales (el monitorado de ruido, el ocio nocturno, ,,,) son un complemento para ampliar el plan de acción, pero NO para elaborar el MER.
- La mejora en la **precisión** de los resultados se consigue con la mejora en la caracterización de los focos y en la modelización

Conclusiones

- El MER es el comienzo de la **gestión del ruido**, que no debe ser una lotería. Si se diseña y se elabora bien, se estará en buena disposición para lograr resultados positivos en el Plan de Acción y a un menor coste.
- Para ello no se puede romper el **rigor técnico** del método de cálculo, base para el análisis de mejoras y para medir el seguimiento de la evolución.
- El Plan de Acción debe incluir **reducir ruido + mejora del ambiente sonoro**.
- El MER y la gestión posterior son **una oportunidad** para resolver todos los problemas de ruido, pero requiere trabajo especializado desde el comienzo.



Mapas de Ruido en los Municipios



CENTRO DE ACUSTICA APLICADA S.L.

**¡ Muchas Gracias
por su atención !**

Alberto Bañuelos Irusta

abi@aacacustica.com

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L.

Parque Tecnológico de Álava

01510 - Miñano (Vitoria-Gasteiz)

www.aacacustica.com

Tel.: 945 29 82 33