

## ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

### FASE II: MAPAS ESTRATÉGICOS DEL MUNICIPIO. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL MUNICIPIO

#### ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN
  - 1.1. Introducción
  - 1.2. Normativa de aplicación
2. ÁREA DE ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO
  - 2.1. Área de estudio
  - 2.2. Organización del territorio
3. RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN NECESARIA Y ENTIDAD SUMINISTRADORA
  - 3.1. Información solicitada
  - 3.2. Información suministrada
4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO
  - 4.1. Tráfico viario
  - 4.2. Tráfico tranviario
  - 4.3. Tráfico aeroportuario
  - 4.4. Fuentes industriales
5. TRATAMIENTO INFORMÁTICO DE LA CARTOGRAFÍA
  - 5.1. Datos geométricos y topográficos
  - 5.2. Usos del suelo
  - 5.3. Zonificación acústica
  - 5.4. Edificación
  - 5.5. Población
  - 5.6. Cartografía base
  - 5.7. Modelo 3d
  - 5.8. Tratamiento de ejes viarios
  - 5.9. Tratamiento de las edificaciones
6. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES VIARIAS
  - 6.1. Campaña de aforos manuales
  - 6.2. Tratamiento de aforos manuales
  - 6.3. Determinación del porcentaje de pesados en cada tramo
  - 6.4. Datos de la campaña de conteos normalizados
  - 6.5. Obtención del aforo de todo el viario municipal
7. CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE TRANVIARIA
8. CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE AEROPORTUARIA
9. CARACTERIZACIÓN DE FUENTES NO MODELABLES
10. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO ACÚSTICO
  - 10.1. Software de simulación acústica
  - 10.2. Modelos de simulación
  - 10.3. Creación del modelo 3d
11. CONFIGURACIÓN DEL CÁLCULO
  - 11.1. Modelos de cálculo
  - 11.2. Propagación del sonido y búsqueda de fuentes
  - 11.3. Orden de reflexión
  - 11.4. Parámetros de evolución
  - 11.5. Condiciones de propagación de ruido favorable
  - 11.6. Condiciones meteorológicas
  - 11.7. Malla de receptores
  - 11.8. Evaluación de fachadas de edificios
12. CALIBRACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO
13. SIMULACIÓN DEL MODELO
14. RESULTADOS
  - 14.1. Mapas
  - 14.2. Afección
16. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL MUNICIPIO DE LA LAGUNA
17. CONCLUSIONES

## ELABORACIÓN DEL MAPA DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE SAN CRISTÓBAL DE LA LAGUNA

### FASE II: MAPAS ESTRATÉGICOS DEL MUNICIPIO. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL MUNICIPIO

#### 1. INTRODUCCIÓN Y NORMATIVA DE APLICACIÓN

##### 1.1. INTRODUCCIÓN

El presente documento se corresponde con la Fase 2: *Mapas Estratégicos del Municipio. Diagnóstico de la contaminación acústica del municipio* del Contrato de Servicios para la elaboración del Mapa del Ruido del municipio de San Cristóbal de La Laguna.

Esta Fase 2 está conformada por el siguiente contenido:

- Mapas Estratégicos del Municipio
- Diagnóstico de la contaminación acústica del municipio

Además de los apartados que estrictamente incluye la Fase 2 expuestos anteriormente, se incorpora otro apartado denominado *Grado de conocimiento del área de estudio*, que se incorpora con carácter previo a la exposición de los apartados esta Fase.

##### 1.2. NORAMTIVA DE APLICACIÓN

Se tiene presente en todo momento el cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, su transposición al derecho español a través de la *Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido*, así como su desarrollo reglamentario mediante el *Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental* y el *Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad acústica y emisiones acústicas*

El Ayuntamiento de La Laguna no cuenta con Ordenanza en materia de ruidos y vibraciones ni tampoco se ha aprobado un Decreto del Gobierno de Canarias en materia de ruido, por lo que los niveles máximos admisibles serán los propios de la normativa expuesta anteriormente.

#### 2. ÁREA DE ESTUDIO Y ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

##### 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de San Cristóbal de La Laguna tiene una población de 153.009 (1 de enero de 2014), según datos del Instituto Canario de Estadística (ISTAC). Cuenta con núcleos dispersos dentro de su territorio, incluyéndose todos ellos dentro del estudio.

El hecho de contar con una población superior a 100.000 habitantes conlleva formar parte del grupo de municipios que tienen la obligación de elaborar un mapa estratégico de ruido (MER), en cumplimiento de la Ley 37/2003 y de los Reales Decretos que la desarrollan: RD 1512/2005 y RD 1367/2007, en la denominada fase 2. Asimismo, en cumplimiento de la Directiva 2002/49/CE sobre la cual se desarrolla la normativa nacional anteriormente citada, el MER de San Cristóbal de La Laguna se adecuará a las exigencias de la Comisión Europea, obteniendo la información de población afectada y enviando la misma a este organismo de acuerdo a unos procedimientos concretos.

Una de las exigencias que se establece es la de determinar la Unidad de Mapa Estratégico (UME) de la Aglomeración de San Cristóbal de La Laguna, para lo cual es necesario acudir a la normativa española en materia del ruido.

En concreto, el "Anexo VIII. *Criterios para la delimitación de una aglomeración*" del *Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental* especifica lo siguiente:

##### **1. Determinación de la aglomeración**

Atendiendo a lo establecido en el apartado 2.d) del Anexo VIII. *Criterios para la delimitación de una aglomeración* del *Real Decreto 1513/2005,*

d) Para determinar los sectores del territorio que constituyen una aglomeración se aplicarán, al menos, los criterios de densidad de población y proximidad siguientes:

- Se considerarán todos aquellos sectores del territorio cuya densidad de población sea igual o superior a 3.000 personas por km<sup>2</sup>.
- Para la estimación de la densidad de población se utilizará preferentemente los datos de población y extensión territorial de las correspondientes secciones censales.
- Si existen dos o más sectores del territorio en los que, además de verificarse la condición del punto anterior, se verifica que la distancia horizontal entre sus dos puntos más próximos sea igual o inferior a 500 m.
- Si la suma de los habitantes comprendidos en los sectores del territorio que cumplen con los requisitos de los puntos anteriores es mayor de 100.000, estos sectores del territorio constituyen una aglomeración.

Para poder calcular la UME es necesario determinar la **densidad de población** a partir de las secciones censales del municipio de San Cristóbal de La Laguna, teniendo los últimos datos del padrón con fecha 2013, con el objeto de determinar de forma inequívoca la extensión de la aglomeración.

La población para las **103 secciones censales** que integran el término Municipal de San Cristóbal de La Laguna es:

CÓDIGO SECCIÓN	POBLACIÓN						
3802301001	866	3802301027	1203	3802302022	1539	3802304001	1068
3802301002	698	3802301028	1437	3802302023	1307	3802304002	2331
3802301003	1787	3802301029	858	3802303001	1263	3802304003	1709
3802301004	1141	3802301030	1682	3802303002	2251	3802304004	1007
3802301005	2371	3802301031	1433	3802303003	2248	3802304005	1290
3802301006	1533	3802301032	1341	3802303004	1966	3802304006	1811
3802301007	1695	3802302001	1162	3802303005	1117	3802304007	1680
3802301008	1206	3802302002	1063	3802303006	2144	3802305001	1244
3802301009	1678	3802302003	2177	3802303007	1411	3802305002	1515
3802301010	1502	3802302004	977	3802303008	2369	3802305003	1162
3802301011	955	3802302005	1372	3802303009	1062	3802305004	2290
3802301012	1631	3802302006	2043	3802303010	868	3802305005	1928
3802301013	1070	3802302007	1764	3802303011	1638	3802305006	1152
3802301014	899	3802302008	1168	3802303012	1697	3802305007	1500
3802301015	1666	3802302009	1441	3802303013	2005	3802305008	903
3802301016	1923	3802302010	2110	3802303014	838	3802305009	2033
3802301017	1401	3802302011	1245	3802303015	1235	3802305010	1709
3802301018	1517	3802302012	1159	3802303016	1900	3802305011	1077
3802301019	869	3802302013	1619	3802303017	1246	3802305012	1242
3802301020	908	3802302014	1309	3802303018	803	3802305013	1003
3802301021	1227	3802302015	1702	3802303019	1956	3802306001	1401

CÓDIGO SECCIÓN	POBLACIÓN						
3802301022	1873	3802302016	1396	3802303020	2684	3802306002	1539
3802301023	1940	3802302017	1677	3802303021	1068	3802306003	1352
3802301024	1075	3802302018	2540	3802303022	841	3802306004	1358
3802301025	1189	3802302019	1272	3802303023	1577		
3802301026	1164	3802302020	1040	3802303024	1541		

Tabla nº 1: Población de las sección censales a Enero de 2013 (Fuente Instituto Nacional de Estadística)

La densidad de población (habitantes/km<sup>2</sup>) para las 103 secciones censales del término Municipal de San Cristóbal de La Laguna es la que se muestra en la siguiente imagen:

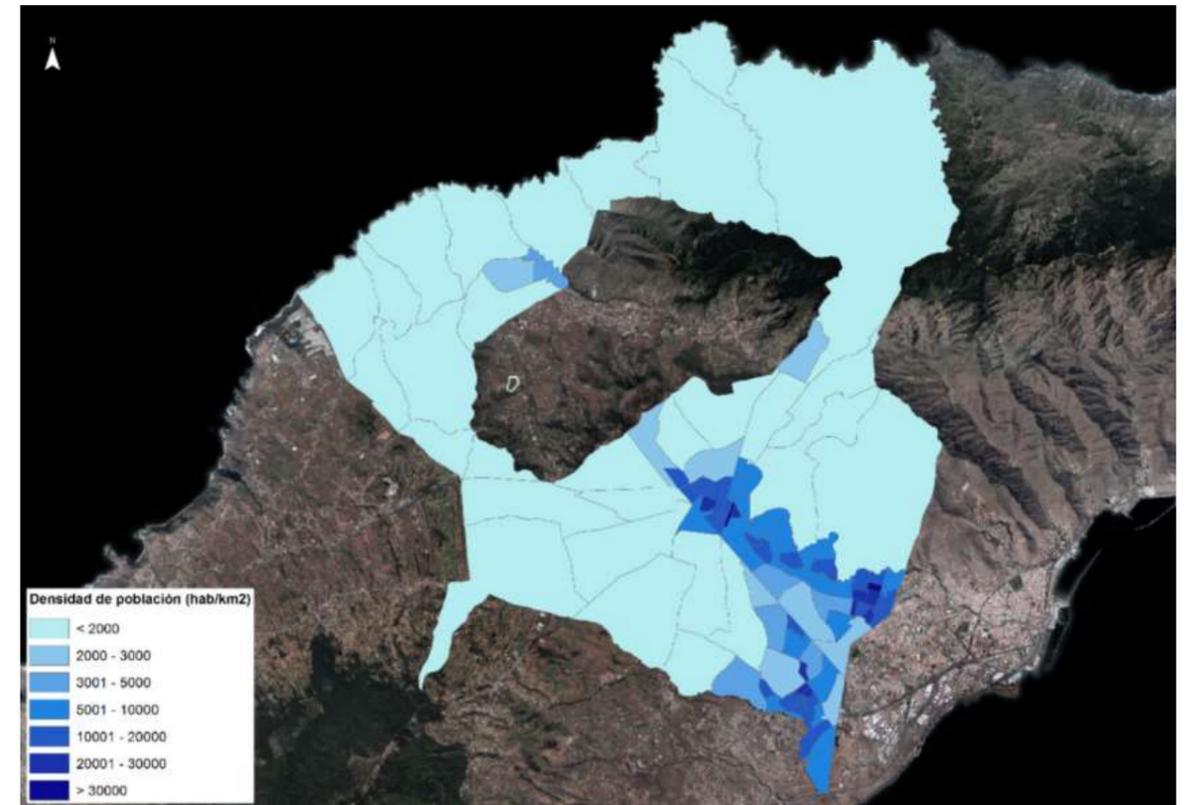


Imagen nº 1: Densidad de población de las secciones censales de San Cristóbal de La Laguna de 2013

En la siguiente imagen se puede observar en diferentes tonalidades de azul aquellos sectores del territorio cuya densidad de población es igual o superior a 3.000 personas por km<sup>2</sup> en el año 2013:

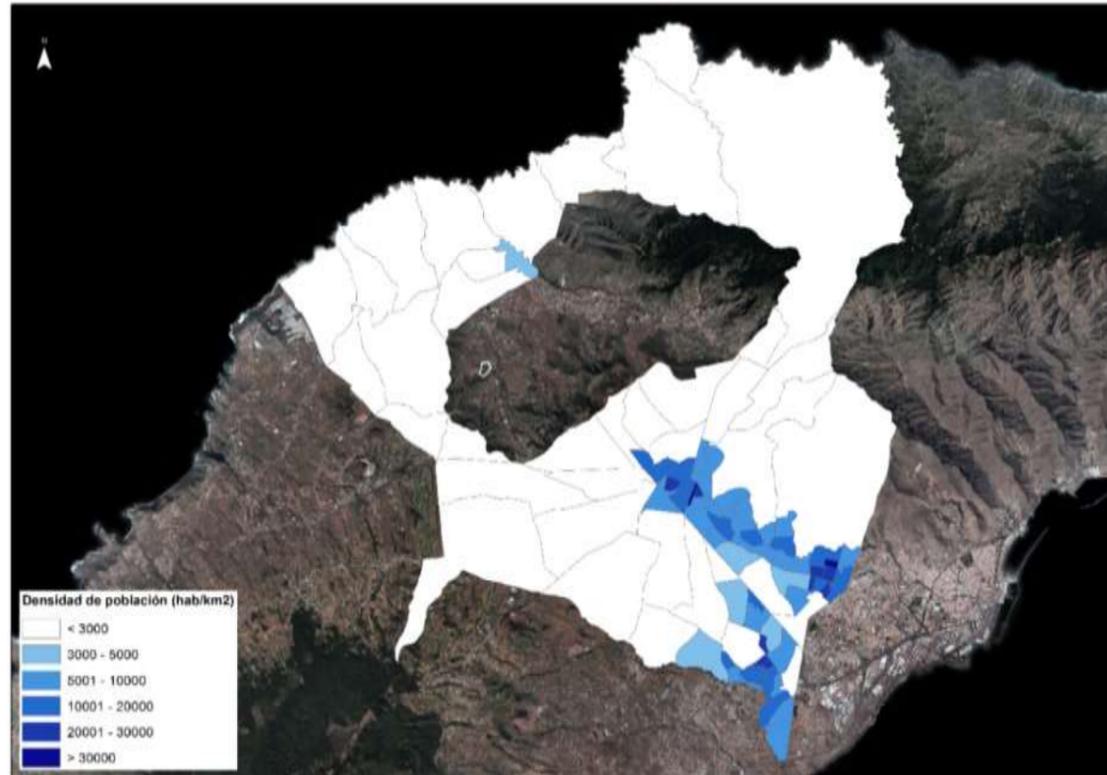


Imagen nº 2: Secciones censales con densidad de población mayor de 3000 hab. / Km<sup>2</sup>

Para la definición de la aglomeración será necesario determinar además si las zonas que se representan en el gráfico anterior se encuentran a una distancia horizontal entre sus puntos más próximos igual o inferior a 500 metros. Las secciones censales que además del criterio de población cumplen el criterio de proximidad son las enmarcadas en rojo en la siguiente imagen:

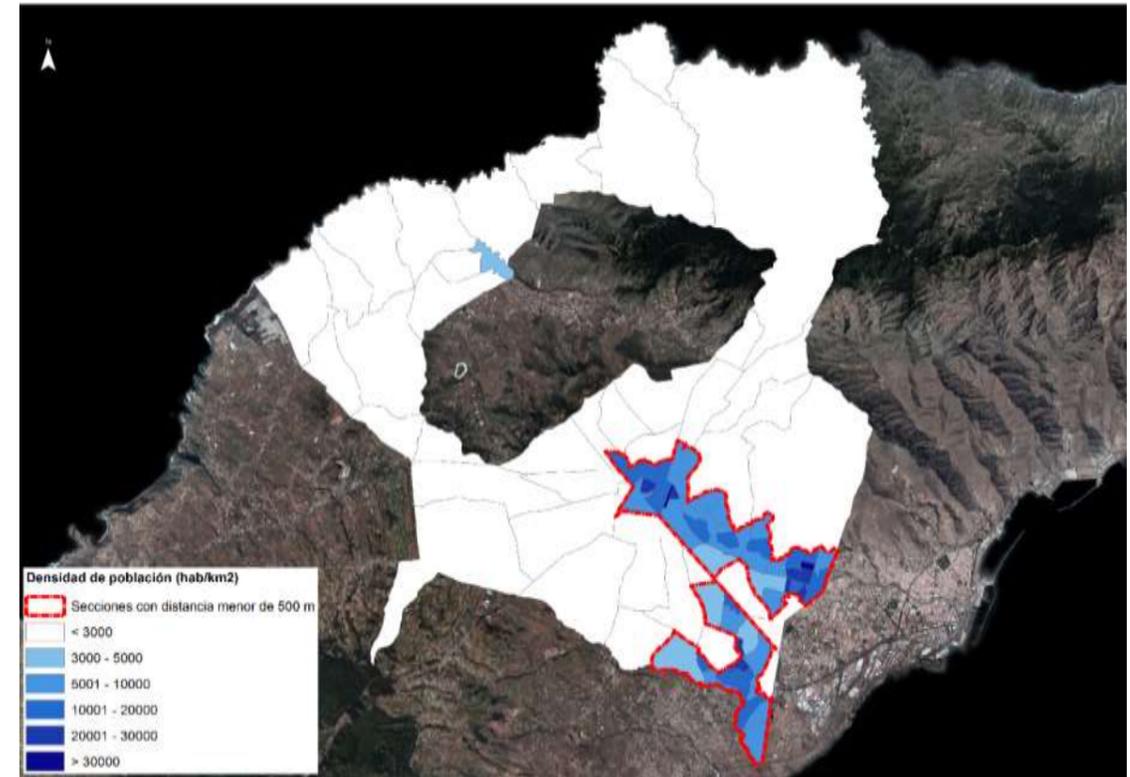


Imagen nº 3: Secciones censales que cumplen el criterio de densidad de población y de proximidad

A pesar de que, como se ha expuesto, en aplicación de la normativa en materia de ruido la delimitación de la aglomeración se circunscribiría a las secciones recogidas en la imagen anterior, atendiendo a una de las mejoras propuestas en la oferta realizada por Trazas Ingeniería, **el área de estudio se amplía a la totalidad del municipio.**

## 2.2. ORGANIZACIÓN DEL TERRITORIO

Como se recoge en el subapartado anterior, el área de estudio cubre la totalidad del municipio de La Laguna. Se zonifica el territorio con el objeto de definir una unidad territorial que permita la caracterización y diagnóstico acústico con mayor detalle, a pesar de que se realice una caracterización y diagnóstico a escala municipal.

Para ello, se ha realizado una basada en los núcleos poblacionales, los cuales se determinan en función de las delimitaciones administrativas/estadísticas del municipio; la población; estructura y homogeneidad del espacio y usos del suelo. También se ha tenido en cuenta a la hora de zonificar su posible coincidencia con las secciones censales, con el objeto de ajustar la distribución de la población dentro de estos núcleos territoriales.

A continuación se exponen los 14 núcleos en que se ha zonificado, desde el punto de vista acústico, el municipio.

Zonificación territorial - Núcleos	
La Punta del Hidalgo	La Vega Lagunera
Bajamar	Las Mercedes
Tejina	Zona Centro
Valle de Guerra	La Cuesta
Guamasa	Taco
Los Rodeos	Geneto
Coromoto - Aeropuerto	Los Baldíos

Tabla nº 2: Núcleos de población (ámbitos acústicos)

Además de estos 14 núcleos se han incluido como áreas territoriales independientes, el Conjunto Histórico de La Laguna y el Parque Rural de Anaga.

En la siguiente imagen se muestra la zonificación territorial (ámbitos acústicos) propuesta.

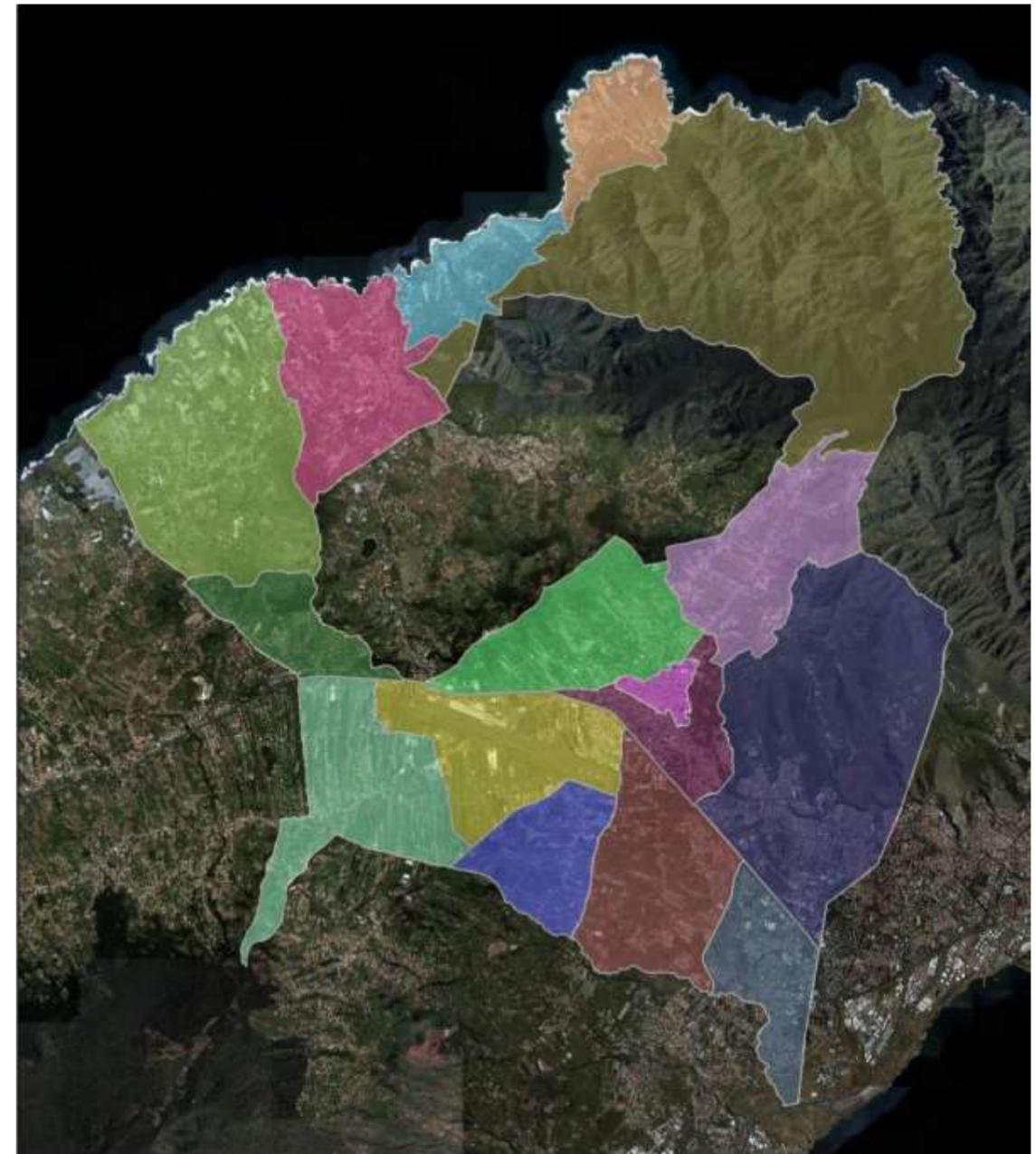


Imagen nº 4: Zonificación territorial (ámbitos acústicos)

### 3. RELACIÓN DE LA INFORMACIÓN NECESARIA Y ENTIDAD SUMINISTRADORA

A continuación se recoge la información necesaria para la elaboración de los mapas estratégicos de ruido, la entidad a la que se le ha solicitado y la información que se ha recibido tras la solicitud.

#### 3.1. INFORMACIÓN SOLICITADA

##### Estado

Datos meteorológicos. No ha sido necesaria la solicitud de datos meteorológicos pues se han tomado de estaciones de la Agencia Estatal de Meteorología de libre acceso.

Secciones censales. Con motivo de la elaboración de los MER carreteras se solicitó al Instituto Nacional de Estadística (INE) la delimitación gráfica de las secciones censales y la población asociada a cada una de ellas, con fecha de 2013. Teniendo en cuenta que, tras consulta, el servicio de estadística del Ayuntamiento de La Laguna cuenta con las secciones censales y población asociada de 2009, para el presente trabajo se ha hecho uso de los datos aportados por el INE (secciones censales de 2013).

Sistema de Información de Ocupación del Suelo (SIOSE). El denominado SIOSE se encuentra enmarcado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT), que dirige y coordina el Instituto Geográfico Nacional y el Centro Nacional de Información Geográfica. Tiene como objetivo la integración de la información de las bases de datos de ocupación del suelo de todo el territorio nacional, facilitando su implementación de la Directiva Inspire. Esta información se encuentra más actualizada ya que se ha partido de la información básica de referencia del año 2005.

La ventaja de trabajar con el SIOSE es que trata la información mediante coberturas de usos, definiéndose todas las superficies de usos que se encuentran dentro de los recintos delimitados según una metodología propia de delimitación.

No ha sido necesaria su solicitud al ser de libre acceso.

Cartografía Catastral. Se ha solicitado a la Dirección General del Catastro la cartografía catastral del Municipio de La Laguna, actualizada a 2014, adquiriendo a su vez información sobre los usos asignados a las parcelas y edificaciones de la que dispone esta entidad.

Esta información es de gran ayuda, ya que permite diferenciar la asignación de usos a escala de parcela catastral, lo que facilita la utilización de esta información.

##### AENA

Se solicitaron los mapas de ruido así como la servidumbre acústica y el Plan de Acción del aeropuerto de Los Rodeos.

##### **Gobierno de Canarias**

*Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad*

Se ha solicitado a la Dirección General de Protección de la Naturaleza tanto los Mapas Estratégicos de Ruido (2ª Fase) como el Plan de Acción contra el Ruido (2ª Fase).

Por otro lado, se ha solicitado a la Viceconsejería de Educación y Universidades del número de alumnos (curso 2014/2015) de centros educativos públicos y privados, incluyendo las diferentes facultades de la Universidad de La Laguna ubicadas dentro del T.M. de La Laguna.

##### *Grafcan*

Para la realización de los trabajos, Trazas Ingeniería cuenta con la cartografía de La Laguna necesaria fruto de trabajos anteriores:

- Mapa Topográfico 1:1000 y 1:5.000. Trazas Ingeniería, S.L., cuenta con la cartografía actualizada del año 2012 de todo Tenerife, solicitada para la elaboración de los MER de carreteras.
- Ortofoto Express Urbana del municipio de La Laguna, para completar los análisis de detalle. En la Cartoteca de la empresa Trazas Ingeniería, S.L. se encuentra disponible la del año 2012.
- Mapa de Ocupación del Suelo. La empresa Trazas Ingenierías S.L cuenta en su cartoteca con el mapa de ocupación de suelo elaborado por la empresa GRAFCAN en el año 2002 a escala 1:25.000.

Por lo tanto, no ha sido necesario solicitar esta información al contar la empresa adjudicataria con la cartografía necesaria para la elaboración del trabajo.

## Cabildo Insular de Tenerife

### Servicio de Carreteras

Con motivo de la elaboración de los MER de carreteras 2012, la empresa Trazas Ingeniería, S.L. y sus colaboradores cuentan con información (ejes, PK, estructuras, número de carriles, pendiente, velocidades, etc.) de todas las carreteras insulares de Tenerife, documentación aportada por el Servicio de Carreteras del Cabildo. Para todas aquellas carreteras con una IMD inferior a 8.000 veh/día de titularidad insular, que discurren por el T.M. de La Laguna y que no fueron estudiadas en los MER 2012, se solicitará información (ejes, PK, estructuras, número de carriles, pendiente, velocidades, etc.), además de la IMD horaria.

### Metrotenerife, S.A.

Con el objeto de determinar el ruido generado por el tranvía, se ha solicitado a Metrotenerife, S.A. datos sobre tipo de vehículo, elementos aislantes, pendiente, frecuencias, velocidades, etc.

## Ayuntamiento de La Laguna

### Servicio de seguridad ciudadana. Tráfico y taxi

- Capa, en shape, del viario municipal que incluya los siguientes datos (viario en 3D, pendiente, número de carriles, velocidad de paso, estructuras, resaltos).
- Aforos del viario municipal, lo más actualizados posibles, tanto aforos con las que cuente el ayuntamiento como posibles estudios que haya realizado el Cabildo Insular de Tenerife.

### Servicio de estadística

- Secciones censales actualizadas con su población asociada. Como se expuso anteriormente, el ayuntamiento de La Laguna cuenta con las secciones censales y su población asociada con fecha de 2009. Teniendo en cuenta que Trazas Ingeniería cuenta con la delimitación de las secciones censales y su población asociada con fecha de 2013, se ha hecho uso de ésta última, al tener datos más actualizados.
- Habitantes incluidos en el Padrón municipal, datos de habitantes por calle y portal, lo cual reduce el posible error de asignación de población para los mapas de afección.

## Disciplina

Se solicitarán posibles denuncias por ruido ambiental, diferenciando el foco de ruido (industria, tráfico rodado, etc.) dentro del municipio de La Laguna.

## Gerencia de urbanismo

- Cartografía. Cartografía 1:5000 y 1:1000 de La Laguna si cuenta con una versión más actualizada de la que tenemos fruto de los trabajos de elaboración de los MER 2012
- Delimitación de núcleos. Shape con la delimitación de núcleos..
- Usos globales. La capa de clasificación del suelo se necesita para elaborar la Zonificación Acústica y así como para los Mapas de Conflicto. A pesar de que Trazas Ingeniería ha elaborado, dentro de los trabajos del PGO en tramitación, la Zonificación Acústica, teniendo en cuenta la ordenación propuesta en este instrumento de planeamiento y tomando como referencia los usos globales del suelo, al no estar el PGO aprobado, no puede hacerse uso del mismo, debiendo tomar como referencia los usos globales del PGO vigente. Sobre estos usos globales se superpondrán los edificios sensibles (centros educativos y sanitarios) por su especial protección en materia acústica.
- Edificaciones.
  - Shape con recintos de centros educativos, sanitarios y dotacionales. Si es posible, también espacios libres (parques, etc.)
  - Shape con el Uso principal de las edificaciones (residencial, administrativo, etc.)
  - Capa de uso turístico incluido en el PGO extraído del PTEO Turística de Tenerife (PTEOTT).

Este dato resulta imprescindible para comparar algunos edificios de interés que ya había realizado Trazas Ingeniería, S.L. inventariados fruto de los trabajos de los MER carreteras 2012 de Canarias, como sanitarios, educativos, culturales o religiosos. La asignación de usos a los edificios es primordial tanto para la zonificación acústica como para la asignación de población.

- Industrias. Relación de actividades industriales que puedan considerarse como focos de ruido. Shape con su localización y tipo de actividad.
- Planeamiento de desarrollo aprobado y adaptado al PGO vigente (Planes Parciales y unidades de actuación).
- Viario. Shape con jerarquía del viario municipal, y texto justificativo anexo. Además, shape con el viario principal previsto en instrumentos de planeamiento superior (PTEOSVAM).

### 3.2. INFORMACIÓN SUMINISTRADA

#### Estado

De los datos necesarios del Estado que se expusieron en el apartado anterior, Trazas Ingeniería contaba con la mayoría de ellos. Tan solo se solicitó y se pudo adquirir, on-line, la cartografía catastral.

#### AENA

Aportó los mapas de ruido así como la servidumbre acústica y el Plan de Acción del aeropuerto de Los Rodeos.

#### Gobierno de Canarias

*Consejería de Educación, Universidades y Sostenibilidad*

- La Dirección General de Protección de la Naturaleza no aportó los Mapas Estratégicos de Ruido ni el Plan de Acción de Contaminación Acústica, ambos relativos a la segunda fase.
- La Viceconsejería de Educación y Universidades datos de alumnos universitarios y no universitarios de los centros educativos ubicados dentro del municipio de La Laguna.

#### Cabildo Insular de Tenerife

*Servicio de Carreteras*

No se ha aportado, por el Servicio de Carreteras del Cabildo, la información que se solicitó.  
*Metrotenerife, S.A.*

Se aportó información acerca de las líneas, frecuencia, velocidades, tipo de vehículo, secciones tipo, plano longitudinal y elementos aislantes, información suficiente para estudiar el ruido generado por el tranvía dentro del municipio de San Cristóbal de La Laguna.

#### Ayuntamiento de La Laguna

*Servicio de seguridad ciudadana. Tráfico y taxi*

- Aportaron los aforos con que contaba este servicio para estudios de tráfico específicos.

*Servicio de estadística*

Si bien, como se ha comentado, las secciones censales con las que contaba este servicio estaban desfasadas respecto a las que tenía disponibles Trazas Ingeniería, haciéndose uso de éstas últimas, no se llegó a concretar si disponían de la población por calle y portal, obteniéndose la distribución de la población a través de otros métodos.

*Disciplina*

Aportaron las denuncias que habían recibido, si bien todas ellas estaban relacionadas con zonas de ocio o gimnasios, quedando fuera de su estudio en el presente proyecto.

*Gerencia de urbanismo*

- Aportó una delimitación de núcleos y se llegó a un consenso para la organización territorial de los mismos ajustado al proyecto objeto de estudio, es decir, los ámbitos acústicos.
- Aportaron capa shape con los usos globales del Plan General de Ordenación vigente.
- Respecto al shape solicitado con los recintos y usos de las edificaciones, la Gerencia de Urbanismo no contaba con estos datos, aunque sí aportó capa con los recintos de uso turístico recogidos en el PTEO Turismo de Tenerife.
- Aportó capa con los recintos de usos industriales.
- Aportó capa con los instrumentos de planeamiento de desarrollo.
- La capa de viario estaba en disponibilidad de Trazas Ingeniería, al haber participado en la redacción del PGO de La Laguna.

#### 4. IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

##### 4.1. TRÁFICO VIARIO

El tráfico viario es sin duda uno de los principales responsables de la contaminación acústica ambiental a nivel estatal, no siendo diferente en el municipio de La Laguna. A pesar de las peatonalizaciones llevadas a cabo en el centro de La Laguna y otros núcleos, la pendiente existente entre los diferentes núcleos, la distancia entre ellos así como la dispersión urbanística, generan que el vehículo privado sea el primer modo de transporte para los desplazamientos tanto entre núcleos del municipio como entre éstos y otros de la isla o viceversa.

El presente apartado realiza una descripción del viario existente en el término de La Laguna, diferenciando entre los grandes ejes viarios y el resto del viario municipal, y dentro de éste último, separando el viario en función de su jerarquía.

##### 4.1.1. Grandes ejes viarios

Las carreteras supramunicipales, por el tráfico que soportan son las que mayor inciden negativamente sobre la contaminación acústica.

Los grandes ejes viarios tienen esta jerarquía concretamente desde el punto de vista acústico. La Ley 37/2003, *del Ruido*, los define como todas aquéllas con una intensidad media diaria superior a 8.000 veh/día. Cabe comentar que, a pesar de que algunas carreteras han cambiado su titularidad, siendo actualmente municipal, dado que se recogieron en los MER Carreteras de Canarias como tales, es de obligado cumplimiento recogerlas según la titularidad que tenían en el momento de la elaboración de los MER carreteras de Canarias 2012. En la siguiente imagen se muestran los grandes ejes viarios que discurren por La Laguna.

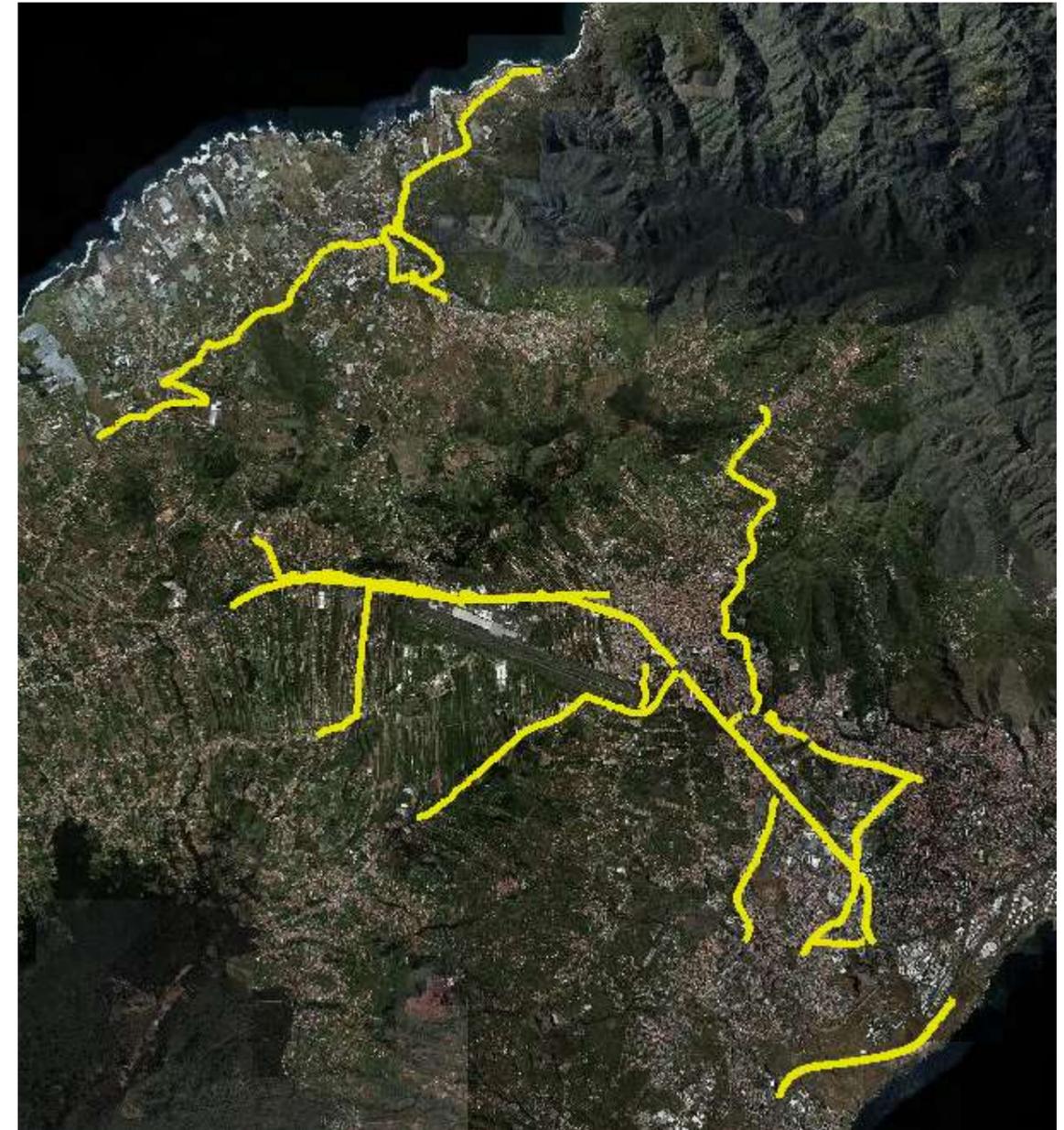


Imagen nº 5: Grandes ejes viarios

Se corresponden con las siguientes carreteras o tramos de las mismas:

- TF-2

La TF-2, carretera de conexión entre la TF-1 y TF-5 discurre dentro del municipio de La Laguna entre los núcleos acústicos de Geneto y Taco, ejerciendo de límite entre ambos.

Tan solo se tiene un dato de Intensidad Media Diaria de vehículos, con un valor de 90.221 veh/día. La velocidad de circulación media es de 80 Km/h, con algún tramo a 90 km/h y otros a 60 km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con dos calzadas de doble sentido, de 2 a 3 carriles según el tramo, con un ancho de la plataforma varía entre los 4,5 y 13,5 metros según el número de carriles del tramo considerado.



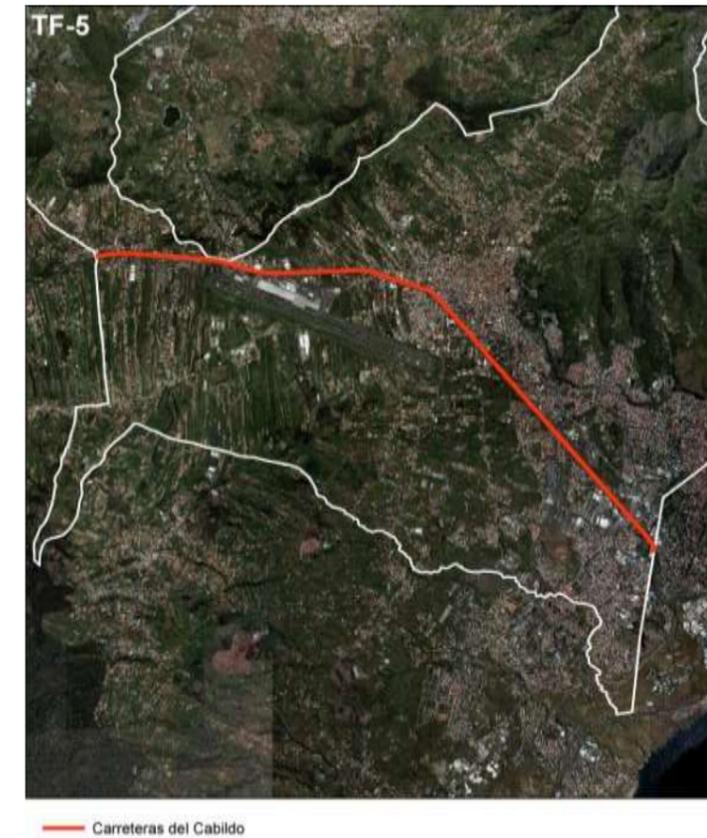
**Imagen nº 6:** Tramo de la carretera TF-2 dentro del municipio de La Laguna

- TF-5

La TF-5, también conocida como autopista del Norte, es la principal carretera que une la capital, Santa Cruz de Tenerife, con el norte de la isla, finalizando en el Término Municipal de Icod de los Vinos. Atraviesa el municipio de La Laguna de este a oeste (en sentido creciente de los PPKK), actuando como límite entre los núcleos de Taco – La Cuesta; La Cuesta – Geneto; Centro – Geneto; Centro – Aeropuerto; La Vega – Aeropuerto y Guamasa – Los Rodeos.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 61.730 vehículos/día de media y de 113.034 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media en el tramo que discurre por La Laguna es de 120 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con dos calzadas de doble sentido en todo su recorrido, de 3 a 4 carriles según el tramo, y desde Los

Realejos hasta Icod una sola calzada con un carril por sentido, con un ancho de la plataforma varía entre los 12 y 18 metros según el número de carriles del tramo considerado.



**Imagen nº 7:** Tramo de la carretera TF-5 dentro del municipio de La Laguna

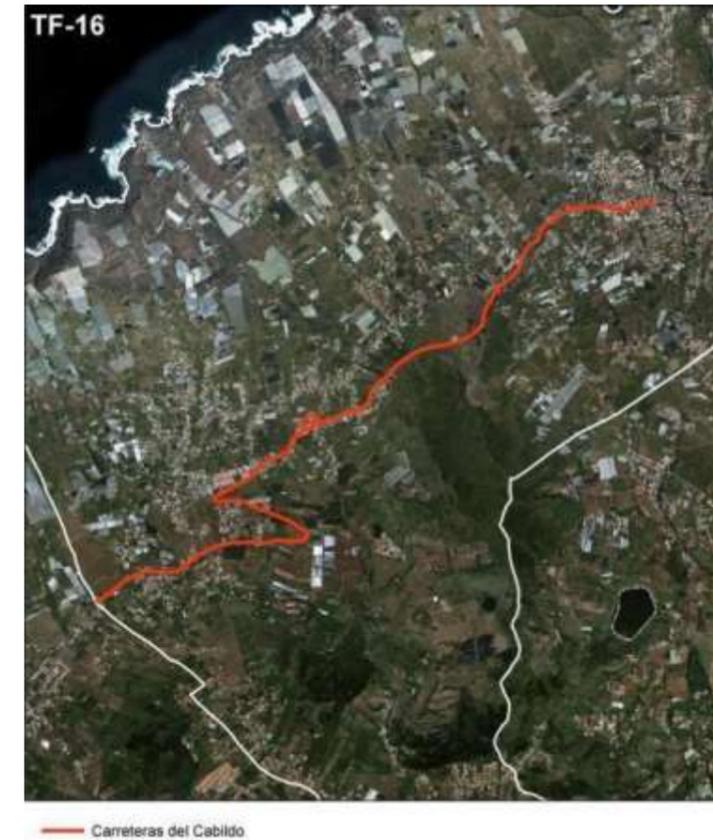
- TF-13

La TF-13, también conocida como Vía de Ronda, es una de las carreteras más importantes del Área Metropolitana de Santa Cruz – La Laguna, conformando la circunvalación por el este a la ciudad de La Laguna. Discurre, dentro de La Laguna por los núcleos Centro, Las Mercedes, Tejina, Bajamar y La Punta.

Con un volumen de tráfico irregular, según el tramo considerado, casi alcanza los 30.000 vehículos/diarios en el tramo correspondiente a la circunvalación de La Laguna, con velocidades de circulación en torno a los 60 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, el ancho de la plataforma varía entre los 4 y 16 metros según el número de carriles del tramo considerado. Con respecto al sentido de circulación, es de doble sentido.



**Imagen nº 8:** Tramos de la carretera TF-2 dentro del municipio de La Laguna



**Imagen nº 9:** Tramo de la carretera TF-16 dentro del municipio de La Laguna

- TF-16

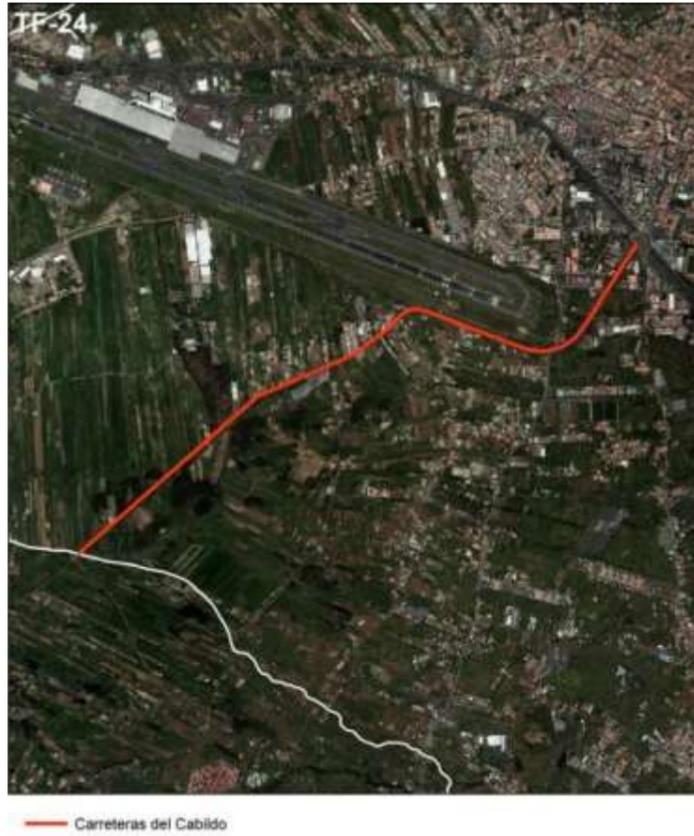
La TF-16, carretera Tejina - Tacoronte, conecta la TF-13 con al TF-152, discurrendo por los municipios de San Cristóbal de La Laguna y Tacoronte. Dentro del municipio de La Laguna discurre por los núcleos de Tejina y Valle de Guerra.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria de 9.588 veh/día, con un máximo de 11.722 veh/día en un tramo. La velocidad de circulación media es en torno a los 60 Km/h, con tramos de 50 km/h en tramos urbanos o cruces o rotondas. En cuanto a las características geométricas de la vía, el ancho de la plataforma varía entre los 6 y 9 metros según el número de carriles del tramo considerado. La carretera tiene una sola calzada, la mayoría de ella con dos carriles por sentido excepto un tramo con un solo carril y un sentido a la altura del Valle Guerra.

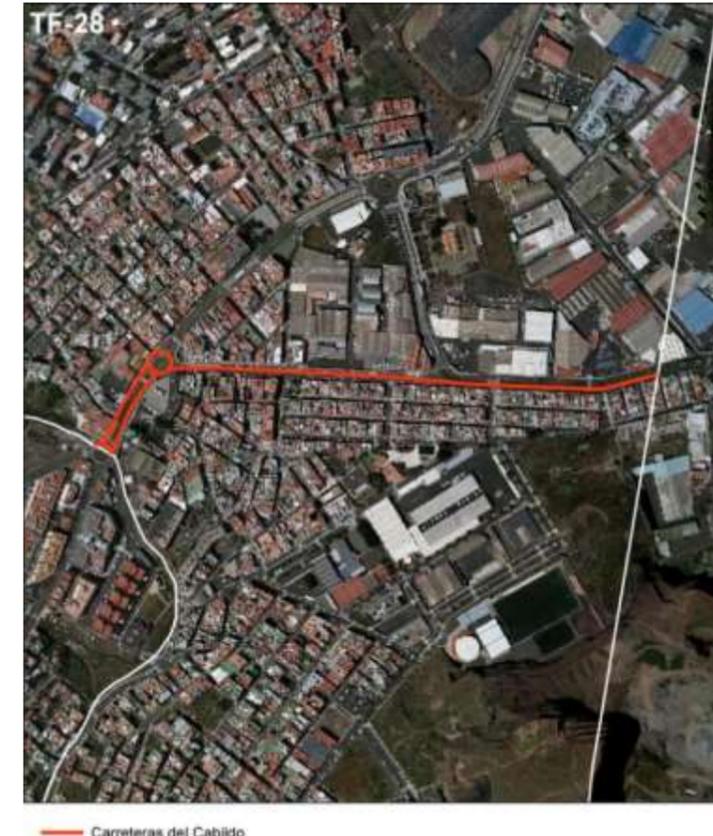
- TF-24

La TF-24, conocida como la carretera de La Esperanza, discurre por los municipios de San Cristóbal de La Laguna y El Rosario. Dentro de La Laguna discurre por el núcleo de Geneto y posteriormente actúa como límite entre el núcleo de Los Baldíos con Coromoto-Aeropuerto y Los Rodeos.

El tramo de la TF-24 objeto de estudio una intensidad media diaria de 12.388 veh/día. La velocidad de circulación media es en torno a los 60 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, el ancho de la plataforma varía es de 9 metros. La carretera tiene una sola calzada, de doble sentido.



**Imagen nº 10:** Tramo de la carretera TF-24 dentro del municipio de La Laguna



**Imagen nº 11:** Tramo de la carretera TF-28 dentro del municipio de La Laguna

- TF-28

La TF-28, también conocida como vieja del Sur, es la carretera antigua que conecta la zona metropolitana con el sur de la isla, discurrendo por medianías. Dentro del municipio de La Laguna discurre exclusivamente por el núcleo de Taco.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 11.850 vehículos/día de media y de 12.976 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media es de 50 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una y dos calzadas de doble sentido, según el tramo, con uno y dos carriles por sentido según el tramo, con un ancho de la plataforma entre 10 y 20 metros.

- TF-152

La TF-152, también conocida como carretera general del norte, discurre por los municipios de La Laguna y Tacoronte. Dentro del municipio de La Laguna actúa como límite entre los núcleos Centro y La Vega, posteriormente pasa por La Vega, Coromoto-Aeropuerto y finalmente Guamasa.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 12.199 vehículos/día de media y de 15.991 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media es de 60 Km/h, si bien tiene tramos de menos velocidad, 50 y 40 km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una calzada de doble sentido, con un ancho de la plataforma varía entre los 9 y 13,5 metros según el tramo considerado.

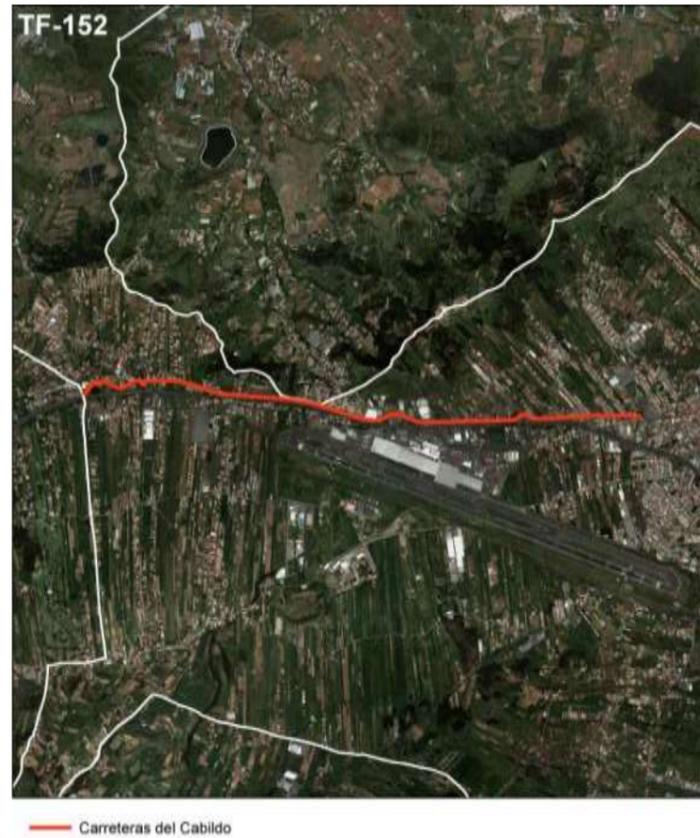


Imagen nº 12: Tramo de la carretera TF-152 dentro del municipio de La Laguna



Imagen nº 13: Tramo de la carretera TF-156 dentro del municipio de La Laguna

- TF-156

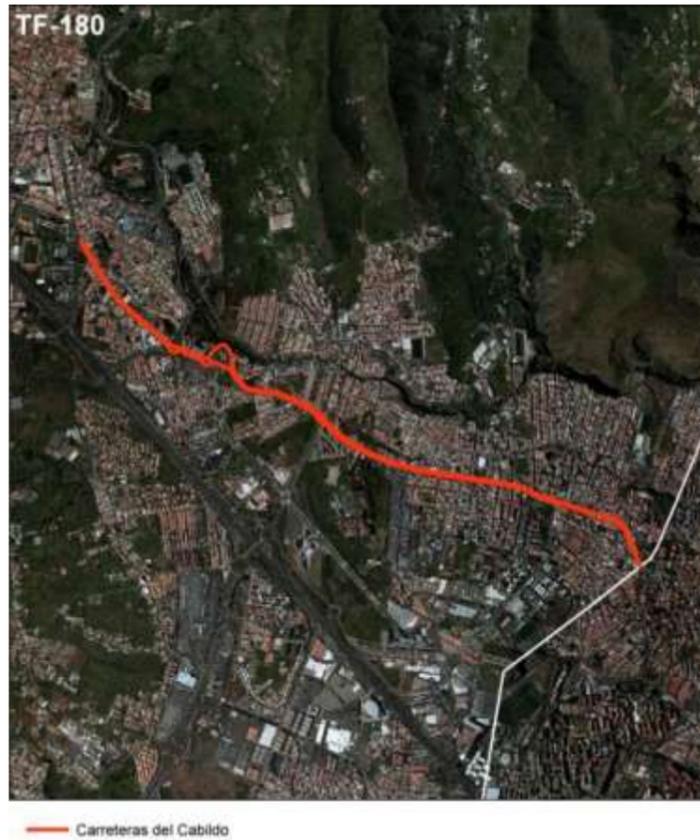
La TF-156, conocida como carretera de El Boquerón, conecta la TF-152 con la TF-16, discurriendo por el municipio de La Laguna. El tramo objeto de estudio en los MER carreteras de Canarias 2012 discurre dentro del municipio de La Laguna exclusivamente por el núcleo de Guamasa.

Tiene un único dato de intensidad media diaria (IMD) de 9.066 vehículos/día de media, en el tramo objeto de estudio. La velocidad de circulación media es de 60 Km/h, si bien tiene tramos de menos velocidad, 50 y 40 km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una calzada de doble sentido, con un ancho de la plataforma de 9 metros.

- TF-180

La TF-180 conocida como carretera general Santa Cruz – La Laguna, conecta los citados municipios, discurriendo el tramo objeto de estudio exclusivamente por el municipio de La Laguna, concretamente dentro del núcleo de La Cuesta. Actualmente tiene titularidad municipal, conocida como la Avda. de Los Menceyes.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 12.493 vehículos/día de media y de 14.688 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media es de 50 Km/h, si bien tiene tramos de 40 km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta en su mayor parte con dos calzadas con dos carriles por sentido, con un ancho de la plataforma de calzada de 9 metros.



**Imagen nº 14:** Tramo de la carretera TF-180 dentro del municipio de La Laguna



**Imagen nº 15:** Carretera TF-194

- TF-194

La TF-194 conocida como carretera general La Cuesta – Taco, discurre el tramo objeto de estudio exclusivamente por el municipio de La Laguna, concretamente en el tramo objeto de estudio de los MER carreteras de Canarias 2012 por el núcleo de Taco. Actualmente es de titularidad municipal.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 30.152 vehículos/día de media y de 47.159 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media es de 50 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con dos calzadas con dos carriles por sentido, con un ancho de la plataforma de calzada de 9 metros.

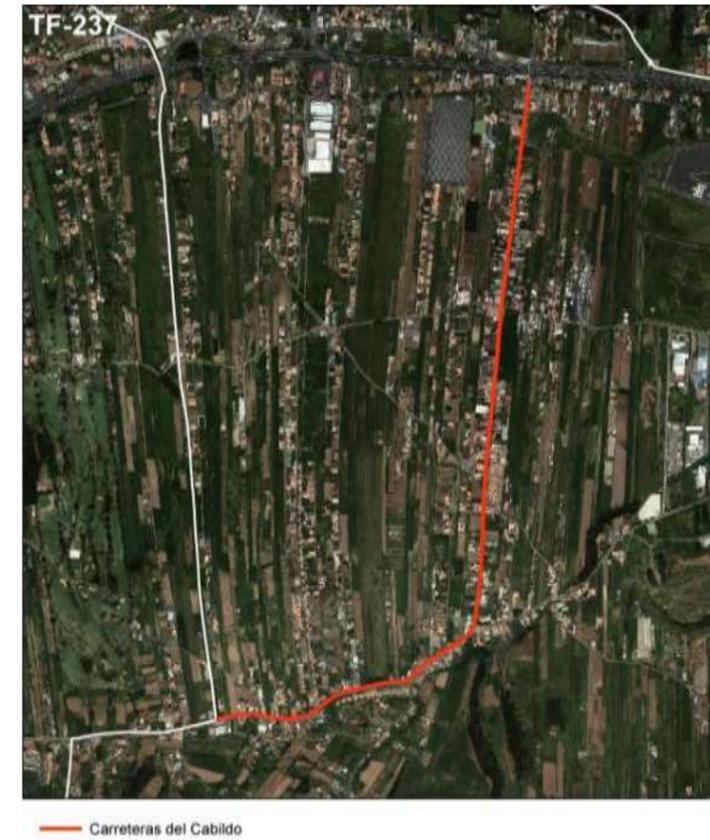
- TF-235

La TF-235, conecta Los Rodeos – Campo de golf. El tramo objeto de estudio discurre por el municipio de La Laguna, concretamente por los núcleos de Coromoto-Aeropuerto y Los Rodeos.

Con un volumen de tráfico irregular, tiene una intensidad media diaria (IMD) de 9.632 vehículos/día de media y de 9.900 veh/día en su tramo máximo. La velocidad de circulación media es de 40 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una calzada de doble sentido, con un ancho de la plataforma varía entre los 7 y 9 metros según el tramo considerado.



**Imagen nº 16:** Tramo de la carretera TF-235 dentro del municipio de La Laguna



**Imagen nº 17:** Tramo de la carretera TF-237 dentro del municipio de La Laguna

- TF-237

La TF-237, carretera de la Cruz Chica a Aguagarcía., discurre, en el tramo objeto de estudio discurre por el municipio de La Laguna, concretamente por el núcleo de Los Rodeos.

La intensidad media diaria (IMD) es de 9.895 vehículos/día. La velocidad de circulación media es de 50 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una calzada de doble sentido, con un ancho de la plataforma de 9 metros.

- TF-265

La TF-265, carretera de La Laguna a Llano del Moro., discurre, en el tramo objeto de estudio por el municipio de La Laguna, actuando como límite en el tramo objeto de estudio por los MER carreteras de Canarias 2012 entre los núcleos de Geneto y Los Baldíos.

La intensidad media diaria (IMD) es de 11.147 vehículos/día. La velocidad de circulación media es de 50 Km/h. En cuanto a las características geométricas de la vía, cuenta con una calzada de doble sentido, con un ancho de la plataforma de 9 metros.

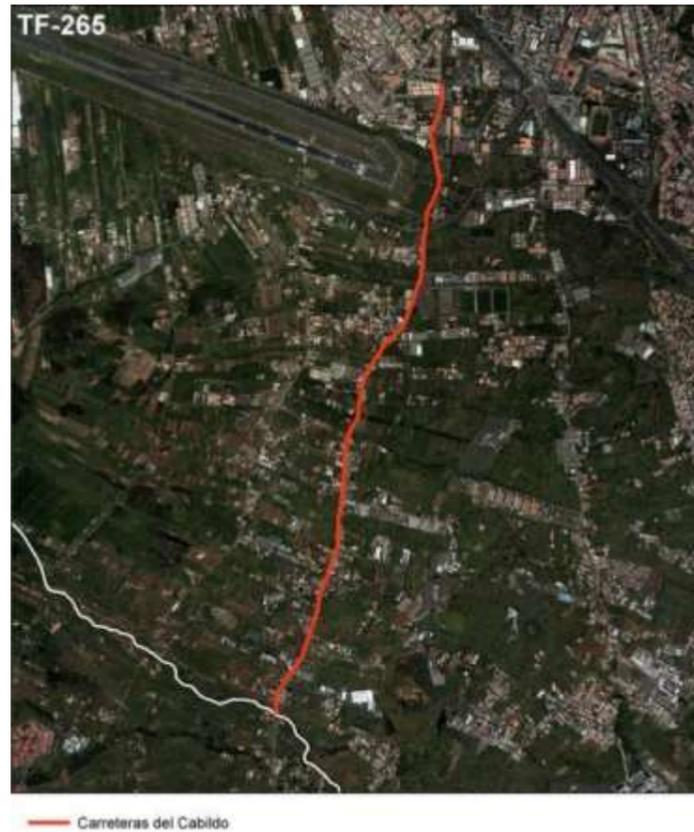


Imagen nº 18: Tramo de la carretera TF-265 dentro del municipio de La Laguna

#### 4.1.2. Jerarquía viaria municipal

El resto del viario existente en el municipio es municipal. Dentro del mismo, teniendo en cuenta la jerarquía que se llevó a cabo en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de La Laguna, cabe diferenciar.

##### Viario exterior

Se agrupan en esta categoría las vías que estructuran y articulan el término municipal a nivel global. Forman la red que conecta las comarcas del municipio y éste con el resto de la isla, canalizando los tráficos de paso de larga distancia.

Su forma y tipología responden a cuestiones derivadas de las necesidades de transporte y adaptación al territorio, sin intención directa de articular los sectores urbanos, pues dada la ocupación de suelo que precisan y generación de impactos ambientales derivados de su funcionamiento no los hacen fácilmente compatible con los usos urbanos. No obstante, indirectamente marcan "límites" de las zonas susceptibles de ocupación por la urbanización y en algún caso, incluso lo atraviesan.

Son viarios destinados a albergar los tráficos motorizados de mayor volumen con velocidades e intensidades de circulación medio-altas por lo que disponen de tipologías carreteriles. Su trazado debería discurrir alejado de las tramas urbanas y cuando precisan atravesarla lo deberían hacer de la forma menos impactante posible, adoptando características de travesía cuando es posible o mediante soluciones técnicamente más complejas (trazado en trinchera).

El diseño y ordenación de estas vías se rigen por lo señalado en la normativa particular; Instrucción 3.1. I.C.-Trazado y la Ley de Carreteras de Canarias.



- Viario Exterior
- Viario Exterior Travesía
- Vía Urbana Básica
- Viario Local
- Peatonal

Imagen nº 19: Viario exterior y exterior travesía

A continuación se listan las vías exteriores:

Vías exteriores	Vías exteriores travesía
TF-2	Calle Arriba
TF-5	TF-13 (Bajamar)
TF-12	TF-13 (La Punta)
TF-13	TF-16 (Tejina)
TF-16	TF-16 (Valle de Guerra)
TF-24	Tomás González Rivero
TF-156	
TF-111	

Tabla nº 3: Vías exteriores y exteriores travesía

### Viario urbano básico

Se identifica aquellos viarios que constituyen las arterias principales de los núcleos urbanos del municipio, tanto en cuanto a su capacidad soporte (media-alta) como a su relevancia como elementos principales en la conformación de la trama urbana.

Están destinados fundamentalmente al tráfico motorizado pero permiten el tránsito de peatones y bicicletas, de forma segregada. Este viario sirve de canal de distribución entre la red exterior y la red urbana.

El diseño de su sección transversal e intersecciones prioriza la fluidez del tráfico rodado, por ello no suelen disponer de aparcamiento. El conjunto de los parámetros de diseño estarán destinados a evitar velocidades superiores a los 40 km/h.

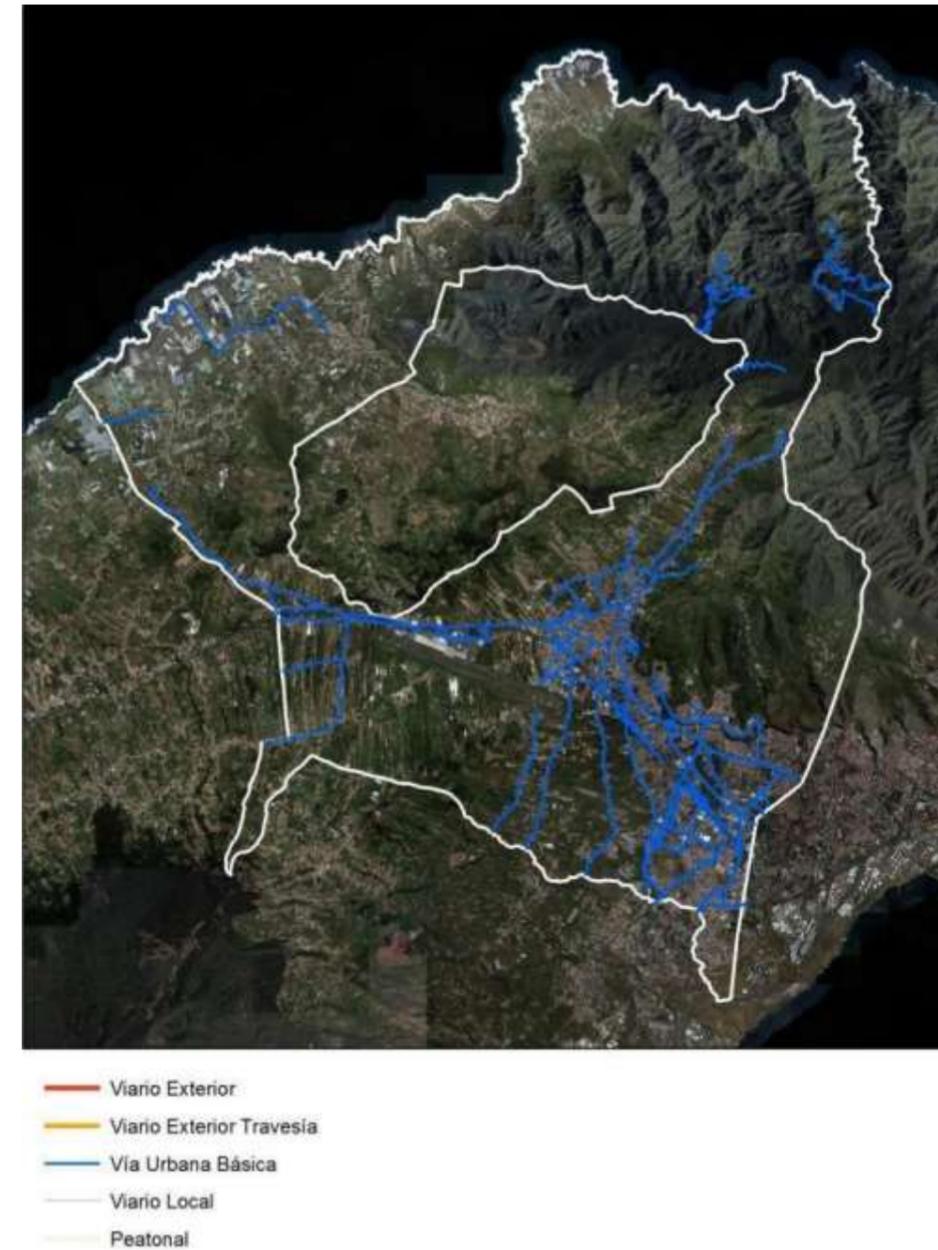


Imagen nº 20: Viario urbano básico

A continuación se listan las vías urbanas básicas:

Vías urbanas básicas		
Aceviño	Juana Blanca	República De Venezuela
Achamán	Junta Suprema	San Antonio
Alfredo Hernández Canino	La Candelaria	San Bartolomé De Geneto
Ángel Guimerá Jorge	La Cañada	San Cristóbal
Astrofísico Francisco Sánchez	La Hornera	San Diego
Barranquillo De Acentejo	La Libertad	San Francisco De Paula
Bartolomé Cairasco	La Piterita	San José Obrero
Calvo Sotelo	La Rúa	San Miguel De Geneto
ampo De Golf	Las Macetas	Santa Rosa De Lima
César Manrique	Las Mantecas	Seis De Diciembre
César Manrique Primera Izquierda	Las Palmeras	Silverio Alonso
Córdoba	Llano Los Molinos	Tabares Bartlet
Cuesta Taco	Lomo Largo	Tabares De Cala
Daute	Lora Tamayo	Teobaldo Power
De Las Mercedes	Los Bolos	TF-138
De Trinidad	Los Majuelos	TF-143
Del Medio	Los Menceyes	TF-145
Dieciocho De Julio	Lucas Vega	TF-152
El Batán	Madre Del Agua	TF-156
El Bronco	Marcos Redondo	TF-161
El Consistorio	Marqués De Celada	TF-180 (Ctra. Gen. SC-LL)
El Cristo	Nava Y Grimón	TF-194 (Ctra. Gen. Cuesta-Taco)
El Juego	Núñez De La Peña	TF-235
El Paso	Orfeón La Paz	TF-237
El Vallado	Parrado	TF-265
Enlace TF-5	Patrona de Canarias	TF-28
Fuente Cañizares	Pozo Cabildo	Universidad
Garimba	Primo De Rivera	Vueltas Blancas
General Del Sur TF-2	Quinteras	
General Santa Cruz Laguna	Quintín Benito	
Hermanos Marrero	Radioaficionado	
Jardina	Real De La Verdellada	
Juan Fernández	República Argentina	

Tabla nº 4: Listado de vías urbanas básicas

### Viario local

Se identifica como los viarios que alojan los tráficos "en los extremos de sus viajes", en el origen o en el fin, descartando que alojen tráficos de paso. Esto se consigue debido a su diseño, capacidad y organización de sentidos, sin que lleguen a constituirse como caminos alternativos del viario urbano exterior y el urbano básico.

El conjunto de los parámetros de diseño estarán destinados a evitar velocidades superiores a los 30 km/h. En general este viario da mayor protagonismo al peatón y la bicicleta frente al vehículo motorizado.



Imagen nº 21: Viario local

### Viario peatonal

Viario restringido al paso de peatones y acceso a garajes. Los peatonales destacan en el Casco Histórico, fruto de las últimas peatonalizaciones llevadas a cabo. También los núcleos de Bajamar y La Punta presentan áreas peatonales de interés, coincidiendo principalmente con paseos marítimos. En el resto de núcleos hay presencia de peatonales de forma dispersa, sin demasiada conectividad entre ellos.



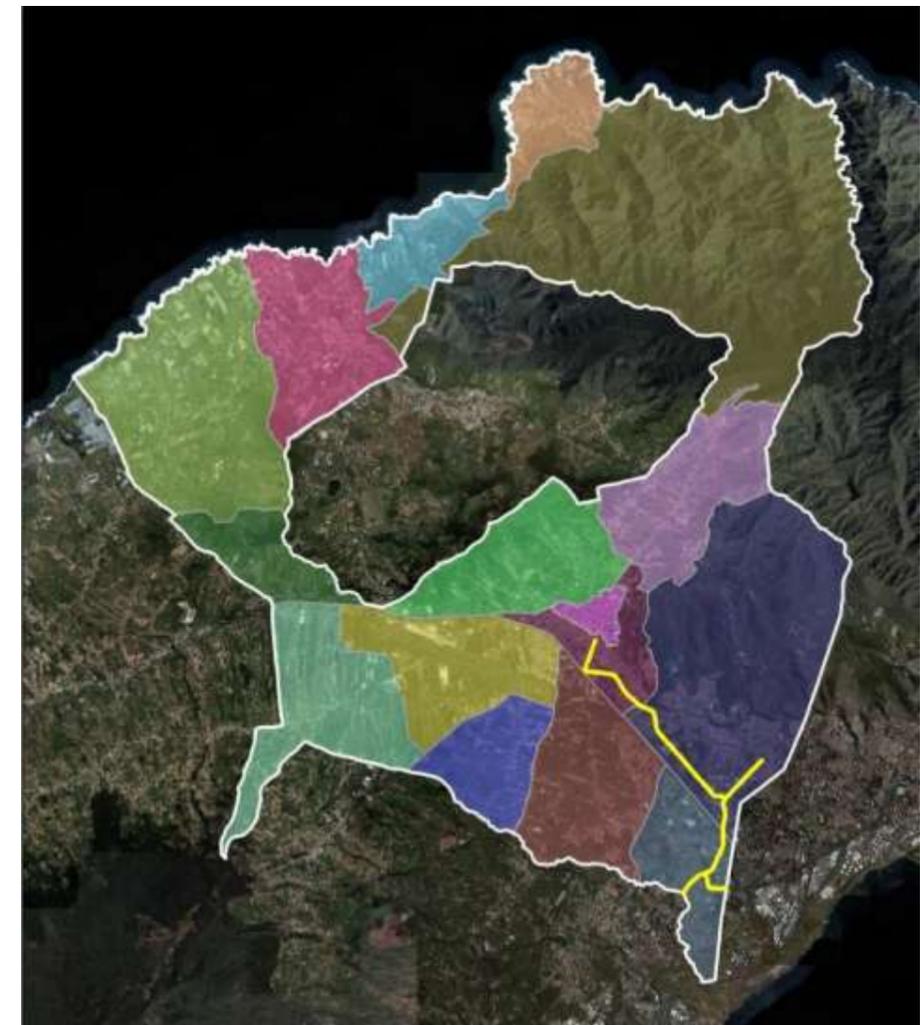
- Viario Exterior
- Viario Exterior Travesía
- Vía Urbana Básica
- Viario Local
- Peatonal

Imagen nº 22: Calles peatonales

### 4.2. TRÁFICO TRANVIARIO

El tranvía de Tenerife tiene dos líneas:

- **Línea 1:** Santa Cruz – La Laguna. Conecta los principales centros administrativos, equipamientos culturales, educativos, hospitalarios, de servicio y zonas comerciales entre las dos ciudades expuestas. Discurre, dentro de La Laguna por los núcleos de Taco, La Cuesta y Centro.
- **Línea 2:** La Cuesta – Tíncer. Circula entre las zonas de alta densidad de población de los municipios de Santa Cruz y La Laguna (La Cuesta, Taco y Tíncer). Discurre, dentro del municipio de La Laguna por los núcleos de La Cuesta y Taco.



- |  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color: yellow;">—</span> Red de tranvía             | <span style="color: purple;">—</span> La Cuesta            | <span style="color: olive;">—</span> Parque Rural         |
| <span style="color: cyan;">—</span> Bajamar                      | <span style="color: orange;">—</span> La Punta del Hidalgo | <span style="color: grey;">—</span> Taco                  |
| <span style="color: magenta;">—</span> Casco                     | <span style="color: green;">—</span> La Vega               | <span style="color: pink;">—</span> Tejina                |
| <span style="color: yellowgreen;">—</span> Coromoto - Aeropuerto | <span style="color: purple;">—</span> Las Mercedes         | <span style="color: lightgreen;">—</span> Valle de Guerra |
| <span style="color: brown;">—</span> Geneto                      | <span style="color: blue;">—</span> Los Baldíos            | <span style="color: maroon;">—</span> Zona Centro         |
| <span style="color: green;">—</span> Guamasa                     | <span style="color: cyan;">—</span> Los Rodeos             |   |

Imagen nº 23: Localización del tranvía sobre los ámbitos acústicos

En la siguiente imagen se muestran las líneas 1 y 2 del tranvía. Se puede observar que comparten vía en un tramo.

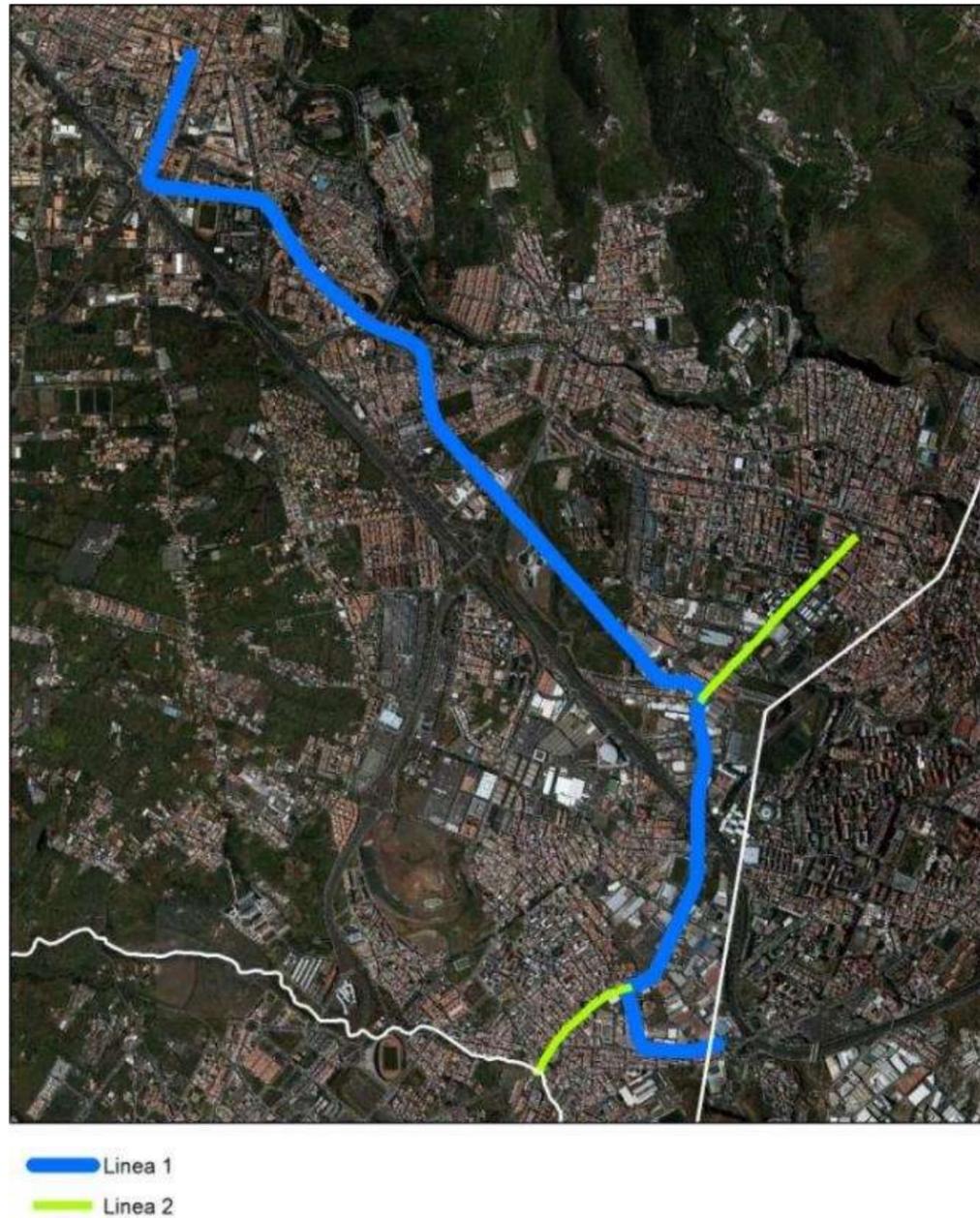


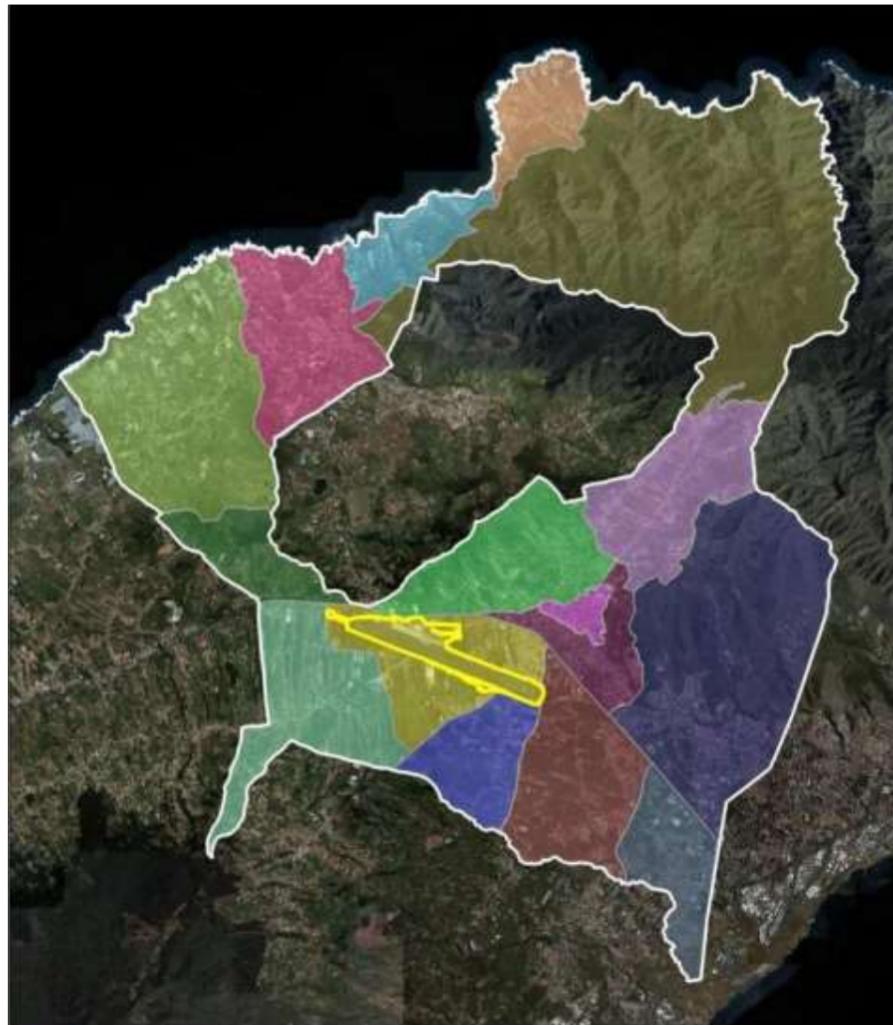
Imagen nº 24: Líneas 1 y 2 del tranvía

### 4.3. TRÁFICO AEROPORTUARIO

El aeropuerto de Los Rodeos se configura como una infraestructura de suma importancia, no solo para el municipio de La Laguna sino para toda el área metropolitana y norte y sureste de la isla, siendo el aeropuerto más utilizado por la población de las áreas anteriormente mencionadas.

El incremento de la población de La Laguna con la consiguiente expansión urbanística en áreas de influencia del aeropuerto, ligado a una falta de legislación en materia urbanística que compatibilizase su uso con las edificaciones residenciales y edificios sensibles (centros educativos y sanitarios), además del incremento de operaciones que se ha producido con el paso de los años, ha generado que desde el punto de vista acústico se haya convertido en un problema para las zonas por las que los aviones realizan su trayectoria de aproximación o despegue. Sin embargo, la inoperatividad en horario nocturno, desde las 23:00 a las 07:00 permite el descanso en este periodo.

Como puede observar en la siguiente imagen, el aeropuerto se ubica dentro del núcleo Coromoto – Aeropuerto, ocupando gran parte del mismo.



	Aeropuerto		La Cuesta		Parque Rural
	Bajamar		La Punta del Hidalgo		Taco
	Casco		La Vega		Tejina
	Coromoto - Aeropuerto		Las Mercedes		Valle de Guerra
	Geneto		Los Baldíos		Zona Centro
	Guamasa		Los Rodeos		

Imagen nº 25: Localización del Aeropuerto de Los Rodeos

Teniendo en cuenta la frecuencia de vientos, la pista de más uso es las 30-12 (aterrizaje por 30 y despegue por 12), situándose la cabecera 30 en el este y la cabecera 12 en el oeste. Teniendo en cuenta lo anterior, los núcleos potencialmente más afectados por el ruido de las operaciones son Geneto, Centro, Los Baldíos, La Vega, Coromoto-Aeropuerto, Los Rodeos y Guamasa.

Las franjas horarias de mayor tráfico son: 07-11, 12-14 y 18-21 h.

A continuación se exponen datos estadísticos del aeropuerto de Los Rodeos, correspondientes al año 2014.

	Pasajeros (pax)	Operaciones (núm)	Mercancías (tn)
	3.638.953	52.689	13.973.488
Puesto (ranking) de la red AENA	14	10	6

Tabla nº 5: Datos estadísticos Aeropuerto de Los Rodeos

Fuente: AENA

No cabe duda, de que es uno de los principales aeropuertos del Estado, y ello a pesar de no operar en horario nocturno.

Hay que comentar que AENA ha ejecutado la primera fase del Plan de Acción de Contaminación Acústica, consistente en la insonorización de viviendas, estando pendiente de ejecución la segunda fase.

#### 4.4. FUENTES INDUSTRIALES

Para la identificación de las fuentes de ruido industriales se ha tomado como base las áreas industriales aportadas por la Gerencia de Urbanismo de La Laguna, tanto aquellas que tiene este Uso dentro del Plan General de Ordenación vigente como las que se han ido ejecutando tras la aprobación del citado Plan.

En la siguiente imagen se muestra la distribución territorial de las mismas.



Imagen nº 26: Distribución territorial de las áreas industriales

Como puede observarse en la imagen anterior el grueso de las industrias, bien dentro de Polígonos Industriales como fuera de éstos, se localiza en el núcleo de Taco y La Cuesta. También cabe destacar el núcleo de La Vega y Coromoto Aeropuerto, por su proximidad a la infraestructura aeroportuaria.

Se ha realizado un inventario de todas las áreas industriales, que puede consultarse en el Anexo II. *Fichas de industrias*, del presente documento. Este inventario, elaborado tras la visita de todas las áreas industriales ha tenido por objeto determinar qué industrias son consideradas como fuente de ruido. Cabe destacar que el tipo de industria predominante es de tipo ligera, mucha actividad de almacenamiento y distribución de productos, entre otras cosas por la proximidad de la mayoría de ellas a núcleos urbanos. Tras el inventario realizado, éstas son las que se consideran como fuente de ruido:

- Matadero insular
- Grupo Sada\_Frimancha
- Prefabricados Julca
- Celgán
- JSP
- Desguaces Tenerife

En el anexo III. *Fichas medidas acústicas*, se recogen los resultados de las mediciones de cada una de ellas con el objeto de modelar el ruido que generan.

## 5. TRATAMIENTO INFORMÁTICO DE LA CARTOGRAFÍA

### 5.1. DATOS GEOMÉTRICOS Y TOPOGRÁFICOS

Los datos geográficos y topográficos necesarios para la obtención de un modelo en tres dimensiones del área de estudio se han obtenido principalmente a través de tres fuentes de información:

- a. Cartografía topográfica
- b. Cartografía catastral
- c. Visitas de campo

#### 5.1.1. Cartografía digital

La cartografía topográfica utilizada para la elaboración de los Mapas de Ruido municipales es la elaborada por la empresa Cartografía de Canarias S.A. (GRAFCAN), empresa pública del Gobierno de Canarias responsable de las actividades de planificación, producción, explotación, difusión y mantenimiento de la información geográfica y territorial de Canarias, conforme a la política geográfica del Gobierno de Canarias.

Ha sido necesario tratar la información cartográfica existente en formato CAD para que el Sistema de Información Geográfica pudiese integrarse en la su base de datos, asimilando la información según las necesidades y objetivos del presente proyecto.

También se ha utilizado la información geográfica que puede ser consultada por medio del catálogo de servicios de la Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias (IDECAN), que puede ser consultada mediante los servicios WMS.



Imagen nº 27: Página de IDECAN

**5.1.2. Datos catastrales**

Para delimitar las edificaciones y su altura, se decidió utilizar la información contenida en la cartografía catastral, suministrada a partir de la Oficina Virtual del Catastro. Esta fuente permite distinguir los distintos edificios a partir de su referencia catastral, lo que facilita su posterior utilización para calcular la distribución de la población de manera más adecuada a la realidad.

A su vez, esta información tuvo que ser tratada ya que no se adaptaba a las necesidades del presente estudio, principalmente desde pos líneas de trabajo:

1. **Reproyección de la información.** El organismo encargado de la elaboración y mantenimiento de esta información no trabaja en el mismo sistema de coordenadas que la cartografía elaborada por GRAFCAN, por lo que fue necesario su reproyección para ajustarla a la cartografía base utilizada

2. **Determinación de la altura de las edificaciones.** Desde el punto de vista catastral, la altura de las edificaciones es tratada como un atributo de texto, siendo codificada mediante números romanos, y codificando algunos parámetros; pero para la generación del modelo 3D de las edificaciones, es necesario tener un valor numérico, por lo que se tuvo que asignar un valor numérico a cada uno de estos atributos, para de esta forma obtener las distintas alturas de las edificaciones.

**5.1.3. Visitas de campo**

Se realizaron diversas visitas de campo para comprobar la adecuación de los planos a la situación real, y en caso de ser necesario se actualizó.

**5.2. USOS DEL SUELO**

Para la determinación de los usos del suelo se han utilizado varias fuentes que permitiesen contrastar la información:

- Plan General de Ordenación. Se han utilizado los Usos Globales definidos en el Plan General de Ordenación vigente en el momento de redacción de este estudio.
- Mapa de Ocupación del Suelo (2002) elaborado por GRAFCAN. Este se genera mediante técnicas de fotointerpretación de la ortofoto color 1:25.000, sobre la que se delimitan recintos en función de una clasificación establecida.

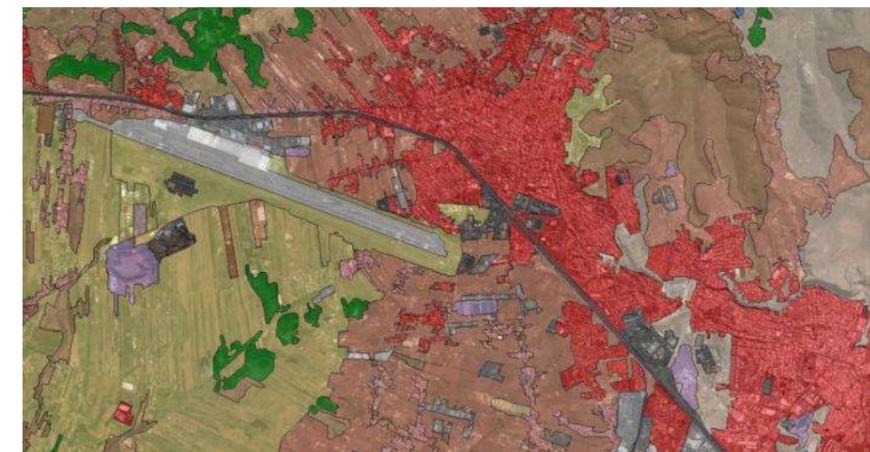


Imagen nº 28: Mapa de Ocupación del Suelo (GRAFCAN)

- Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España. (SIOSE). Se trata de un proyecto enmarcado dentro del Plan Nacional de Observación del Territorio en España (PNOT), dirigido por el IGN/CNIG, con una última actualización publicada en 2006.

Al comparar la información contenida en el SIOSE respecto al Mapa de Usos del Suelo elaborado por GRAFCAN puede observarse que, en los ámbitos urbanos además de tener un mayor grado de detalle, contiene una mayor clasificación de coberturas y usos del suelo lo que ayudará en gran medida a la determinación preliminar de los usos del suelo, siendo las unidades mínimas a representar las que se indican a continuación:

- a. En el caso de superficies artificiales: 1 ha.
- b. Playas, agua y cultivos forzados: 0,5 ha
- c. Zonas agrícolas, forestales y naturales (2 ha)



Imagen nº 29: Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE)

### 5.3. ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

La normativa legal vigente en materia acústica, establece que en la planificación general territorial y en los instrumentos de planeamiento urbanístico, tanto a nivel general como de desarrollo, se debe incluir la zonificación acústica del territorio en áreas acústicas.

Las áreas acústicas se clasifican en atención al uso predominante del suelo, en los tipos que determinen las comunidades autónomas, las cuales habrán de prever, al menos, los siguientes:

- a. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
- b. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
- c. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
- d. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
- e. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.

- f. Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.
- g. Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.
- h. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico.

Al proceder a la zonificación acústica de un territorio, en áreas acústicas, se deberá tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica y de reservas de sonido de origen natural, en caso de haberse delimitado.

La delimitación territorial de las áreas acústicas y su clasificación se basará en los usos actuales o previstos del suelo. Por tanto, la zonificación acústica de un término municipal únicamente afectará, excepto en lo referente a las áreas acústicas de los tipos f) y g), a las áreas urbanizadas y a los nuevos desarrollos urbanísticos.

Ningún punto del territorio podrá pertenecer simultáneamente a dos tipos de área acústica diferentes.

La zonificación del territorio en áreas acústicas debe mantener la compatibilidad, a efectos de calidad acústica, entre las distintas áreas acústicas y entre éstas y las zonas de servidumbre acústica y reservas de sonido de origen natural, en caso de haberse delimitado, debiendo adoptarse, en su caso, las acciones necesarias para lograr tal compatibilidad.

Si concurren, o son admisibles, dos o más usos del suelo para una determinada área acústica, se clasificará ésta con arreglo al uso predominante, determinándose éste por aplicación de los criterios para determinar la inclusión de un sector del territorio en un tipo de área acústica relativo a la asignación de áreas acústicas.

Para la elaboración de la zonificación acústica se ha tomado como base los usos globales del Plan General de Ordenación vigente, pasando estos usos globales a áreas acústicas. Teniendo en cuenta los usos existentes se ha estimado conveniente crear nuevas áreas acústicas, estando conformada la zonificación acústica por las siguientes áreas acústicas y los siguientes objetivos de calidad acústica.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L <sub>d</sub>	L <sub>e</sub>	L <sub>n</sub>
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial	65	65	55
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo recreativo y de espectáculos	73	73	63
d	Actividades terciarias no incluidas en el epígrafe c	70	70	65
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.	(2)	(2)	(2)
G	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.	55	55	50
h	Sectores del territorio destinados a uso agropecuario	70	70	60
i	Sectores del territorio a conservar	70	70	60
j	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico.	73	73	63

**Tabla nº 6:** Áreas acústicas y objetivos de calidad acústica

En la siguiente tabla se recoge la correspondencia de los usos del PGO vigente con las áreas acústicas, incluyendo el número de polígonos que se corresponden con cada área.

Tipo de área acústica		Actividades Económicas	Agropecuario	Aparcamiento	Áreas de juego y áreas ajardinadas	Áreas Peatonales y Plazas	Camping	Conservación	Deportivo	Docente	Estación de Servicio	Hotelero	Industrial	No procede	Oficina	Parque	Parque cultural recreativo	Parque deportivo	Parque Periurbano	Parque Urbano	Residencial	Residencial Colectiva	Residencial Unifamiliar	Sala de reunión	Sanitario	Servicio Público	Servicios	Sociocultural	Terciario	Viarío
		<b>a</b>	Sectores del territorio con predominio del suelo de uso residencial			5	443	245	2			2				4		20		1		28	586	1457	842	1		43		232
<b>b</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial				1								74			1										3				
<b>c</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo																	4		3						1		2		
<b>d</b>	Actividades terciarias no incluidas en el epígrafe c	4													2											7		11		
<b>e</b>	Zonas del territorio destinados a usos sanitario, docente y cultural			2	17	15			1	103						1				1		76	3	2	22	9		21		
<b>f</b>	Sectores del territorio afectados a Sist. General Infr. Transporte										19															1		1		54
<b>g</b>	Espacios Naturales Protegidos que requieran protección especial							8																		1				
<b>h</b>	Sectores del territorio destinados a uso agropecuario		95																											
<b>i</b>	Sectores del territorio a conservar							75		2								2	9	11						1				
<b>j</b>	Sectores del territorio destinados al uso turístico				1							8				1					1	1	1					1		

Imagen nº 30: Correspondencia de usos del PGO con las áreas acústicas

#### 5.4. EDIFICACIÓN

Para la determinación de las edificaciones existentes dentro del término municipal de San Cristóbal de La Laguna se ha partido de la información suministrada por la Dirección General de Catastro, mediante la cartografía catastral, Esto es debido a que permite una distinción de edificios, mediante la parcela catastral, que no es posible realizar desde la Cartografía del Mapa Topográfico de GRAFCAN, lo que facilitará el cálculo de la población según la metodología desarrollada en siguientes apartados. A partir de la cartografía catastral es posible la delimitación de los edificios, su superficie y el número de plantas. El principal problema de la utilización de esta cartografía es que en ocasiones las delimitaciones de las parcelas catastrales y las edificaciones no coinciden con el mapa topográfico, lo que puede generar problemas topológicos en la integración de la información con el Sistema de Información Territorial, ya que ambas cartografías parten de bases topográficas distintas.

En el caso de la información relativa a los usos específicos de cada edificación, se han utilizado diversas fuentes disponibles, como técnicas de fotointerpretación y herramientas cartográficas. Dentro de las fuentes utilizadas para esta tarea, hay que destacar las siguientes:

- Cartografía Base del Mapa Topográfico a escalas 1:5.000 y 1:1000 desarrolladas por GRAFCAN
- Mapa de Ocupación del Suelo de GRAFCAN.
- Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España.
- Inventario de Establecimientos Hoteleros y Extrahoteleros de GRAFCAN

Para homogeneizar la tarea de asignación de usos a cada edificación, se ha establecido la siguiente clasificación de las edificaciones:

- **Residencial de alta densidad:** vivienda unifamiliar unida por los tabiques derecho e izquierdo de su fachada principal a otras viviendas unifamiliares. Puede ser de una o varias plantas, tener o no anejos, estar dentro de una parcela de terreno igual o mayor que el edificio. En esta rúbrica se anotarán también las viviendas pareadas (viviendas construidas de forma que se unen por un muro lateral de dos en dos). Pueden ser de una o varias plantas; tener o no anejos; estar dentro de una parcela de terreno igual o mayor que el edificio.
- **Residencial de Baja densidad:** viviendas unifamiliares, construidas, de forma aislada, es decir, todos sus muros son independientes. Puede ser de una o varias plantas; tener o no anejos; estar dentro de una parcela de terreno igual o mayor que el edificio.
- **Nave industrial:** cada uno de los espacios que se extienden entre muros para formar una fábrica, almacén u otra construcción de tipo industrial.

- **Centros Educativos:** Edificaciones destinadas exclusivamente al uso educativo. La delimitación gráfica se podrá completar, en el caso que se disponga de la información, con la siguiente tipología:
  - *Centros de educación Infantil y/o Primaria*
  - *Centros de educación secundaria*
  - *Centros de Formación Profesional.*
  - *Centros universitarios*
  - *Otros centros educativos*
- **Centros Sanitarios:** Edificaciones destinadas exclusivamente al uso sanitario. La delimitación gráfica de estas edificaciones podrá completarse en el caso que se disponga de la información, con la siguiente tipología:
  - *Hospital.*
  - *Hospital psiquiátrico.*
  - *Hospital geriátrico.*
  - *Ambulatorio o centro de especialidades*
  - *Centro de salud*
  - *Consultorio local*
  - *Centros de Urgencia y Casas de Socorro*
  - *Otros Centros Sanitarios*
- **Centros Asistenciales:** Esta clasificación indicará todos aquellos centros que tengan carácter asistencial, utilizándose en este caso la clasificación utilizada por la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos locales. Dentro de esta clasificación se indicarán los Centros de Asistencia Social, residencias de ancianos, guarderías infantiles, albergues municipales, etc.
- **Centros Comerciales:** Esta clasificación definirá todas aquellas edificaciones destinadas exclusivamente a grandes superficies comerciales.
- **Complejos Turísticos:** Dentro de esta categoría se incluirán todas aquellas edificaciones destinadas al sector turístico, distinguiéndose entre:
  - *Establecimientos Hoteleros.* En esta clasificación se incluyen todos aquellos establecimientos hoteleros y hoteles rurales
  - *Establecimientos Extrahoteleros,* que incluyen todas aquellas instalaciones de Apartamentos, viviendas turísticas y casas rurales.
- **Instalaciones Deportivas:** Esta categoría indicará todas aquellas instalaciones de uso o servicio público destinadas a actividades deportivas, sin distinción de su actividad.
- **Otras Instalaciones Públicas:** Bajo este criterio se indicarán todas aquellas instalaciones culturales de uso público que no pertenezcan a ninguno de los criterios definidos con anterioridad.

## 5.5. POBLACIÓN

Para poder evaluar el impacto del ruido sobre los habitantes de la zona de estudio, es necesario disponer de los datos de población de los distintos municipios que recorren las carreteras que son objeto de la presente asistencia.

Este es uno de los atributos más importantes a la hora de desarrollar los MER, ya que es la base del cálculo de la población afectada y por lo tanto, deberá tener un alto grado de precisión, para asegurar no solo la veracidad de la información de los MER, sino su posterior aprovechamiento para futuros trabajos, como son los posteriores Planes de Acción. Por ese motivo se han definido una serie de mecanismos complementarios que permitan obtener una distribución de población lo más real posible.

De esta forma, se intentará obtener la información de la fuente más precisa, que son los Padrones de Población. En el caso de que los Ayuntamientos afectados dispongan de un padrón con la información georeferenciada, se primará su utilización, aunque estableciendo determinadas medidas de control por si se detectasen incoherencias.

A su vez, se plantea otro mecanismo de asignación de la población, mediante métodos de distribución estadística que tomará como dato de partida la distribución de la población publicados por el Instituto Canario de Estadística (ISTAC), siendo la unidad espacial mínima estimada para el trabajo la **sección censal**, que se encuentre afectada por los MER. A partir de este dato, y la identificación de los edificios residenciales obtenidos a partir del tratamiento de la cartografía base, será posible asignar los habitantes de cada edificio residencial en función de una asignación ponderada en función del uso asignado a cada edificación y el número de viviendas estimadas.

Este atributo se presentará al órgano contratante mediante dos sistemas que difieren en la escala de trabajo:

- a. Una localización de la población, en función de cada una de las edificaciones que han sido obtenidas, a partir de la cartografía catastral.
- b. Una localización de la población, en función de manzanas cartográficas.

Como se explicará en la metodología desarrollada para esta asistencia, esta información se encontrará normalizada y será posible vincular las distintas capas de información entre sí, lo que facilitará el análisis de la población afectada y su incorporación en los MER.

En el caso del número de viviendas afectadas por cada sección o distrito, este dato se obtendrá de la información contenida en los padrones de población o si el ayuntamiento ha desarrollado un censo de viviendas. Si no es posible el acceso a esta información, también se ha planteado un mecanismo alternativo de cálculo mediante técnicas estadísticas, que relacionan la población y el número de viviendas, a través de ratios definidos por el Instituto Canario de Estadística para las secciones y distritos censales, que permiten establecer el número de habitantes por vivienda, establecido para la comunidad autónoma en un valor de 2,7 habitantes/viviendas.

Después de ponernos en contacto con el Instituto Nacional de Estadística (INE), solicitándoles la información referida al número de viviendas por sección censal, en función de los datos obtenidos en el Censo de Población y Viviendas de 2011, se nos ha indicado la posibilidad de que en el mes de diciembre del presente año 2013 se publicarán los resultados detallados, donde previsiblemente se incluirían los datos de viviendas por secciones censales.

Estos mecanismos tendrán definidas medidas de verificación de la información que permitirán identificar problemas en la asignación, como puede ser la obtención de un dato inferior a un habitante por vivienda, que implicará la revisión de los cálculos en busca de errores. En el caso de que sea correcto dicho dato, se justificarán los resultados adecuadamente (edificios desocupados, viviendas destinadas a segunda residencia, etc.)

## 5.6. CARTOGRAFÍA BASE

La cartografía base utilizada para el presente estudio es la realizada y suministrada por la empresa Cartográfica de Canarias S.A. (GRAFCAN). Esta cartografía se encuentra basada en el sistema geodésico de referencia ITRF93, adoptado por el Instituto Geográfico Nacional para la Red Geodésica del Archipiélago Canario. Lo que implica que las características de referenciación geográfica de la cartografía base elaborada por GRAFCAN, y en la que se basará toda la información elaborada para la presente licitación es la siguiente:

- Sistema de Referencia ITRF93. Elipsoide WGS84. Red Geodésica REGCAN95
- Sistema de Representación Cartográfica: Proyección UTM Huso 28/29 Norte

Dicha cartografía se elabora por hojas a escala 1:5.000 y por zonas a escala 1:1000. Esto implicará que, a fin de simplificar y agilizar su manejo, garantizando el empleo de la mayor precisión en cualquier punto del territorio que será objeto de análisis, se realizará la fusión en dos ficheros shapes en función de la escala de análisis.

Por lo tanto, se considera necesario la realización de un proceso de tratamiento de la información contenida en la cartografía base que se puede resumir en el siguiente esquema.

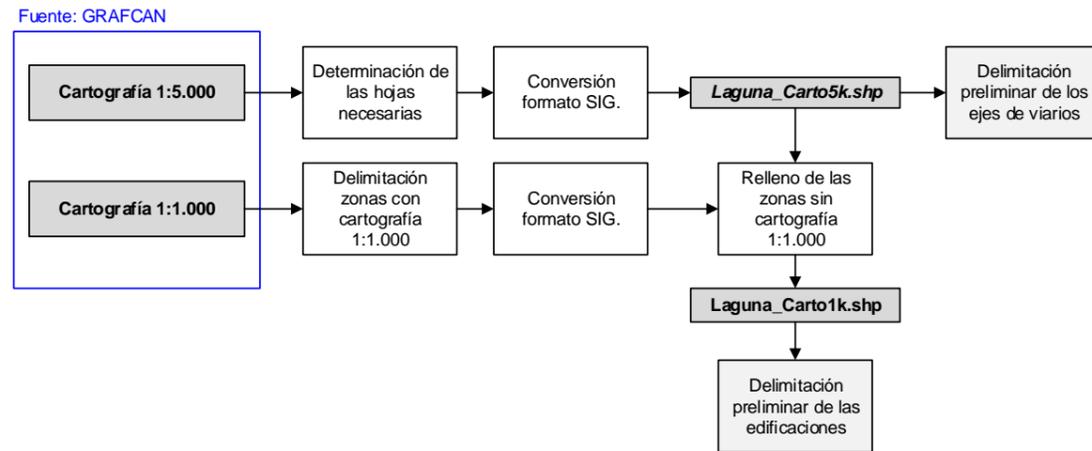


Imagen nº 31: Proceso de tratamiento de la información cartográfica

Para realizar la fusión de la información contenida en la cartografía 1:1000 y la 1:5000 lo que se hace es una vez que han sido identificadas las zonas donde existe cartografía de mayor escala, y han sido definidos sus atributos en función del catálogo de entidades de GRAFCAN, se proceder a su delimitación en recintos que permitirán delimitar estas zonas en la Cartografía 1:5.000.

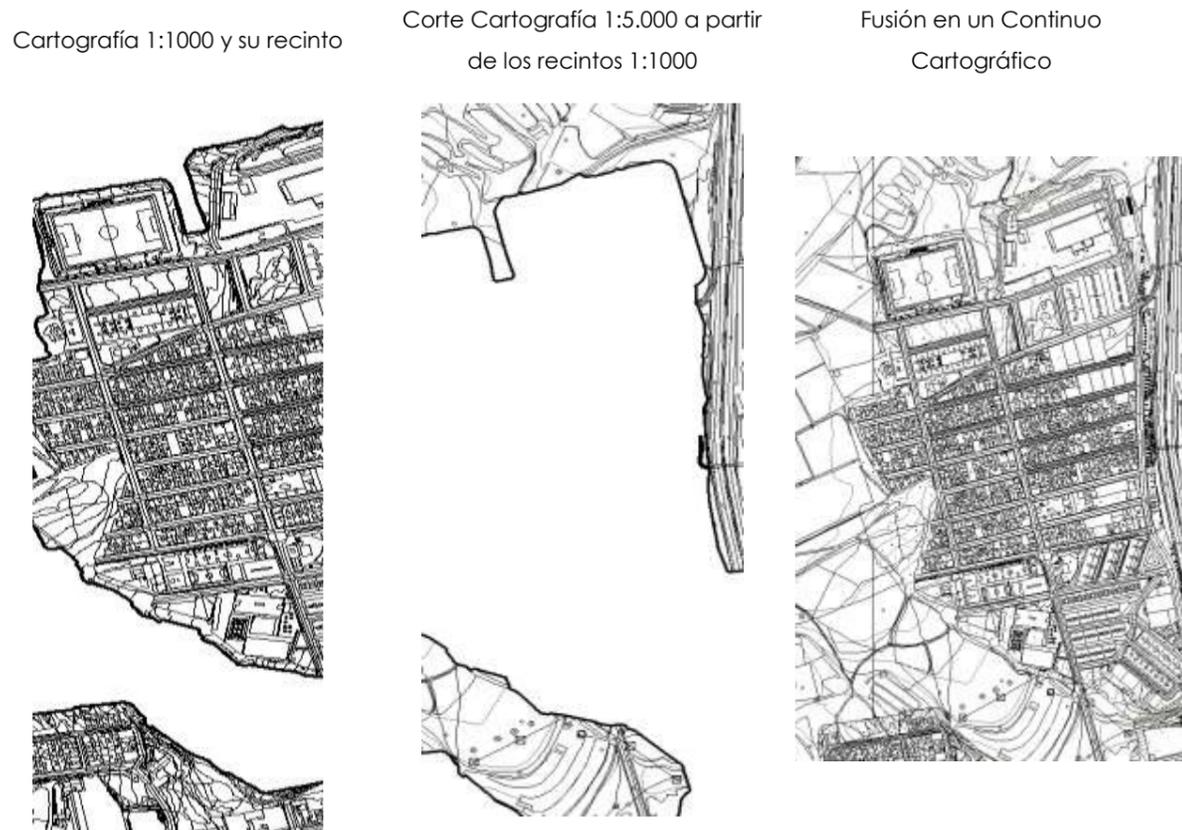


Imagen nº 32: Cartografías

Estos recintos permitirán la eliminación de todas las entidades que se encuentran en su interior, mediante herramientas de geoproceto, que permiten realizar cortes precisos a partir de los recintos delimitados.

Esto permitirá posteriormente fusionar la información perteneciente a la cartografía 1:1.000 y la 1:5.000 evitando que se produzca una superposición de las entidades que pueda generar problemas de cálculo en los programas utilizados para la realización de los trabajos.

Una vez ha sido identificada la cartografía necesaria para la realización de los trabajos, es necesario adaptarla al formato SIG, por lo que es necesario limpiar atributos y clasificarla, lo que permitirá a los técnicos realizar los trabajos necesarios para el desarrollo de los objetivos del estudio

### 5.7. MODELO 3D

Para recrear la situación acústica en el municipio de estudio será necesario desarrollar una restitución tridimensional de cada tramo de carretera y de los elementos del entorno, por lo que será vital la correcta representación de la topografía y de los obstáculos que se presenten en el terreno.

Por este motivo se deben distinguir dos tipos de modelos digitales:

- Modelo Digital del Terreno. El Modelo Digital del Terreno (MDT) es una representación en 3D de la superficie del terreno, a partir de los datos de altitud del terreno.
- Modelo Digital de Elevación (MDE). El Modelo Digital de Elevaciones es una representación de las elevaciones sobre un terreno, incluyendo las plantas y los edificios existentes.

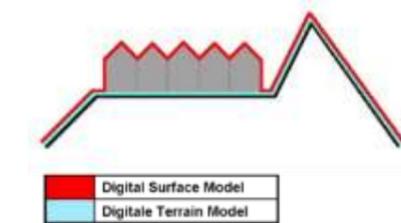


Imagen nº 33: Tipos de modelos digitales

Para la elaboración del Modelo Digital del Terreno (MDT) utilizado en los cálculos de los MER, y buscando obtener la mayor precisión posible se pueden utilizar dos fuentes de información:

- Los Mapas Topográficos a escala 1:5.000 y 1:1.000 elaborados por GRAFCAN. A partir de esta cartografía se opta por el desarrollo de un MDT con una precisión de 10 metros en el área de estudio, excepto en una banda de 25 metros a cada lado del eje de la carretera, y en una banda de 100 metros de cada lado de la plataforma de la carretera, si existieran edificios dentro de dicha zona, siendo en este último caso, la precisión exigible de 1 metro.

## **5.8. TRATAMIENTO DE EJES VIARIOS**

### **5.8.1. Eje 3D**

Para adecuar de forma precisa las características y morfología de la carretera de estudio será necesario incluir, para cada tramo, información sobre su altura con una resolución tal que asegure que no existan diferencias con respecto a la situación real.

### **5.8.2. Definición del viario**

Para la delimitación espacial de los ejes de viarios situados en el término municipal se han utilizado una serie de mecanismos que han facilitado la normalización de la información en función de unos criterios mínimos establecidos para la elaboración de los Mapas de Ruido Municipales.

Para poder integrar la red viaria, en los modelos de cálculo, es necesario incluir, para cada tramo, información sobre su altitud, de forma que se pueda integrar en los modelos tridimensionales utilizados para los cálculos acústicos, lo que ha implicado una comprobación de este atributo en toda la red viaria.

Así mismo, para simplificar la red viaria, ha sido necesario la tramificación de los ejes, en función de la homogeneización de sus atributos, de forma que los tramos no se encuentren diferenciados por cruces, lo que implicaba un alto número de entidades, dificultando todos los procesos de análisis.

Para poder analizar y asignar los atributos necesarios para la modelización acústica de los viarios municipales, se han clasificado en función del origen de la información necesaria para completar los cálculos. De esta forma, para la totalidad de la malla viaria municipal, es necesario obtener la información relativa a la Intensidad Media Horaria de vehículos, porcentaje de vehículos pesados, velocidades medias de paso, ancho de la calzada, sentidos y jerarquía viaria.

### **5.8.3. Incorporación de los datos de tráfico y geometría de las vías**

Para la determinación de los ejes que conforman la malla viaria, se partió del callejero oficial de Canarias, como una fuente precisa de toda la red viaria municipal, ya que en el mapa topográfico desarrollado por GRAFCAN, esta información no se encuentra disponible.

Una vez que se delimitó la red viaria municipal, se procedió a realizar una limpieza de todos aquellos tramos viarios que no fuesen modelables y que no fuesen significativos para la modelización acústica, como senderos, pequeños pasajes, caminos rústicos dentro de parcelas, etc.

Este filtrado no se realizó de manera aleatoria, sino que se partió de la base establecida por el Plan de Movilidad Urbana Sostenible Municipal de San Cristóbal de La Laguna, donde se encontraba definida la jerarquía del viario.

Aunque esta información sirvió de apoyo para la toma de la decisión respecto a la importancia de los distintos tramos de viario a incluir en la malla, se observó que la información se encontraba desactualizada, y debido a la escala de análisis empleada faltaban determinados viarios, lo que provocó que se fuese necesario actualizar la información y en el caso que fuese necesario, completar la información.

De esta forma, se pudo jerarquizar toda la red viaria analizada, como se puede observar en la siguiente imagen:

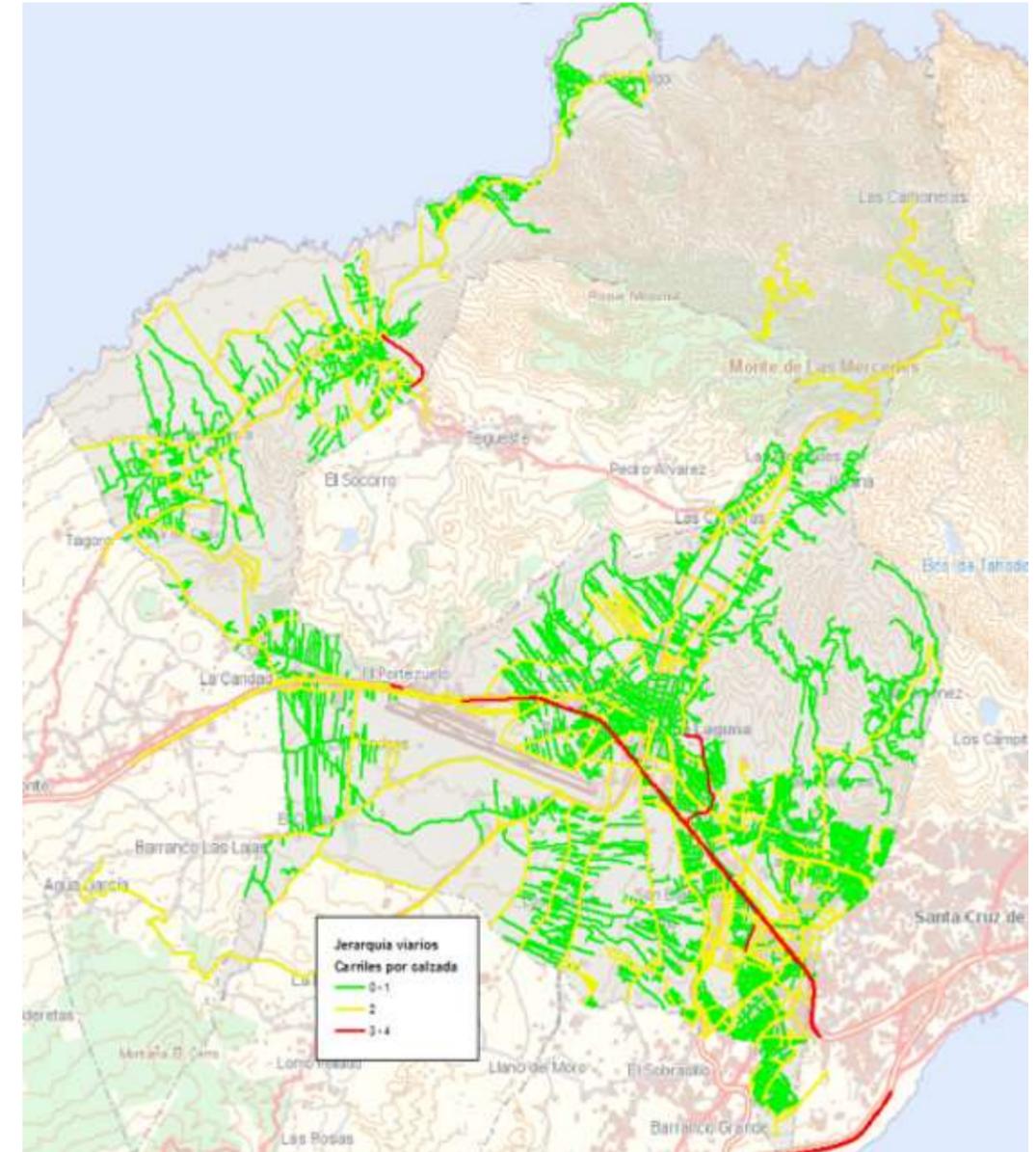
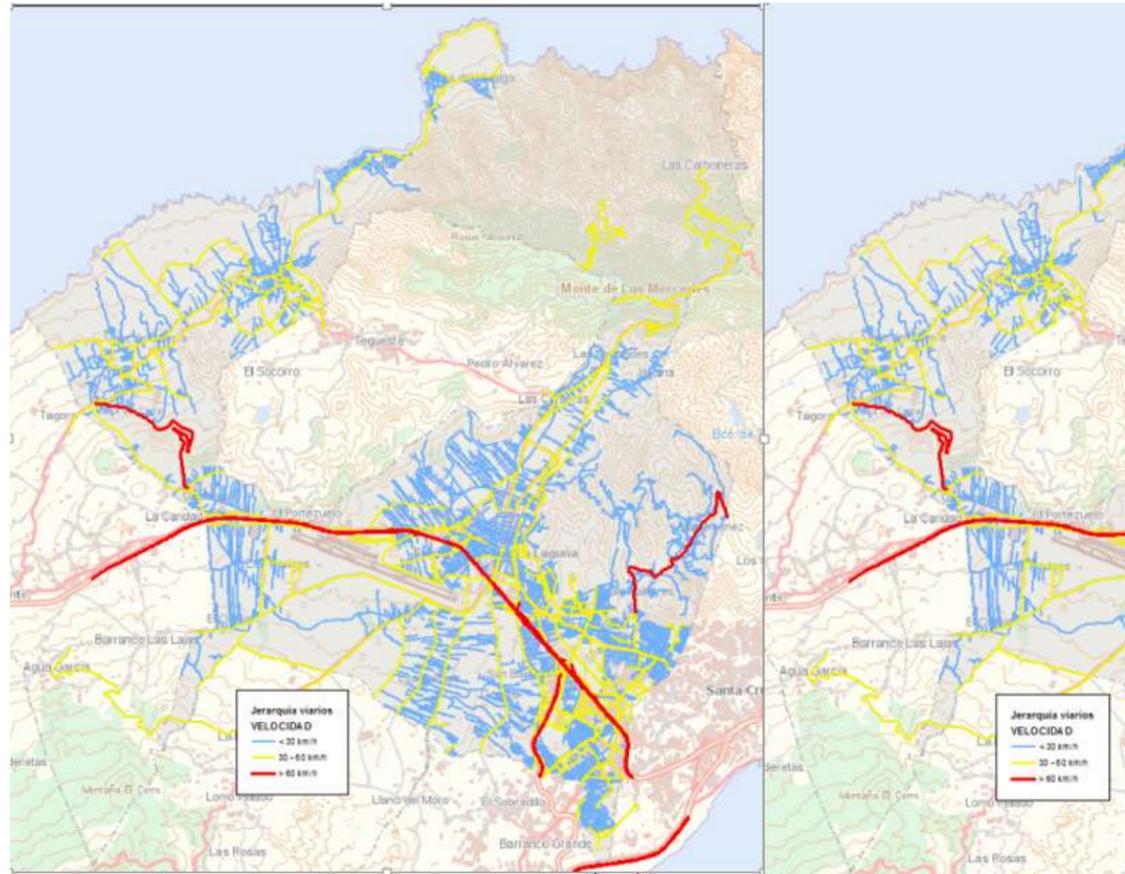


Imagen nº 34: Jerarquización de la red viaria

A su vez, fue necesaria la carga de otros atributos necesarios para la modelización acústica, como son el caso de la velocidad, número de carriles, número de sentidos y ancho de la calzada. De estos no se encontró ninguna fuente de información, por lo que fue necesario ir completando esta información de manera manual, mediante la utilización de ortofotos y visitas de campo.

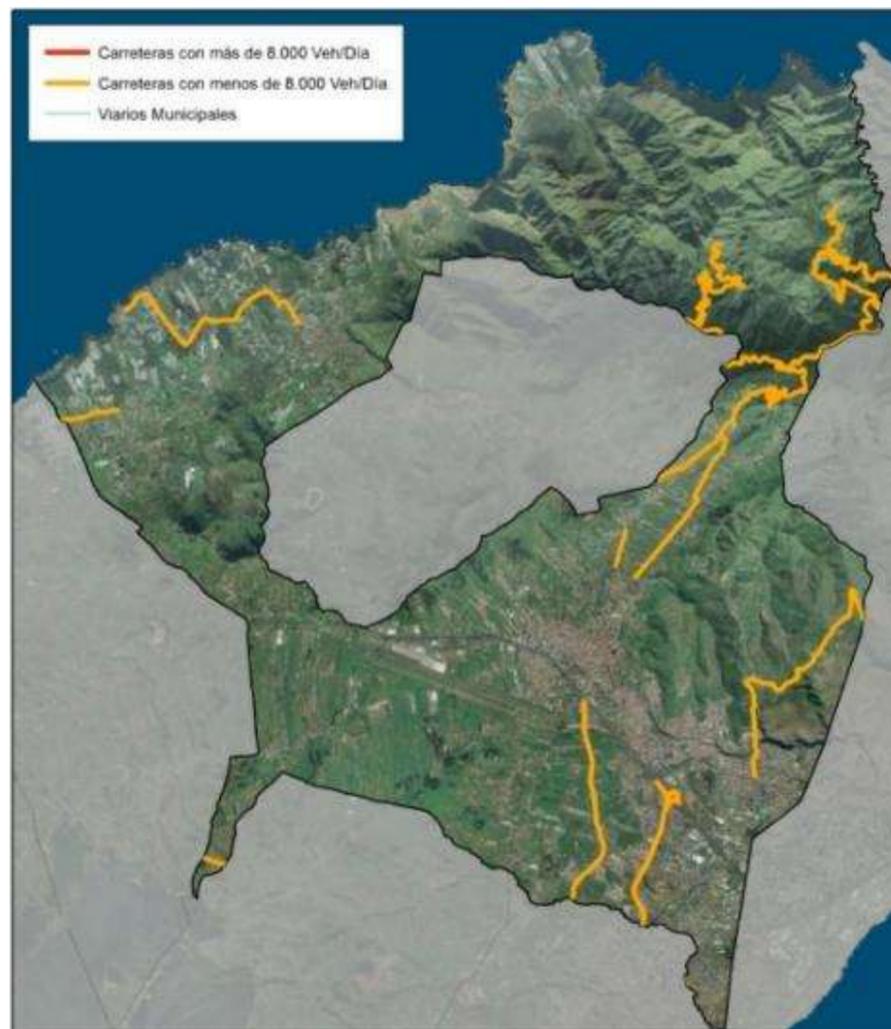
Para la obtención de los datos de tráfico necesarios para la modelización acústica del viario, se han utilizado distintas fuentes de información. El esquema de trabajos ha sido planteado de forma

jerárquica, de forma que se fueron completando los atributos relacionados con el flujo de tráfico en función del siguiente esquema:

- a) **Viaros analizados por los MER de Carreteras.** Estos viarios ya fueron modelizados por los Mapas Estratégicos de Ruidos de Carreteras de Canarias (2012) y que según sus objetivos se analizarían los viarios con más de 8.000 veh/día.

Los viarios incluidos en este análisis son todos aquellos cuya titularidad es del Cabildo de Tenerife, aunque existen algunas excepciones de viarios que han sido transferidos recientemente, pero para el año 2012, todavía los datos de aforos han sido mantenidos por el Cabildo.

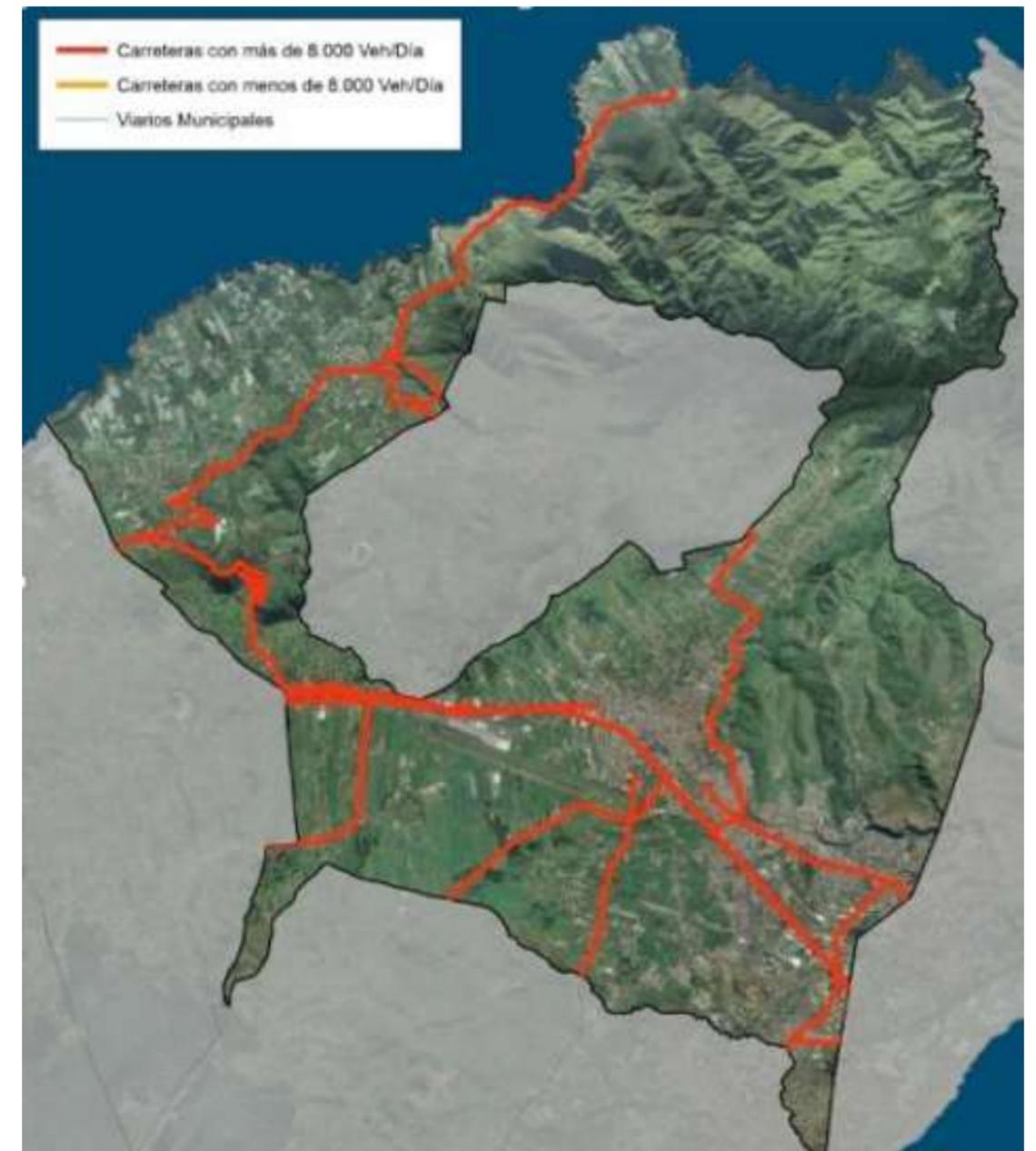
- b) **Viaros del Cabildo no analizados por los MER**

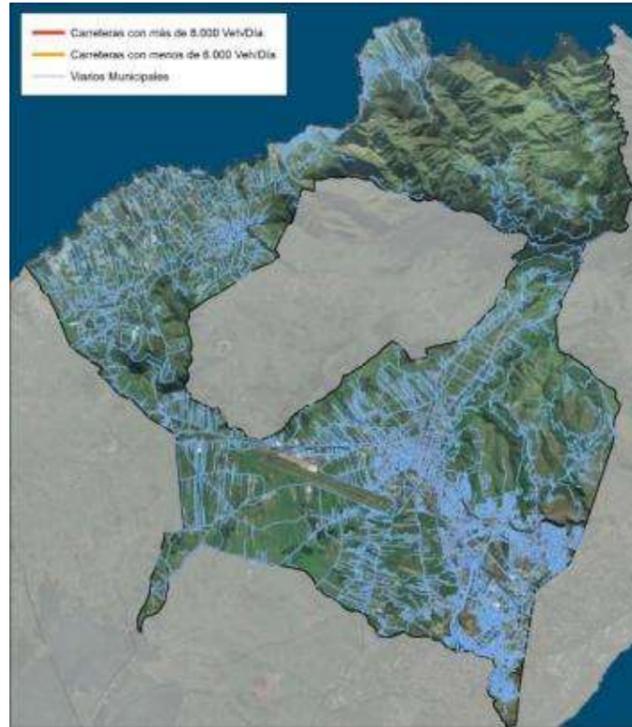


Son todas aquellas carreteras del Cabildo que tienen una intensidad menor de 8.000 veh/día. Para cada una de las carreteras insulares que atraviesan el término municipal se consultaron los datos de todas las estaciones de aforo existentes para completar los datos necesarios para la modelización acústica.

- c) **Resto de viarios municipales**

Para el resto de los viarios municipales se han obtenido los datos a partir de los aforos realizados por el Ayuntamiento o por medio de los estudios especiales realizados por el Cabildo.





Aunque esta información ha sido disponible, ha surgido el problema de que esta información no cubre la totalidad de la red municipal, o el mínimo necesario para realizar una asignación mediante algoritmos del flujo de tráfico, para que la modelización acústica fuese la correcta, lo que implicó que fuese necesario realizar aforos manuales.

Como puede observarse en la siguiente imagen, las carreteras donde fue posible obtener los datos de tráfico necesarios para la modelización, no cubren la totalidad de la red viaria municipal.

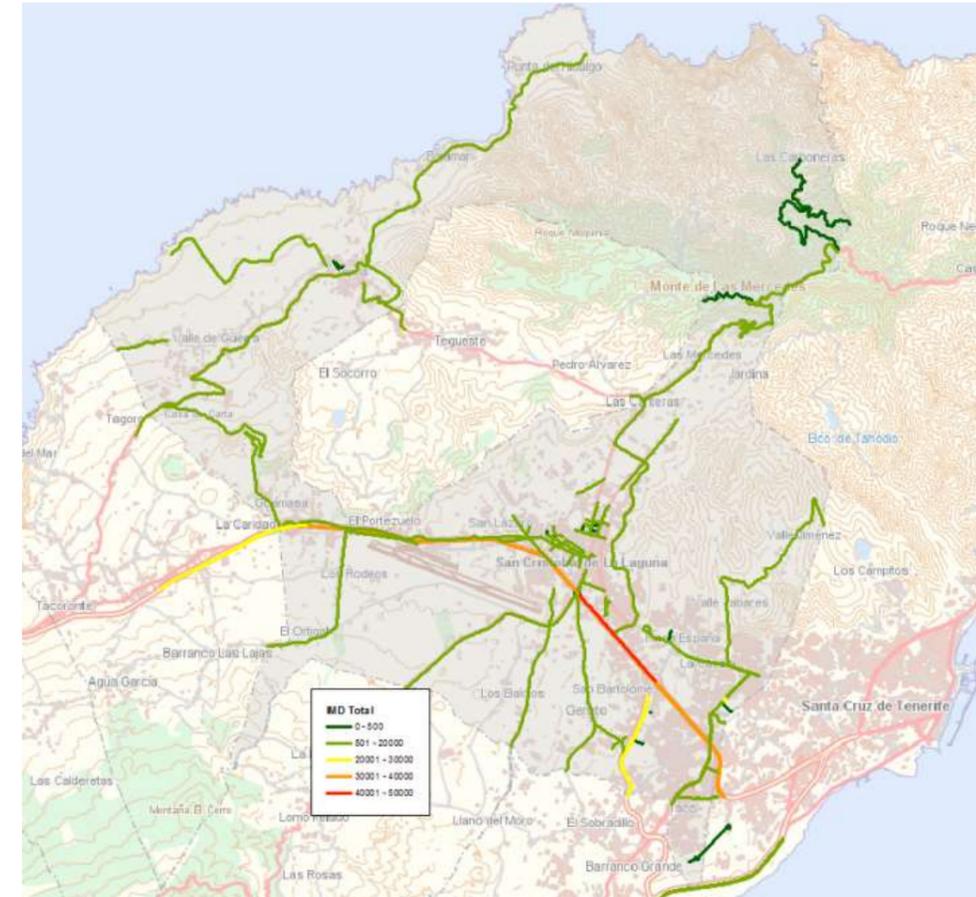


Imagen nº 35: Carreteras con datos de ñMD

## 5.9. TRATAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES

### 5.9.1. Delimitación de los recintos de edificaciones

Se ha aplicado un proceso automatizado que eliminará todos los recintos que se encuentren a nivel de suelo, es decir, no tiene altura, y se fusionarán todos los polígonos en función de la referencia catastral, obteniéndose el número total de plantas que tiene cada una de las edificaciones.



Imagen nº 36: Delimitación de las edificaciones

### 5.9.2. Tratamiento de los datos de alturas de las edificaciones

Este análisis se ha realizado en ámbitos que son conocidos para los técnicos, y que después de comprobarse se ha visto que existe un alto grado de precisión en la delimitación de las edificaciones y número de alturas.

A partir de esta delimitación de los recintos que conforman los edificios, y gracias a la información contenida dentro de la cartografía catastral, es posible identificar el número de plantas de cada una de las edificaciones identificadas, como se puede observar en la siguiente imagen.



Imagen nº 37: Número de plantas de las edificaciones

Como se comentó con anterioridad, gracias al número de plantas, se puede obtener una estimación de la altura del edificio, asumiendo que para edificios residenciales, sanitarios y educativos la primera planta tomará un valor de 4,5 metros y las plantas sucesivas un valor de 3 metros, de forma que esta relación se puede observar en la siguiente tabla:

Número de Plantas	Altura Estimada(metros)
1	4,5
2	7,5
3	10,5
4	13,5
5	16,5
6	19,5
7	22,5

Tabla nº 7: Relación plantas - altura

Como se comentó anteriormente, la delimitación de las edificaciones se realizará a partir de la cartografía catastral, la cual cuenta con la información del número de plantas de los edificios, con un gran nivel de detalle, en formato de números romanos. Este formato no será reconocido por el sistema en el que se desarrollará el modelo tridimensional de la zona de estudio, siendo necesario tratar estos

datos antes de comenzar el resto de trabajos para asignar valores de altura relativos con respecto a la cota de la base.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	USPMADE	MASA	PARHOJA	C.7	TP	CONSTRU	C.25	COORDEN	COORDEN	AREA	FECHA	FECHA	BITERNO	GEOM	C.1	REFCAT	C.14		
2	11	8	11	401889	CS	TE900N	U P	280015.75	3998612.44	15	54.57	20080405	99999999	8500737		01880C8TE900N			
3	11	8	11	401889	GR	TE900N	U -H	280009.46	3998605.82	11	26.38	20080405	99999999	8500738		01880C8TE900N			
4	11	8	11	401889	CD	TE900N	U B	280010.91	3998600.40	11	18.01	20080405	99999999	8500740		01880C8TE900N			
5	11	8	11	401889	GR	TE900N	U P	280009.75	3998612.96	15	82.10	20080405	99999999	8500741		01880C8TE900N			
6	11	8	11	401889	DD	TE900N	U -H	280003.40	3998605.09	11	28.31	20080405	99999999	8500742		01880C8TE900N			
7	11	8	11	401889	DD	TE900N	U B	280001.36	3998600.94	11	20.27	20080405	99999999	8500743		01880C8TE900N			
8	11	8	11	490980	ES	TE900N	U I	278539.85	3998470.57	11	447.76	20080405	99999999	8493140		9098065TE900N			
9	11	8	11	490901	01	TE900N	U B	278508.41	3998808.03	11	43.61	20080405	99999999	8493141		9690101TE900N			
10	11	8	11	490901	01	TE900N	U B	279511.36	3998865.78	11	53.71	20080405	99999999	8493142		9690101TE900N			
11	11	8	11	490901	01	TE900N	U B	278513.27	3998802.00	11	43.59	20080405	99999999	8493143		9690101TE900N			
12	11	8	11	490952	05	TE900N	U B	278636.81	3998444.57	11	125.29	20080405	99999999	8493429		8695205TE900N			
13	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278620.32	3998931.95	11	142.36	20080405	99999999	8493431		8695205TE900N			
14	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278720.67	3998079.41	11	684.11	20080405	99999999	8493432		8695205TE900N			
15	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278721.21	3998995.57	11	548.59	20080405	99999999	8493433		8695205TE900N			
16	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278727.74	3998965.46	11	710.43	20080405	99999999	8493434		8695205TE900N			
17	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278733.45	3998949.86	11	671.72	20080405	99999999	8493435		8695205TE900N			
18	11	8	11	490952	06	TE900N	U I	278736.36	3998934.25	11	735.48	20080405	99999999	8493436		8695205TE900N			
19	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278083.81	4002573.17	15	168.22	20080405	99999999	8493718		8227201TF700N			
20	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278089.71	4002572.77	15	380.52	20080405	99999999	8493719		8227201TF700N			
21	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278085.59	4002568.88	15	372.23	20080405	99999999	8493720		8227201TF700N			
22	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278103.83	4002548.30	15	71.96	20080405	99999999	8493721		8227201TF700N			
23	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278115.20	4002556.81	15	327.34	20080405	99999999	8493722		8227201TF700N			
24	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278116.23	4002567.17	15	7.48	20080405	99999999	8493723		8227201TF700N			
25	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278120.44	4002547.31	15	460.46	20080405	99999999	8493724		8227201TF700N			
26	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278120.74	4002574.16	15	15.08	20080405	99999999	8493725		8227201TF700N			
27	11	8	11	492272	01	TF700N	U P	278135.47	4002537.42	15	145.20	20080405	99999999	8493726		8227201TF700N			
28	11	8	11	492272	01	TF700N	U SS+I	278068.79	4002563.61	11	42.11	20080405	99999999	8493727		8227201TF700N			

Imagen nº 38: Campos de los edificios

Habrà que tener en cuenta únicamente los valores positivos de plantas, desechando plantas negativas, correspondientes a elementos subterráneos, así como los patios, piscinas, y otros elementos considerados en los datos catastrales que no sean de interés en cuanto a la restitución del modelo tridimensional.

De la misma manera que sucede en el caso de la delimitación del edificio, si se considera la escala de trabajo de los edificios a nivel de manzana, es necesario asignar una altura representativa con respecto a la base del edificio para ejecutar la restitución tridimensional del modelo acústico. En el caso de que esta altura se obtenga a partir de los datos catastrales, habrá que considerar la realización de una aproximación, pues estos proporcionan datos de altura de cada bloque, azotea, nave, patio, etc. Es necesario, a partir de todas estas alturas, definir una única para cada manzana que caracterice de forma adecuada todo el conjunto.

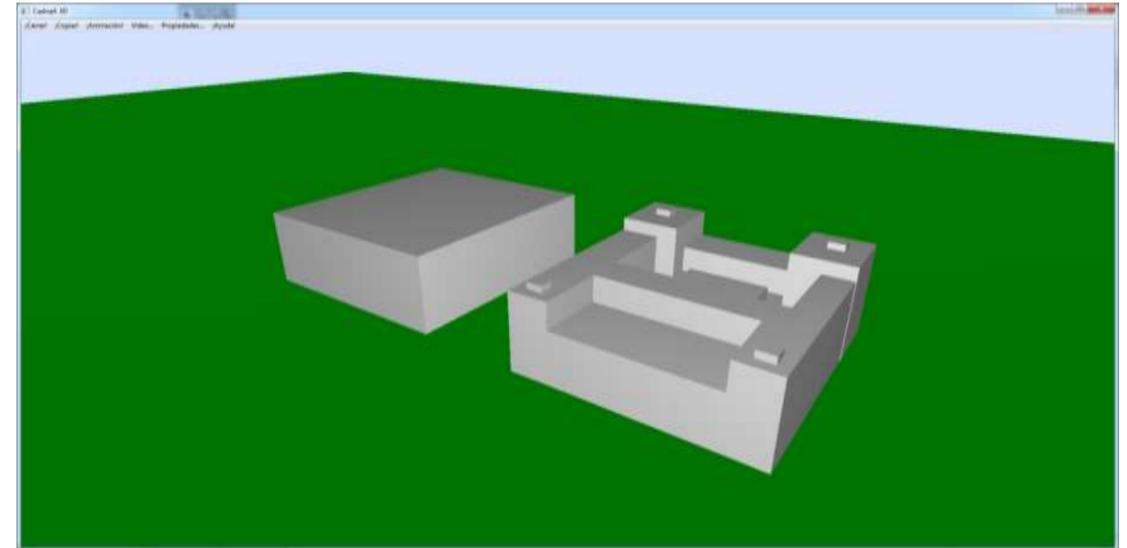


Imagen nº 39: Determinación de la altura de manzana

En este caso, se determinará la altura del edificio en función del resultado que ha sido obtenido a partir del proceso de delimitación del edificio, aunque para que los cálculos acústicos se correspondan con la realidad, se optará por modificar esta altura en función de una metodología estadística de asignación de la altura, establecida mediante las herramientas de cálculo disponible en el software SIG a utilizar.

A priori, se podría pensar que la altura media podría ser el valor que mejor caracterizase al edificio, no obstante, en multitud de pruebas realizadas se ha comprobado que es muy común que un bloque de edificios de elevada altura cuente con una media de altura más pequeña debido a la acción de pequeños bloques de altura de un piso. Por lo tanto, para obtener una altura aproximada se ha determinado el incremento de la altura media mediante un factor variable de cada edificio. Dicho factor se ha ideado como la mitad de la diferencia entre la altura máxima y la altura media. Se ha comprobado que las alturas obtenidas con este criterio se ajustan bastante bien a las que, mediante inspección visual, se asignarían a cada edificio.

$$Altura = Altura_{media} + \left( \frac{Altura_{max} - Altura_{media}}{2} \right)$$

La altura máxima de cada manzana y la altura media se tendrán que obtener a partir de operaciones estadísticas con los sistemas de información geográfica.

### 5.9.3. Asignación del uso y población de los edificios

Como se comentó anteriormente, para la asignación de los usos de los edificios se utilizarán diversas fuentes, lo que se justifica en un análisis previo que se ha realizado de cada una de ellas de forma individualizada, obteniendo errores en la asignación de usos que se subsanan conjugando las diferentes fuentes.

En el caso del Mapa de Ocupación del Suelo y del SIOSE, se delimitan recintos. Se han detectado errores en la asignación de usos que se subsanan con la EIEL y el inventario de hoteles, que se delimitan por puntos, aportando el cruce de fuentes una información fiable.

Al mismo tiempo, algunas de estas fuentes no han tenido ninguna actualización de su información, lo que implica que determinados usos ya no estén presentes o puedan aparecer nuevos, que no estén recogidos.

Debemos recordar que la delimitación de las edificaciones se ha definido mediante la utilización de una distinción de escalas de análisis, por lo que la asignación de los usos deberá ajustarse a esta división. De forma que esta clasificación pueda utilizarse en distintos procesos.

Para la clasificación de los usos de las edificaciones se ha propuesto una relación de usos, que toma como base la clasificación de actividades definida en el CNAE-2009, y que a su vez, ha sido definida por medio de la Instrucción Técnica de la Relación Normalizada de Usos Pormenorizados (2007) desarrollada por el Gobierno de Canarias y GESPLAN. Se ha decidido la utilización de esta clasificación ya que nos proporciona una clasificación normalizada, que permite la integración de esta información tanto con el planeamiento territorial, como con otros proyectos, lo que permite una transversalidad de la información generada por este proyecto.

Estas instrucciones técnicas distinguen varias categorías jerárquicas de usos, pero nosotros vamos a trabajar principalmente con tres, que permiten la integración con nuestras tres escalas de trabajo, para lo cual distinguen:

- Usos Globales. Se definen como el uso característico predominante al que se destinan las áreas o ámbitos espaciales en los que puede dividirse el terreno.
- Usos Pormenorizados. Se definen como aquellos usos de segundo nivel, en los que se dividen los usos globales, dependiendo de las características de las actividades que estos comprenden,
- Actividades. Se definen como aquellos usos de tercer nivel, en los que se dividen los usos pormenorizados, señalando las actividades económicas que se desarrollan en el elemento a individualizar.

De esta forma, es posible relacionar los usos que se usarán para definir los recintos de edificaciones en cada una de las escalas, como se muestra en la siguiente tabla:

Manzana	Edificación	Edificio
Uso Global	Uso Pormenorizado	Actividad
Uso Residencial		Residencial Unifamiliar
		Residencial Colectivo
		Residencial Rural
Uso Turístico		Establecimiento Hotelero
		Establecimiento Extrahotelero
Uso Terciario		Comercial
		Oficial
<b>Uso Industrial</b>		
Uso Dotacional y Equipamientos	Uso Docente	Centros Universitarios o Enseñanzas Superiores
		Centros de Educación Primaria
		Centros de Educación Secundaria
		Otros Centros de Educación
	Uso Sanitario	Hospitales
		Clínicas
		Centros de Salud
		Centros de Atención Sanitaria
		Centro Médico General
		Consultorio Médico
		Otros Centros Sanitarios
		Uso Social - Asistencial
	Administración Pública	
	Otros Usos Dotacionales	
<b>Otros Usos</b>		

Tabla nº 8: Tabla de usos de los edificios

En función de los usos que han sido definidos en la Instrucción Técnica, y adaptándolos a los objetivos a desarrollar por el presente proyecto, los usos se pueden definir en función de la siguiente clasificación:

- a. Uso Residencial. Se entiende como el uso que tiene como fin proporcionar alojamiento a las personas, en cualquier régimen de propiedad o alquiler, comprendiendo la actividad propia de la vivienda. Este uso se puede dividir en los siguientes usos pormenorizados:
  - *Residencial unifamiliar*. Cuando la residencia se realiza en un edificio individualizado que coincide con una vivienda, o en su caso, con viviendas donde residan personas de una misma familia.

- *Residencial colectivo.* Se entiende cuando un mismo edificio dispone de varias viviendas, dividiéndose horizontalmente la propiedad del inmueble en fincas independientes.
  - *Residencial Rural.* Cuando la residencia se realiza en viviendas ubicadas en entornos no urbanos
- b. Uso Turístico. Se entiende como las edificaciones cuyo uso tienen la finalidad de la prestación de servicios de alojamiento temporal con fines de estancia para pernoctar, sin que constituya un cambio de residencia, así como de otros servicios complementarios a dichos establecimientos alojativos. Este puede ser subdividido en los siguientes usos pormenorizados:
- Establecimientos hoteleros. Son establecimientos hoteleros aquellos donde se desarrolla un uso turístico de carácter vacacional o no. Dentro de esta categoría se incluyen tanto los hoteles convencionales, como los de ciudad, hoteles rurales y/o hoteles especializados.
  - Establecimientos extrahoteleros. Son establecimientos extrahoteleros, aquellos inmuebles en los que se desarrolla la actividad turística alojativa en condiciones tales que las habitaciones disponen de servicios y condiciones adecuadas para actividades de vida cotidiana. Dentro de esta categoría se incluyen los apartamentos, Hoteles-Apartamento,...
- c. Usos Terciarios. Dentro de este uso se incluirán todas aquellas edificaciones que tienen como finalidad la prestación de servicios adscritos a los sectores económicos de comercio y servicios personales. Dentro de esta categorías se pueden diferenciar los siguientes usos pormenorizados:
- Comercio. Son aquellas edificaciones destinadas a la actividad comercial de bienes, productos y mercancías.
  - Oficinas. Es el uso que comprende la realización de actividades cuya función principal es la prestación de servicios profesionales, técnicos, financieros, de intermediación, asesoramiento y otros análogos.
- d. Uso Industrial. Dentro de este uso se identificarán todas aquellas edificaciones que tienen como finalidad llevar a cabo operaciones de elaboración, transformación, reparación, almacenaje y/o distribución de productos o bienes, así como la prestación de servicios relacionados con lo anterior.
- e. Usos Dotacionales y de equipamientos. Dentro de esta categoría se incluirán todas aquellas edificaciones destinadas a prestar servicios de carácter básico a la población. Se pueden distinguir los siguientes usos pormenorizados:
- Usos Docentes. Son todos aquellos equipamientos destinados permanentemente a la formación de las personas mediante la enseñanza en cualquiera de los niveles reglados o centros homologados. Se puede distinguir entre:
    - i. Centro Universitario o Enseñanzas Superiores
    - ii. Centros de Educación Secundaria
    - iii. Centros de Educación Primaria
    - iv. Otros Centros de educación
- Usos Sanitarios: Son aquellos equipamientos destinados a la prestación de asistencia médica y servicios quirúrgicos en régimen de ambulatorios o con hospitalización. Se pueden subdividir en:
    - i. Hospitales
    - ii. Clínicas
    - iii. Centros de Salud
    - iv. Centros de atención sanitaria
    - v. Centro médico general
    - vi. Consultorio médico
    - vii. Otros centros Sanitarios
  - Uso Social – Asistencial. Son todos aquellos equipamientos destinados a la prestación de servicios sociales no específicamente sanitarios (centros de la tercera edad, guarderías, casas de acogida, ect.), así como a la realización de actividades de carácter asociativo y de relación social.
  - Administración Pública. Comprende todas aquellas edificaciones destinadas a desarrollar las tareas de gestión de administración y servicios públicos, dependiente de cualquiera de los organismos y niveles de las Administraciones Públicas.
  - Otros usos dotacionales. Dentro de esta categoría se incluirán todas aquellas edificaciones con usos dotaciones y equipamientos que no han sido definidos (culturales, religiosos, etc.), y que según los objetivos perseguidos no son necesario identificar para la elaboración de los MER.
- f. Otros Usos. Dentro de esta categoría se indicarán todas aquellas edificaciones que no se corresponden con ninguno de los usos definidos anteriormente, como pueden ser edificaciones destinadas a infraestructuras de abastecimiento, electricidad, transporte, residuos, etc.

En la siguiente imagen puede observarse un ejemplo de los usos pormenorizados y actividades que se obtendrían para una zona de ejemplo, en la cual cada edificio se le abría asignado los atributos de usos pormenorizados y actividades de cada una de ellas.



Tabla nº 9: Ejemplo de usos de las edificaciones

Para la definición de los usos, se ha considerado que se tratará del uso predominante del edificio, lo que implica que no se comprobarán usos secundarios que se puedan dar en plantas inferiores

En las siguientes dos imágenes se puede comparar una visualización de la población en función de los edificios, o mediante un mapa de densidad. Se puede observar que a la hora de caracterizar concentraciones es más visual la segunda forma.

## 6. CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES VIARIAS

La caracterización acústica de las fuentes viarias del municipio de San Cristóbal de La Laguna se puede realizar a partir de parámetros como el volumen de tráfico, la velocidad de paso o el tipo de vehículos que circulan, entre otros. Para todas las calles, carreteras y grandes ejes ha sido necesario recopilar esta información con el fin de determinar la huella acústica de cada una de las vías y su influencia sobre la población.

Con respecto a los grandes ejes viarios del Gobierno de Canarias, con un tráfico superior a los tres millones de vehículos al año, se han recopilado los resultados del Mapa Estratégico de Ruidos (MER) de la segunda fase para incorporarlos en el mapa de la aglomeración de San Cristóbal de La Laguna, no resultando necesaria la obtención de datos que caractericen estas vías al encontrarse ya caracterizadas acústicamente en el MER.

En cuanto a los tráfico del entramado viario del municipio, ha sido necesaria la realización de una campaña de aforos manuales para complementar los datos disponibles y así obtener datos de aforo de todo el viario.

En los siguientes apartados se detallan todos los procesos que nos han permitido caracterizar acústicamente los viarios de San Cristóbal de La Laguna.

### 6.1. CAMPAÑA DE AFOROS MANUALES

Ha sido necesaria la realización de una campaña de aforos manuales sobre aquellas vías de las que no se tenía información de tráfico para la determinación del mismo. Para ello, tomando como base la jerarquía viaria definida en el Plan de Movilidad, se han establecido puntos de conteos en vías representativas del viario exterior, urbano y local.

El objetivo principal de esta campaña de aforos es asignar tráfico a cada vía del municipio a partir de un muestreo de los aforos de vías representativas de cada jerarquía viaria.

Tras un análisis exhaustivo de las vías urbanas de San Cristóbal de La Laguna, se establecieron 70 puntos sobre los que determinar datos de aforo. En vista de los recursos técnicos y humanos disponibles, se diseñó una campaña de conteos que planteó aforos de 15 minutos de cada uno de los puntos establecidos.

A continuación se muestra una vista general y otra de detalle de la distribución de los puntos de aforo atendiendo a la jerarquía viaria del Plan de Movilidad:

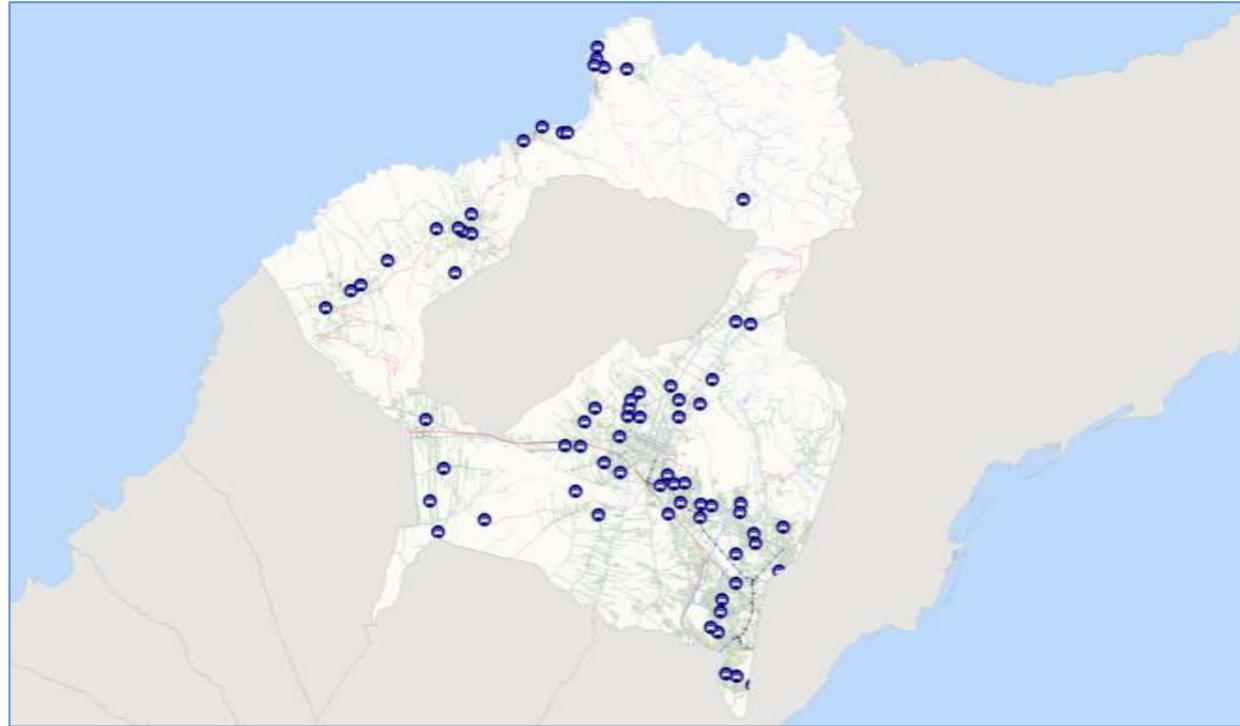


Imagen nº 40: Localización de los puntos de aforo manuales

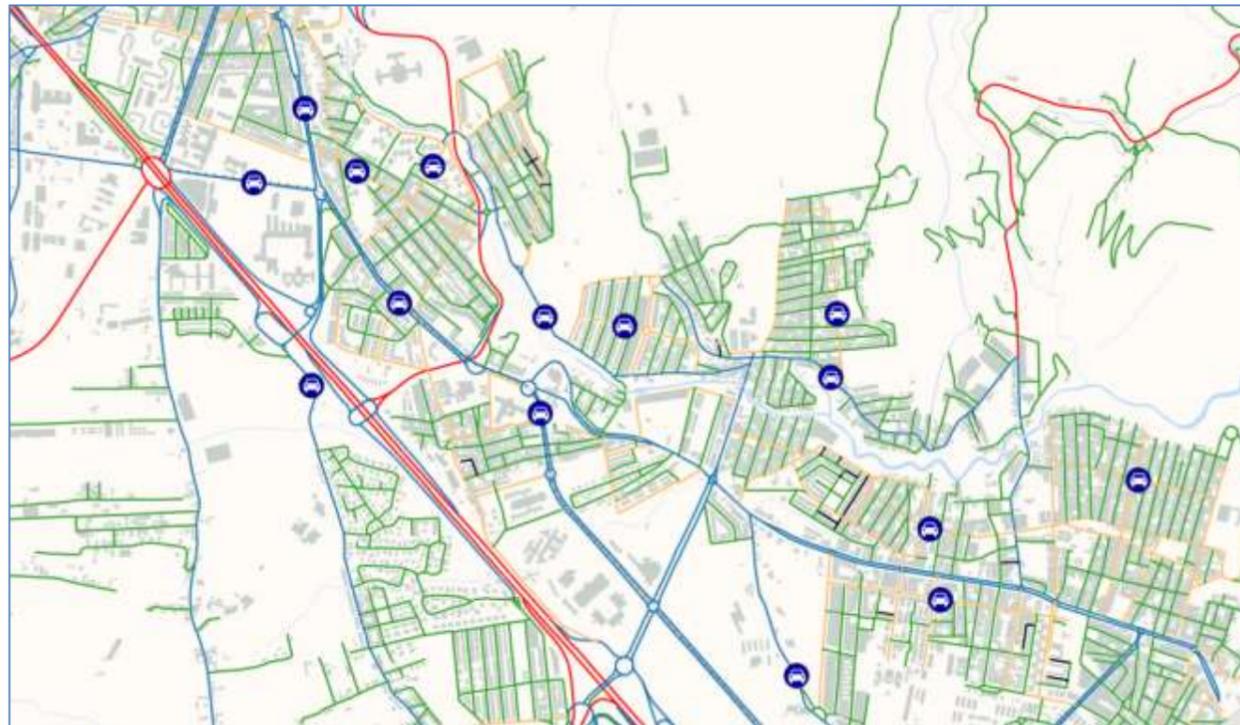


Imagen nº 41: Detalle de localización de puntos de aforo manuales

Para cada uno de estos puntos se han anotado los siguientes datos:

- Código del punto de aforo
- Nombre de la vía
- PA Afín (punto de aforo de los que se tienen datos de base, aforos del Cabildo o municipales, que presentan cierta afinidad con el punto de conteo manual):
  - Viario de similar jerarquía
  - Proximidad al punto de conteo
  - Ruta de viajes similares (zona de origen y destino iguales)
  - Misma orientación del sentido de circulación
- Fotografía
- Período de ruido (día, tarde, noche)
- Día de realización del conteo
- Hora de realización del conteo
- Número de vehículos (ligeros y pesados) contados en cada periodo (día, tarde, noche)
- IMH día. Intensidad media horaria correspondiente al periodo día (07:00 – 19:00)
- IMH tarde. Intensidad media horaria correspondiente al periodo tarde (19:00 – 23:00)
- IMH noche. Intensidad media horaria correspondiente al periodo noche (23:00 – 07:00)

Las fichas de todos los puntos de la campaña de aforos se recogen en el Anexo I.

## 6.2. TRATAMIENTO DE AFOROS MANUALES

Dado que no se dispone de datos de aforo para toda la red viaria municipal, ha sido necesaria la estimación de los mismos en base a los conteos manuales realizados y a las estaciones de aforo de las carreteras del Cabildo. Como ya se ha comentado anteriormente, estos conteos de vehículos se han realizado sobre puntos estratégicos en función de la jerarquía viaria y la localización geográfica. El objetivo de esta campaña de conteos era la obtención de un muestreo de datos representativo de cualquier zona del municipio.

Una vez se obtuvieron los datos de aforo correspondientes a 15 minutos para cada uno de los puntos definidos, fue necesario tratarlos para obtener valores representativos del día medio anual desde el punto de vista del tráfico urbano. En este apartado se explican los pasos seguidos.

**6.2.1. Extrapolación de los datos a 1 hora**

Como paso inicial, se cuadruplicó el valor de aforo de 15 minutos para obtener datos de aforo en una hora, tanto para los vehículos ligeros como para los pesados. A partir de los resultados, se pudo definir un dato de Intensidad Media Horaria (IMH), considerando que:

$$IMH = (\text{aforo vehículos ligeros} + \text{aforo vehículos pesados}) \times 4$$

**6.2.2. Normalización horaria**

La metodología de la campaña de conteos ha obtenido datos de tráfico en base a pequeñas muestras de 15 minutos que pueden, o no, ser representativas del comportamiento del tráfico en términos medios dentro de un mismo periodo. Es importante tener claro que esta metodología puede inducir un error importante, especialmente en aquellos periodos en los que hay gran variación del volumen de tráfico según la hora considerada, como podría ocurrir en el periodo nocturno. En este caso, el rango horario se establece entre las 23:00 y las 07:00 y, como es de esperar, el volumen de tráfico contabilizado a las 3 de la mañana será notablemente inferior al contabilizado a las 6 de la mañana, momento en el que la población comienza a desplazarse para comenzar la jornada laboral.

Es importante establecer un procedimiento para trabajar finalmente con valores que caractericen todo el periodo en término medio, a partir de los datos que se han obtenido *in situ*.

El procedimiento llevado a cabo ha contemplado la normalización horaria de los datos de aforo obtenidos en la campaña de conteos, a través de las distribuciones de tráfico de las estaciones de aforo distribuidas en el municipio. Se parte de la suposición de que esta distribución, que representa el porcentaje de vehículos que circulan en cada hora con respecto al volumen diario total, es similar para ciertas áreas territoriales. Por lo tanto, a cada punto de conteo de tráfico se le ha asignado la distribución horaria de la estación de aforos más cercana. Se han considerado estaciones permanentes y de cobertura.

A modo de ejemplo, en la siguiente figura se observa la distribución horaria de vehículos para la estación permanente PER -99, así como la correspondiente porcentual.

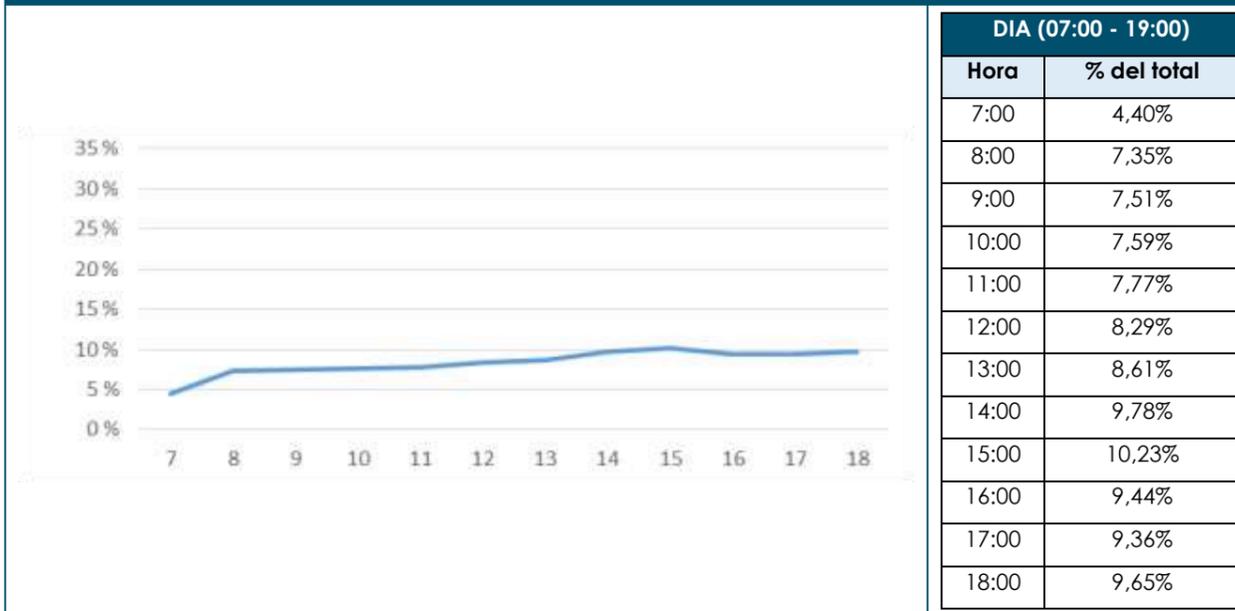


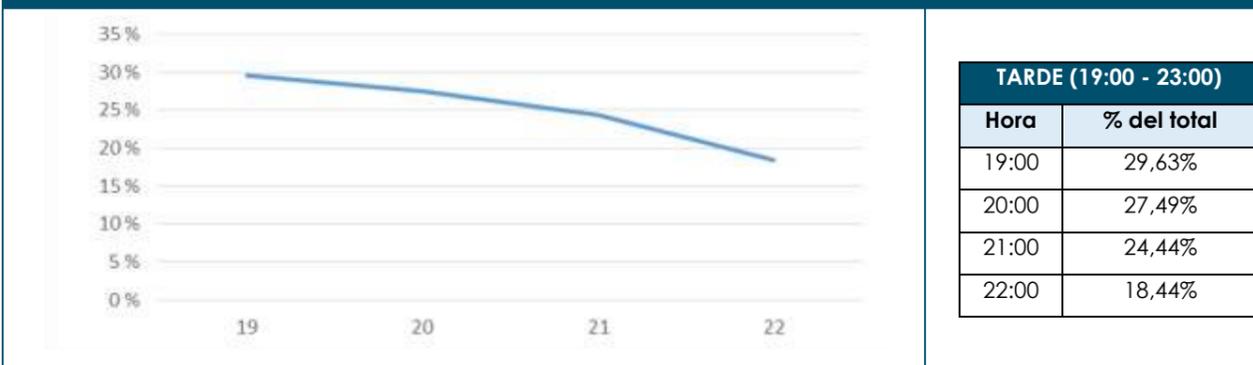
Imagen nº 42: Distribución de vehículos por hora. Estación PER-99

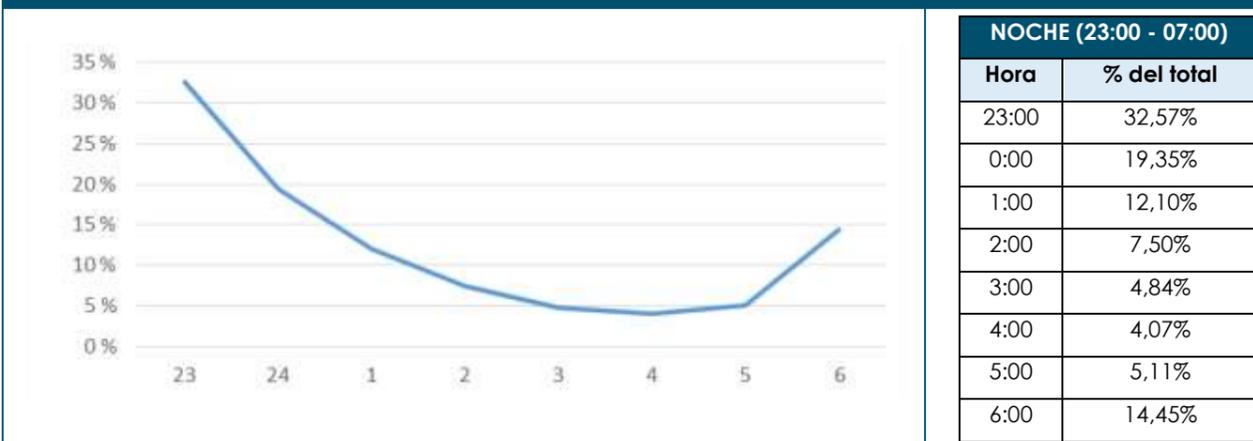


Imagen nº 43: Distribución porcentual de aforos. Estación PER-99

Analizando esta distribución de tráfico por intervalos de una hora se pueden establecer porcentajes de volumen con respecto al total por periodo:

**Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99 para el periodo día (07:00 - 19:00)**

**Tabla nº 10:** Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99. Periodo día

**Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99 para el periodo tarde (19:00 – 23:00)**

**Tabla nº 11:** Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99. Periodo tarde

**Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99 para el periodo noche (23:00 – 07:00)**

**Tabla nº 12:** Distribución porcentual del aforo de la estación PER-99. Periodo noche

Analizando la distribución del tráfico por periodos para esta estación, se observa una distribución muy similar a la definida por la "guía de buenas prácticas para la elaboración de mapas estratégicos de ruido y la obtención de datos asociados sobre exposición al ruido" de la WG-AEN, en la que se propone un reparto de un 70%, 20% y 10% de la IMD para los periodos día, tarde y noche.

Periodo	Vehículos	% del total
Día	66.455	69,76 %
Tarde	20.847	21,88 %
Noche	7.958	8,35 %
<b>TOTAL</b>	<b>95.260</b>	<b>100 %</b>

**Tabla nº 13:** Distribución del tráfico por periodos

En base a la distribución del tráfico por hora definida para cada periodo, se ha podido realizar una normalización horaria de cada aforo de una hora obtenido a través de la campaña de conteos, determinando un valor de IMD horario correspondiente con el valor medio de tráfico en cada uno de los periodos día, tarde y noche consideradas.

A modo de ejemplo, suponiendo un conteo de 200 vehículos entre las 15:00 y las 16:00 de una determinada vía de tráfico, la normalización se realiza de la siguiente manera:

- IMH (15-16h) = 200 vehículos
- % de aforo para el periodo día (15 – 16 h) = 10,23 %
- Vehículos en el periodo día =  $200 / 0.1023 = 1.955$  vehículos
- **IMH (normalizado) =  $1.955 / 12 = 163$  vehículos**

La normalización horaria se ha realizado para cada punto de conteo de aforos, en base a la distribución porcentual para cada periodo de la estación de aforos más cercana al punto en cuestión.

### 6.2.3. Normalización estacional

La realización del trabajo en el mes de julio ha supuesto un problema añadido, debido a que los meses veraniegos suelen contar con un comportamiento anormal de tráfico con respecto al resto del año. Por este motivo, ha sido necesario realizar un tratamiento adicional de los datos para la normalización estacional de los mismos, obteniendo así valores medios de tráfico anuales.

Para esta labor, se ha estudiado la evolución mensual del dato de IMD de una de las estaciones permanentes de aforo (PER-99), obteniendo así distribuciones porcentuales del tráfico para cada mes:

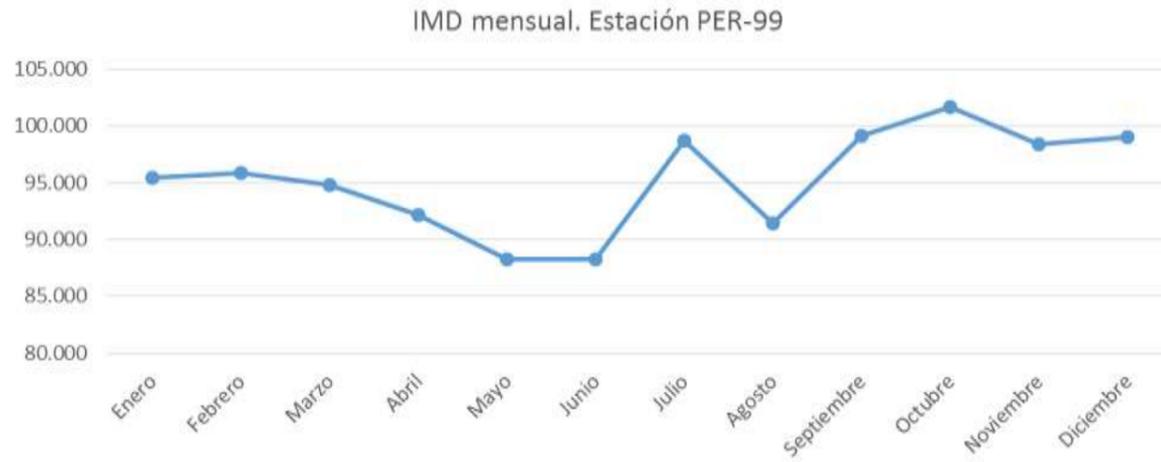


Imagen nº 44: IMD mensual. Estación PER-99



Imagen nº 45: Vehículos mensuales. Estación PER-99

Mes	IMD	Vehículos	% Pesados
Enero	95.445	2.958.794	1,90
Febrero	95.883	2.684.719	2,00
Marzo	94.801	2.938.839	2,00
Abril	92.175	2.765.242	2,10
Mayo	88.286	2.736.860	2,00
Junio	88.211	2.646.333	2,00
Julio	98.724	3.060.430	2,10
Agosto	91.405	2.833.547	2,10
Septiembre	99.148	2.974.433	2,20
Octubre	101.603	3.149.700	2,30

Mes	IMD	Vehículos	% Pesados
Noviembre	98.355	2.950.662	2,60
Diciembre	99.046	3.070.437	2,40

Tabla nº 14: IMD mensual. Estación PER-99

A partir de los datos mensuales, se ha podido determinar el IMD anual, así como el porcentaje exacto de vehículos pesados:

IMD anual	Veh Total	% Pesados
95.260	34.769.996	2,15

Tabla nº 15: IMD anual. Estación PER-99

Con estos datos, se puede obtener un cociente que permita obtener el IMD anual en base al dato del IMD mensual.

Mes	IMD	Factor para total
Enero	95.445	0,998
Febrero	95.883	0,994
Marzo	94.801	1,005
Abril	92.175	1,033
Mayo	88.286	1,079
Junio	88.211	1,080
Julio	98.724	0,965
Agosto	91.405	1,042
Septiembre	99.148	0,961
Octubre	101.603	0,938
Noviembre	98.355	0,969
Diciembre	99.046	0,962

Tabla nº 16: Factor para el cálculo de la IMD anual

En el caso que nos ocupa, los datos obtenidos por la campaña de aforo, una vez normalizados horariamente, se han normalizado estacionalmente, utilizando el factor para julio, mediante la siguiente expresión:

$$IMD \text{ MEDIO ANUAL} = IMD \text{ JULIO} \times 0.965$$

Normalizados los datos de la campaña de aforo, estamos en disposición de extrapolar los valores de tráfico al resto del viario.

### 6.3. DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PESADOS EN CADA TRAMO

Para la determinación del porcentaje de vehículos pesados únicamente ha sido necesario recurrir a los datos recopilados en la campaña de conteos. Para cada punto de aforo, se han obtenido el número de vehículos ligeros y pesados durante los 15 minutos de medida, que posteriormente se han extrapolado a una hora. Debido a la propiedad conmutativa, el porcentaje de pesados se mantendrá constante al aplicar los procedimientos de normalización horaria y normalización estacional ya definidos. Por ello, se pueden obtener de forma directa este dato para cada estación a partir de la sencilla expresión:

$$\% \text{ Pesados} = \frac{Veh_{\text{pesados}}}{Veh_{\text{ligeros}} + Veh_{\text{pesados}}}$$

### 6.4. DATOS DE LA CAMPAÑA DE CONTEOS NORMALIZADOS

Una vez se obtienen los datos de conteos de la campaña de aforos manuales normalizados atendiendo a los procedimientos expuestos, y se han obtenido los porcentajes de vehículos pesados, estamos en disposición de extrapolar los datos de aforo al resto del viario municipal.

Estos datos se exponen a continuación:

Id.	Vía	Jerarquía viaria	Estación aforadora asignada			Vel. (Km/h)	Vehículos totales			Intensidad Media Horaria (IMH) (vehículos / hora)			Porcentaje de pesados		
			Estac.	Carácter	Carretera		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
1	Camino Guillen	Vía Local 2	540	Cobertura	TF-258	30	948	354	26	79	88	3	0,00	0,00	0,00
2	Camino La Rambla	Vía Local 2	540	Cobertura	TF-258	40	140	161	10	12	40	1	25,00	10,00	0,00
3	Camino Santa Ana	Vía Local 2	513	Cobertura	TF-235	30	154	14	10	13	4	1	0,00	0,00	0,00
4	Camino Alfredo Hernández Canino	Vía Urbana Básica	515	Cobertura	TF-237	30	331	115	25	28	29	3	0,00	0,00	0,00
5	Camino Santa Rosa De Lima	Vía Urbana Básica	513	Cobertura	TF-235	40	3088	549	163	257	137	20	0,00	0,00	0,00
8	Avenida Cornisa De Achimencey	Vía Local 1	177	Cobertura	TF-13	40	96	100	10	8	25	1	0,00	0,00	0,00
9	Avenida Milán	Vía Local 1	175	Cobertura	TF-13	40	2637	535	35	220	134	4	0,00	0,00	0,00
10	Calle Arriba	Viario Exterior Travesía	175	Cobertura	TF-13	40	7719	1192	154	643	298	19	0,71	1,41	0,00
11	Calle El Cardonal	Vía Local 2	455	Cobertura	TF-161	30	496	65	28	41	16	4	0,00	0,00	0,00
12	Calle Génova	Vía Local 2	455	Cobertura	TF-161	30	165	21	10	14	5	1	0,00	0,00	0,00
13	Camino Palenzuela	Vía Local 1	455	Cobertura	TF-161	40	1930	344	42	161	86	5	0,00	0,00	0,00
14	Calle Ignacio Pérez García	Vía Local 1	185	Cobertura	TF-16	40	2812	846	140	234	212	18	0,00	0,00	0,00
15	Calle El Moral	Vía Local 1	183	Cobertura	TF-16	40	1758	558	105	146	140	13	0,00	2,56	0,00
16	Calle El Calvario	Vía Local 1	183	Cobertura	TF-16	40	2273	843	137	189	211	17	0,00	0,00	0,00
17	Camino Presas De Ocampo	Vía Local 1	183	Cobertura	TF-16	30	2316	157	35	193	39	4	0,00	0,00	0,00
18	Camino Pico Bermejo	Vía Local 1	185	Cobertura	TF-16	40	917	151	110	76	38	14	0,00	0,00	0,00
19		Viario Exterior	85	Permanente	TF-5	30	1458	346	345	122	86	43	0,00	0,00	0,00
21	Calle San Bartolomé	Vía Local 2	85	Permanente	TF-5	40	428	186	10	36	46	1	0,00	0,00	0,00
22	Calle San Salvador	Vía Local 2	85	Permanente	TF-5	40	900	147	10	75	37	1	4,76	0,00	0,00
24	Avenida El Cardonal	Vía Local 1	85	Permanente	TF-5	40	4117	535	446	343	134	56	2,08	0,00	6,67
25	Avenida De San Miguel	Vía Local 1	85	Permanente	TF-5	40	1030	223	60	86	56	8	0,00	0,00	0,00
26	Avenida La Libertad	Vía Urbana	85	Permanente	TF-5	40	4288	1202	207	357	300	26	2,00	0,00	0,00

Id.	Vía	Jerarquía viaria	Estación aforadora asignada			Vel. (Km/h)	Vehículos totales			Intensidad Media Horaria (IMH) (vehículos / hora)			Porcentaje de pesados		
			Estac.	Carácter	Carretera		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
		Básica													
28	Avenida Los Majuelos	Vía Urbana Básica	85	Permanente	TF-5	40	10121	3518	772	843	880	96	1,27	2,53	3,85
29	Carretera Cuesta Taco	Vía Urbana Básica	85	Permanente	TF-5	60	9821	2848	742	818	712	93	2,62	0,93	0,00
31	Camino Las Mantecas	Vía Urbana Básica	75	Permanente	TF-2	40	1200	124	10	100	31	1	7,14	0,00	0,00
32	Trasversal El Pino Primera Derecha	Vía Local 1	85	Permanente	TF-5	40	1372	149	41	114	37	5	0,00	0,00	0,00
33	Calle Monteverde Y Rivas	Vía Local 1	383	Cobertura	TF-111	40	1030	282	10	86	70	1	0,00	0,00	0,00
34	Calle Laurisilva	Vía Local 1	383	Cobertura	TF-111	40	2316	905	139	193	226	17	2,08	1,64	0,00
36	Calle Marqués De Bajamar	Vía Local 1	383	Cobertura	TF-111	40	627	345	50	52	86	6	0,00	0,00	0,00
37	Camino El Batan	Vía Urbana Básica	421	Cobertura	TF-143	40	270	48	10	22	12	1	0,00	0,00	0,00
38	Camino El Callejón	Vía Local 1	177	Cobertura	TF-13	30	695	69	14	58	17	2	0,00	0,00	0,00
39	Camino La Costa	Vía Local 2	177	Cobertura	TF-13	40	540	110	14	45	28	2	0,00	0,00	0,00
40	Calle Los Corrales	Vía Local 1	177	Cobertura	TF-13	40	1621	276	30	135	69	4	4,76	0,00	0,00
41	Calle Dracaena	Vía Local 2	177	Cobertura	TF-13	40	441	221	10	37	55	1	0,00	0,00	0,00
42	Calle Océano Índico	Vía Local 1	177	Cobertura	TF-13	40	849	165	28	71	41	4	0,00	0,00	0,00
43	Avenida Rafael González Vernetta	Vía Local 2	177	Cobertura	TF-13	40	772	271	38	64	68	5	0,00	0,00	0,00
44	Camino El Cardón	Vía Local 2	177	Cobertura	TF-13	40	48	14	10	4	4	1	0,00	0,00	0,00
45	Calle El Sol	Vía Local 1	177	Cobertura	TF-13	30	1833	344	47	153	86	6	0,00	0,00	0,00
46	Camino De Las Mercedes	Vía Urbana Básica	157	Cobertura	TF-12	40	1592	482	121	133	120	15	6,06	0,00	0,00
47	Camino Jardina	Vía Urbana Básica	157	Cobertura	TF-12	40	772	402	85	64	100	11	0,00	0,00	0,00
48	Camino La Réa	Vía Urbana Básica	387	Cobertura	TF-113	40	820	149	42	68	37	5	0,00	0,00	0,00

Id.	Vía	Jerarquía viaria	Estación aforadora asignada			Vel. (Km/h)	Vehículos totales			Intensidad Media Horaria (IMH) (vehículos / hora)			Porcentaje de pesados		
			Estac.	Carácter	Carretera		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
49	Avenida República Argentina	Vía Urbana Básica	165	Cobertura	TF-13	50	9553	1966	868	796	492	108	1,01	1,87	0,00
50	Camino Madre Del Agua	Vía Urbana Básica	385	Cobertura	TF-113	40	300	69	16	25	17	2	0,00	0,00	0,00
51	Camino El Bronco	Vía Urbana Básica	163	Cobertura	TF-13	30	386	73	37	32	18	5	0,00	0,00	0,00
52	Camino La Réa	Vía Urbana Básica	385	Cobertura	TF-113	40	5468	837	145	456	209	18	0,00	0,00	0,00
53	Avenida Calvo Sotelo	Vía Urbana Básica	93	Permanente	TF-5	40	10711	3115	445	893	779	56	2,25	2,56	0,00
54	Calle Vicente Buergo Oraa	Vía Local 1	159	Permanente	TF-13	40	7057	1424	397	588	356	50	1,56	0,93	0,00
55	Calle Obispo Pérez Cáceres	Vía Local 1	93	Permanente	TF-5	40	1930	492	164	161	123	20	0,00	0,00	0,00
58	Avenida Los Menceyes	Vía Urbana Básica	159	Permanente	TF-13	40	21228	3793	721	1769	948	90	1,56	1,40	1,41
59	Camino Real De La Verdellada	Vía Urbana Básica	159	Permanente	TF-13	40	2991	1171	313	249	293	39	1,61	2,27	0,00
60	Calle Profesor Jose Luis Moreno Becerra	Vía Urbana Básica	159	Permanente	TF-13	30	9022	2247	607	752	562	76	0,00	0,61	0,00
61	Calle Andalucía	Vía Local 1	159	Permanente	TF-13	30	627	372	10	52	93	1	0,00	0,00	0,00
63	Calle Fasnía	Vía Local 1	383	Cobertura	TF-111	40	48	42	10	4	10	1	0,00	0,00	0,00
64	Camino La Piterita	Vía Urbana Básica	383	Cobertura	TF-111	30	4680	1301	247	390	325	31	1,03	2,20	0,00
65	Camino San Bartolomé De Geneto	Vía Urbana Básica	93	Permanente	TF-5	40	5548	2058	119	462	514	15	2,61	1,04	0,00
66	Avenida Ángel Guimerá Jorge	Vía Urbana Básica	93	Permanente	TF-5	40	3232	785	210	269	196	26	11,94	8,47	11,11
68	Avenida República De Venezuela	Vía Urbana Básica	545	Cobertura	TF-265	40	3184	1141	83	265	285	10	1,52	1,54	0,00
70	Camino La Villa	Vía Local 1	426	Cobertura	TF-152	40	5693	1303	418	474	326	52	3,39	1,23	7,69

Id.	Vía	Jerarquía viaria	Estación aforadora asignada			Vel. (Km/h)	Vehículos totales			Intensidad Media Horaria (IMH) (vehículos / hora)			Porcentaje de pesados		
			Estac.	Carácter	Carretera		Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
71	Camino El Matadero	Vía Local 1	426	Cobertura	TF-152	50	1200	283	88	100	71	11	10,71	13,64	0,00
72	Camino Del Medio	Vía Urbana Básica	547	Cobertura	TF-265	40	1206	205	10	100	51	1	0,00	0,00	0,00
73	Camino San Lázaro	Vía Urbana Básica	426	Cobertura	TF-152	40	9456	2412	128	788	603	16	6,12	5,33	0,00
74	Camino San Lázaro	Vía Local 1	426	Cobertura	TF-152	40	1206	289	17	100	72	2	0,00	0,00	0,00
75	Camino Tornero	Vía Local 1	426	Cobertura	TF-152	40	1672	232	32	139	58	4	0,00	0,00	0,00
76	Avenida Lucas Vega	Vía Urbana Básica	426	Cobertura	TF-152	40	2530	502	161	211	126	20	0,00	0,00	0,00
78	Avenida San Diego	Vía Urbana Básica	385	Cobertura	TF-113	40	1389	151	96	116	38	12	0,00	0,00	0,00
79	Paseo Oramas	Vía Local 1	385	Cobertura	TF-113	40	6330	1544	110	528	386	14	4,27	0,89	0,00
81	Camino Fuente Cañizares	Vía Urbana Básica	385	Cobertura	TF-113	40	1737	314	48	145	78	6	0,00	0,00	0,00
82	Urbanización San Diego	Vía Local 2	385	Cobertura	TF-113	40	309	72	48	26	18	6	0,00	0,00	0,00
83	Calle Enrique Granados	Vía Local 2	385	Cobertura	TF-113	40	270	121	128	22	30	16	0,00	0,00	0,00
84	Camino Las Gavias	Vía Local 1	426	Cobertura	TF-152	40	1200	402	65	100	100	8	0,00	0,00	0,00

**Tabla nº 17:** Datos de la campaña de conteo normalizados

### 6.5. OBTENCIÓN DEL AFORO DE TODO EL VIARIO MUNICIPAL

Para asignar tráfico a cada una de las vías del municipio es necesario considerar, como punto de partida, su jerarquía viaria. Se han distinguido seis clases de vías:

- Vía peatonal
- Vía Local 1
- Vía Local 2
- Vía Urbana Básica
- Viario Exterior
- Viario Exterior Travesía

Para cada tipo de vía, como ya se ha explicado, se han establecido puntos de conteo en la campaña de aforos (excepto para las vías peatonales, cuyo tráfico de vehículos es nulo) en diversas áreas del municipio, con el fin de obtener datos representativos del área y la jerarquía viaria que nos permitiesen extrapolar estos tráficos a vías de la misma jerarquía localizadas en el mismo territorio.

La obtención del aforo de todo el viario se ha realizado mediante un proceso manual en un Sistema de Información Geográfica, asignando a cada vía el código identificador del conteo de la campaña de aforos del que tomaría los valores de aforo. Una vez asignado este código a cada vía, se han copiado los datos de tráfico.

Los criterios generales para la asignación del tráfico al viario del municipio se detallan a continuación:

- A las vías peatonales no se les asigna tráfico viario.
- Para aquellas vías del municipio que ya contasen con datos de tráfico, se mantiene dicho tráfico.
- Inicialmente, asignar el código identificador de cada conteo a la vía donde se haya realizado cada muestreo.
- Posteriormente, en función de la jerarquía viaria y de la localización geográfica de cada vía del municipio, se han asignado manualmente los códigos identificadores de cada conteo, con el fin de extrapolar los datos de aforo.
  - En el caso de la tipología de Viario Local 2, la cual se constituye como la mayoritaria en el municipio, se ha prestado especial atención a las características del entorno de la vía, con respecto a la densidad de edificación y al tráfico estimado en la zona, distinguiendo zonas densamente edificadas con tráfico elevado, zonas poco edificadas y zonas densamente edificadas con tráfico intermedio.

- Con respecto a las rotondas, se ha asignado un tráfico circular obtenido como la suma de los tráficos que acceden a la rotonda dividido entre el número de salidas. Se ha comprobado que, en el caso de las glorietas, la asignación de este tráfico circular en función de los tráficos de acceso y el número de salidas se constituye como una buena aproximación al tráfico real.
- Con respecto a los grandes ejes viarios del municipio, se ha considerado el tráfico indicado en los Mapas Estratégicos de Ruido de la segunda fase.
- El tráfico de los enlaces y ramales se ha configurado como una fracción del tráfico total de la vía principal. Esta fracción es dependiente del número de carriles de la vía principal y de los sentidos de circulación.
- En el caso de aquellos puntos en los que no se hayan obtenido datos de vehículos en el momento del aforo manual, por el escaso tráfico en dicho instante (por ejemplo, en la madrugada del periodo nocturno), se ha supuesto un tráfico mínimo de un vehículo por hora.
- En el resto de los casos no figurados en este apartado, se ha aplicado el sentido común del técnico para la asignación de tráficos.
- El último paso, tras asignar un código identificador de cada conteo a las vías, ha sido copiar los valores normalizados de vehículos totales para los periodos día, tarde y noche, respectivamente, así como los correspondientes a las intensidades medias horarias y los porcentajes de pesados.

### 7. CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE TRANVIARIA

A partir de las frecuencias facilitadas por MetroTenerife se han calculado las frecuencias semanales para cada periodo de referencia (día, tarde y noche), para cada línea y para cada sentido de circulación.

A continuación se muestran las frecuencias semanales por periodo de tiempo, sentido y día de la Línea 1:

Línea 1. Desde intercambiador (Santa Cruz) hasta La Trinidad (La Laguna)						
	Invierno			Verano		
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
De lunes a viernes	136	26	9	92	20	9
Sábados	64	21	20	64	20	19
Domingos y festivos	42	13	17	42	13	18
Total semana	786	164	82	566	133	82

Tabla nº 18: Frecuencias de la Línea 1. Sentido Santa Cruz – La Laguna

Línea 1. Desde La Trinidad (La Laguna) hasta intercambiador (Santa Cruz)						
	Invierno			Verano		
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
De lunes a viernes	136	26	9	92	20	9
Sábados	64	21	20	64	20	19
Domingos y festivos	42	13	17	42	13	18
Total semana	786	164	82	566	133	82

Tabla nº 19: Frecuencias de la Línea 1. Sentido La Laguna - Santa Cruz

En la siguiente tabla se muestran las frecuencias semanales por periodo de tiempo, sentido y día de la Línea 2:

Línea 2. Desde Tíncer (Santa Cruz) hasta (La Laguna)						
	Invierno			Verano		
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
De lunes a viernes	67	21	9	50	15	8
Sábados	46	15	7	46	15	7
Domingos y festivos	42	12	5	42	12	5
Total semana	423	132	57	338	102	52

Tabla nº 20: Frecuencias de la Línea 2. Sentido Tíncer - La Cuesta

Línea 2. Desde La Cuesta (La Laguna) hasta Tíncer (Santa Cruz)						
	Invierno			Verano		
	Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
De lunes a viernes	67	21	9	50	15	8
Sábados	46	15	7	46	15	7
Domingos y festivos	42	12	5	42	12	5
Total semana	423	132	57	338	102	52

Tabla nº 21: Frecuencias de la Línea 2. Sentido La Cuesta - Tíncer

Una vez calculadas las frecuencias semanales se calculan las frecuencias medias diarias, en las tablas que se muestran a continuación se muestran las frecuencias diarias por periodo de tiempo y sentido de ambas líneas:

Línea 1. Desde intercambiador (Santa Cruz) hasta La Trinidad (La Laguna)					
Invierno			Verano		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
112	23	12	81	19	12

Tabla nº 22: Frecuencia por periodos. Línea 1. Santa Cruz - La Laguna

Línea 1. Desde La Trinidad (La Laguna) hasta intercambiador (Santa Cruz)					
Invierno			Verano		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
112	23	12	81	19	12

Tabla nº 23: Frecuencia por periodos. Línea 1. La Laguna - Santa Cruz

Línea 2. Desde Tíncer (Santa Cruz) hasta (La Laguna)					
Invierno			Verano		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
60	19	8	48	15	7

Tabla nº 24: Frecuencia por periodos. Línea 2. Tíncer - La Cuesta

Línea 2. Desde La Cuesta (La Laguna) hasta Tíncer (Santa Cruz)					
Invierno			Verano		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
60	19	8	48	15	7

Tabla nº 25: Frecuencia por periodos. Línea 2. La Cuesta - Tíncer

Siendo los horarios de invierno y verano los periodos comprendidos:

- Horario de Invierno: Del 1 de enero al 28 de junio de 2015 y del 7 de septiembre al 31 de diciembre de 2015 (295 días).
- Horario de Verano: Del 29 de junio al 6 de septiembre de 2015 (70 días).

Y atendiendo a las circulaciones, las frecuencias diarias medias por periodo de tiempo para las líneas 1 y 2 son:

Línea 1					
Desde intercambiador (Santa Cruz) hasta La Trinidad (La Laguna)			Desde La Trinidad (La Laguna) hasta intercambiador (Santa Cruz)		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
106	22	12	106	22	12

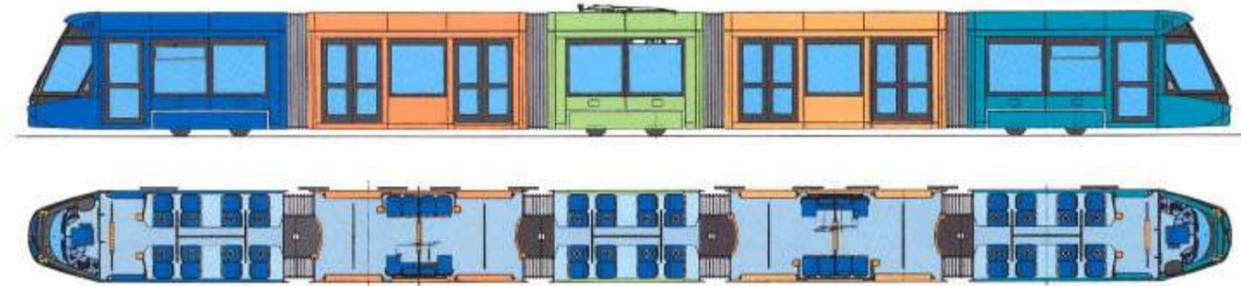
Tabla nº 26: Frecuencias medias diarias. Línea 1

Línea 2					
Desde Tíncer (Santa Cruz) hasta (La Laguna)			Desde La Cuesta (La Laguna) hasta Tíncer (Santa Cruz)		
Día	Tarde	Noche	Día	Tarde	Noche
58	18	8	58	18	8

Tabla nº 27: Frecuencias medias diarias. Línea 2

Una vez calculadas las frecuencias medias diarias hay que asignar al tranvía la categoría acústica correspondiente a una de las categorías acústica del modelo ferroviario de los Países Bajos, publicado como RMR (Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai'96).

Los tranvías que circulan por red son de la marca ALSTOM de la gama de tranvías CITADIS, el diagrama del tranvía es el siguiente:



Cuyas características técnicas más relevantes son:

<b>Tipo de Vehículo</b>	Bi- direccional, con piso bajo integral
<b>Alimentación</b>	750 Vcc
<b>Ancho de Vía</b>	1.435 mm
<b>Largo</b>	32,5 m
<b>Velocidad máxima</b>	70 km/h
<b>Potencia</b>	6x120 kW

**Tabla nº 28:** Características técnicas de los tranvías CITADIS

La categoría acústica 7 del modelo Holandés corresponde a trenes subterráneos metropolitanos con frenos de disco y tranvías rápidos, una unidad corresponde a un único vehículo de 30 metros y 6 ejes. Por lo tanto los trenes que circulan por las líneas del tranvía corresponden a la categoría acústica 7 del modelo SRM II.

En el punto 10.2.2 se presentan las características y condicionantes principales de este modelo acústico.

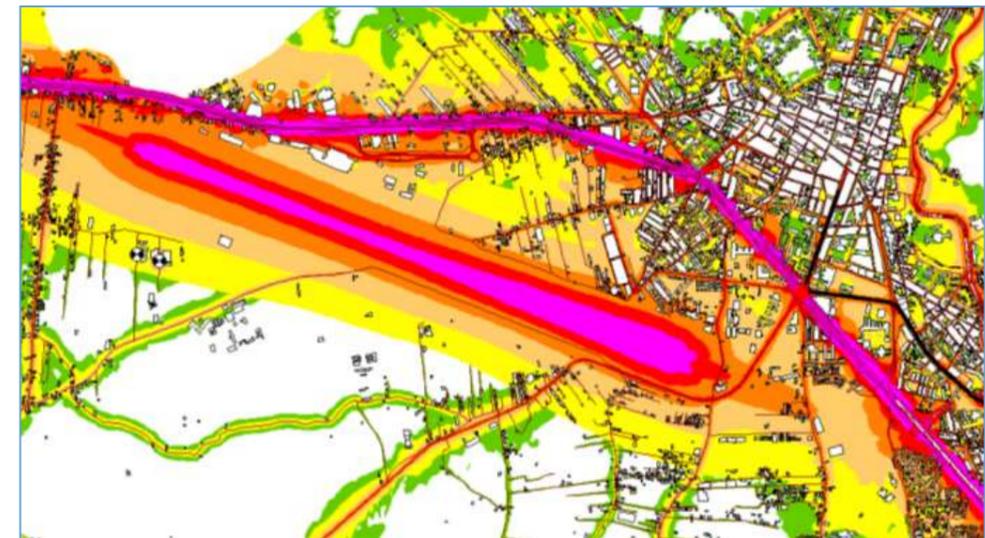
## 8. CARACTERIZACIÓN DE LA FUENTE AEROPORTUARIA

AENA aeropuertos publicó en mayo de 2013 el informe de los “Mapas Estratégicos de Ruidos de los Grandes Aeropuertos Fase II, Aeropuerto de Tenerife”.

Dado que Aena ya ha realizado el Mapa Estratégico de Ruido (MER) del Aeropuerto de Tenerife Norte, no es necesario el cálculo del mismo ya que todos los datos necesarios están publicados.

Ahora bien, si es necesario incorporar los resultados del Mapa Estratégico de Ruido del Aeropuerto de Tenerife Norte a los resultados del Mapa Estratégico de Ruido de San Cristóbal de la Laguna con el fin de obtener un resultado global de afección por el ruido del conjunto de fuentes que se encuentran dentro del Término Municipal de San Cristóbal de La Laguna.

A continuación se muestra la incorporación del MER del aeropuerto de Tenerife Norte a los resultados de las otras fuentes de ruido del Municipio:



**Imagen nº 46:** MER Aeropuerto de Los Rodeos

## 9. CARACTERIZACIÓN DE FUENTES NO MODELABLES

Se ha realizado una campaña de medidas acústicas para caracterizar algunas fuentes sonoras industriales que no permiten ser modeladas dentro del modelo acústico y que requieren su caracterización mediante mediciones, además y con el fin de poder calibrar el modelo acústico y determinar la bondad de los resultados del Mapa Estratégico de Ruido que se obtenga, se han realizado medidas de calibración, llegando en conjunto a realizar un total de 10 mediciones acústicas.

En estas medidas se han utilizado sonómetros de Tipo I que cumplen con los requisitos descritos en las normas UNE-EN-60651:1996 y UNE-EN-60651A1:1997 (sonómetros convencionales), UNE-EN-60804:1996 y UNE-EN-60804A2:1997 (sonómetros integradores-promediadores). Así mismo, los calibradores utilizados cumplen con la UNE-20942:1994.

El diseño de las campañas y la ejecución de las medidas se han realizado conforme a las siguientes normas y artículos:

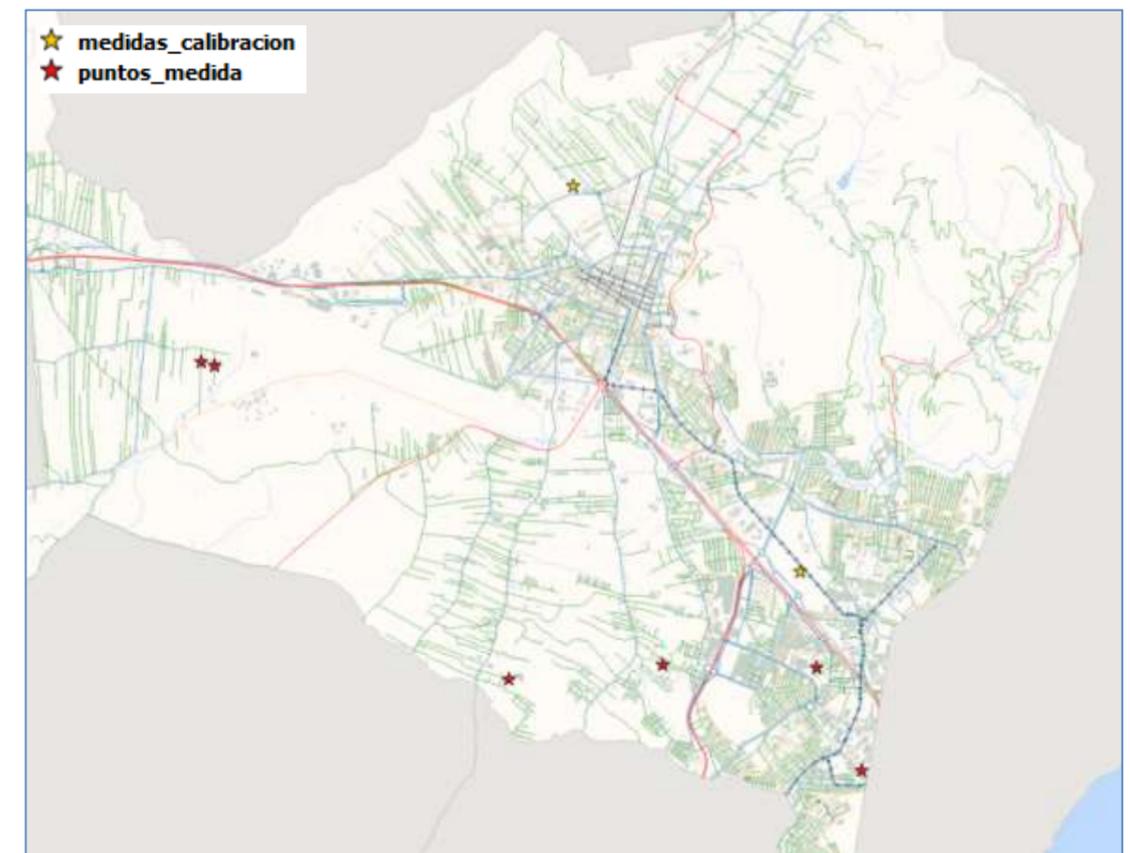
- ISO 1996-1:2003: Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – part 1: Basic quantities and assessment procedures
- ISO 1996-2:2007 Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – part 2: Determination of environmental noise level
- Anexo IV del Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre (BOE, nº 254, de 23 de octubre de 2007).

A continuación se hace una breve descripción de cada una de las medidas y de los resultados obtenidos. Los informes generados con toda la información obtenida con las mediciones realizadas se encuentra incluidas en el Anexo III del presente documento.

Para poder caracterizar acústicamente la emisión sonora de los principales focos de ruido ambiental descritos en el apartado 4.4 de los polígonos industriales ha sido necesario determinar la potencia acústica de emisión de cada una de acuerdo a diferentes muestras de valores acústicos obtenidos en el perímetro de dichas fuentes, considerando adicionalmente, parámetros como la geometría o periodo de funcionamiento. A continuación se enumeran las diferentes fuentes de ruido encontradas en los polígonos industriales del Municipio:

- Matadero Insular de Tenerife
- SADA Montemar\_Frimanchi
- Celgán
- Desguaces Tenerife
- JSP
- Prefabricados JULCA

Una vez localizados los focos de ruido industrial se ha procedido a caracterizar dichos focos mediante medidas acústicas. A continuación se muestran los puntos de medida de la industria (en rojo) junto con los puntos de medida de calibración (en amarillo):



**Imagen nº 47:** Puntos de medida de industrias y de calibración del modelo

## 10. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO ACÚSTICO

Una vez se han determinado y evaluado los datos de entrada y se han identificado y caracterizado adecuadamente mediante estudios y mediciones las fuentes de ruido, estamos en disposición de elaborar los modelos acústicos que determinen el Mapa Estratégico de Ruido del Término Municipal de San Cristóbal de La Laguna.

Para el cálculo y representación de los mapas se han diferenciado los siguientes focos, atendiendo a los criterios establecidos por la Directiva Europea 2002/49/CE:

- Tráfico viario, diferenciando grandes ejes viarios de más de 3.000.000 vehículos /año.
- Tráfico ferroviario.
- Tráfico aeroportuario.
- Fuentes sonoras industriales.
- Total de emisores acústicos.

Para cada tipología de foco de ruido y para la suma de todos los emisores acústicos se calculó la población afectada a 4 metros de altura, conforme con la normativa, y a todas las alturas.

En los puntos posteriores se detallarán los recursos y metodologías de trabajo seguidas para la elaboración de estos mapas.

### 10.1. SOFTWARE DE SIMULACIÓN ACÚSTICA

Para la elaboración del modelo acústico tridimensional y procesado del cálculo matemático se han utilizado diversas licencias del programa CadnaA v. 4.3, permitiendo el cálculo diversificado del mismo modelo a través de una red de ordenadores.

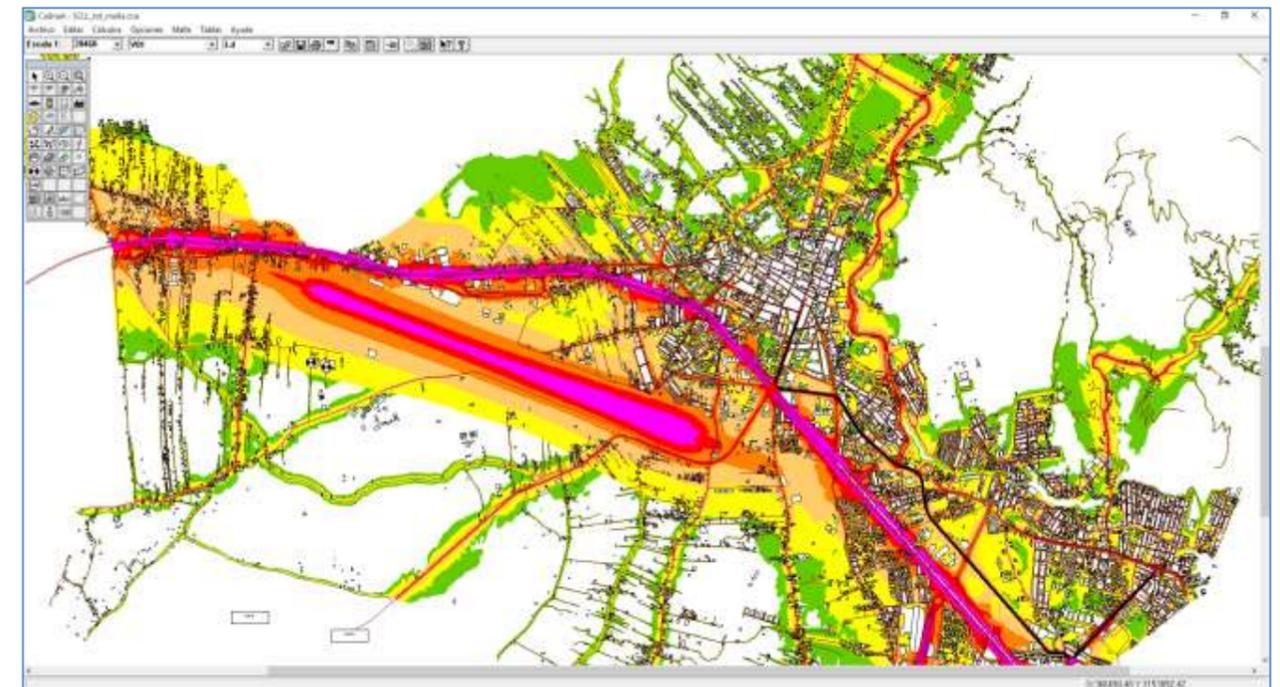
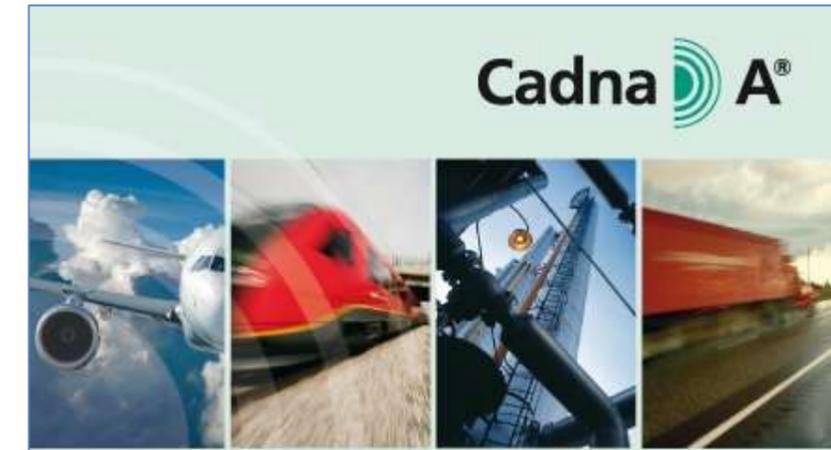


Imagen nº 48: Pantalla de software CadnaA

### 10.2. MODELOS DE SIMULACIÓN

En este apartado se enumeran los modelos matemáticos que se han empleado en el software de simulación para determinar los niveles sonoros conforme a la legislación básica estatal en materia de contaminación acústica y atendiendo a las fuentes de ruido identificadas en el apartado 4:

- *Modelo de Tráfico Viario*: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB).

- *Modelo de tráfico ferroviario:* El método nacional de cálculo del ruido ferroviario de los Países Bajos, publicado como RMR (Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaa'i'96).
- *Modelo de ruido de aeronaves:* Se seguirá el documento ECAC.CEAC Doc. 29 «Informe sobre el método estándar de cálculo de niveles de ruido en el entorno de aeropuertos civiles», 1997. Entre los distintos métodos de modelización de trayectorias de vuelo, se utilizará la técnica de segmentación mencionada en la sección 7.5 del documento 29 de ECAC.CEAC.
- *Modelo de ruido industrial:* Se tendrá en cuenta la norma ISO 9613-2: «Acústica-Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior, Parte 2: Método general de cálculo». Para la aplicación del método establecido en esta norma, pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos descritos en las normas siguientes:
  - ISO 8297: 1994 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales multifuente para la evaluación de niveles de presión sonora en el medio ambiente-Método de ingeniería»,
  - EN ISO 3744: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante»,
  - EN ISO 3746: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante».

A partir de la información obtenida y georreferenciada en apartado 9, ha sido posible construir el modelo acústico tridimensional. A continuación se describe todo el proceso para tal efecto:

### 10.2.1. Modelo de tráfico viario

El llamado "modelo francés" de cálculo del ruido emitido por autovías, carreteras y calles, se debe utilizar en España para la realización de Mapas Estratégicos de Ruido [Real Decreto 1513/2005]. Este modelo es el propuesto de manera provisional por la Unión Europea para la realización de mapas de ruido en aquellos países que carezcan del suyo propio, que se describen en la recomendación 2003/613/EC de la Comisión Europea. A su vez, el modelo de cálculo se divide en un modelo de emisión y otro de propagación.

RUIDO DE TRÁFICO RODADO	
<b>Modelo de emisión:</b>	«Guide du Bruit des Transports Terrestres – Prévission des niveaux sonores», 1980
<b>Modelo de propagación:</b>	El método nacional de cálculo francés "NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)", mencionado en el "Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6" y en la norma francesa "XPS 31-133".

**Tabla nº 29:** Modelos de tráfico

Lo que realmente se esconde detrás del modelo de emisión de una carretera es una fuente lineal (o varias) a la que se le ha asignado una altura y una potencia. Lo que proporcionan los modelos actuales de emisión es una "calculadora". Estiman la potencia de emisión de cada fuente lineal basándose en parámetros (datos) que caracterizan la vía y son más fáciles de obtener que la propia potencia de emisión por metro de vía.

En el siguiente diagrama se resume el nivel de potencia sonora por unidad de longitud en dB(A) que proporciona el modelo NMPB-96. Se puede observar que dicha emisión considera el tipo de vehículo (ligero o pesado), el tipo de flujo de tráfico (fluido continuo, en pulso, acelerado o decelerado), la inclinación de la vía (horizontal, ascendente o descendente) y la velocidad de los vehículos ligeros y pesados.

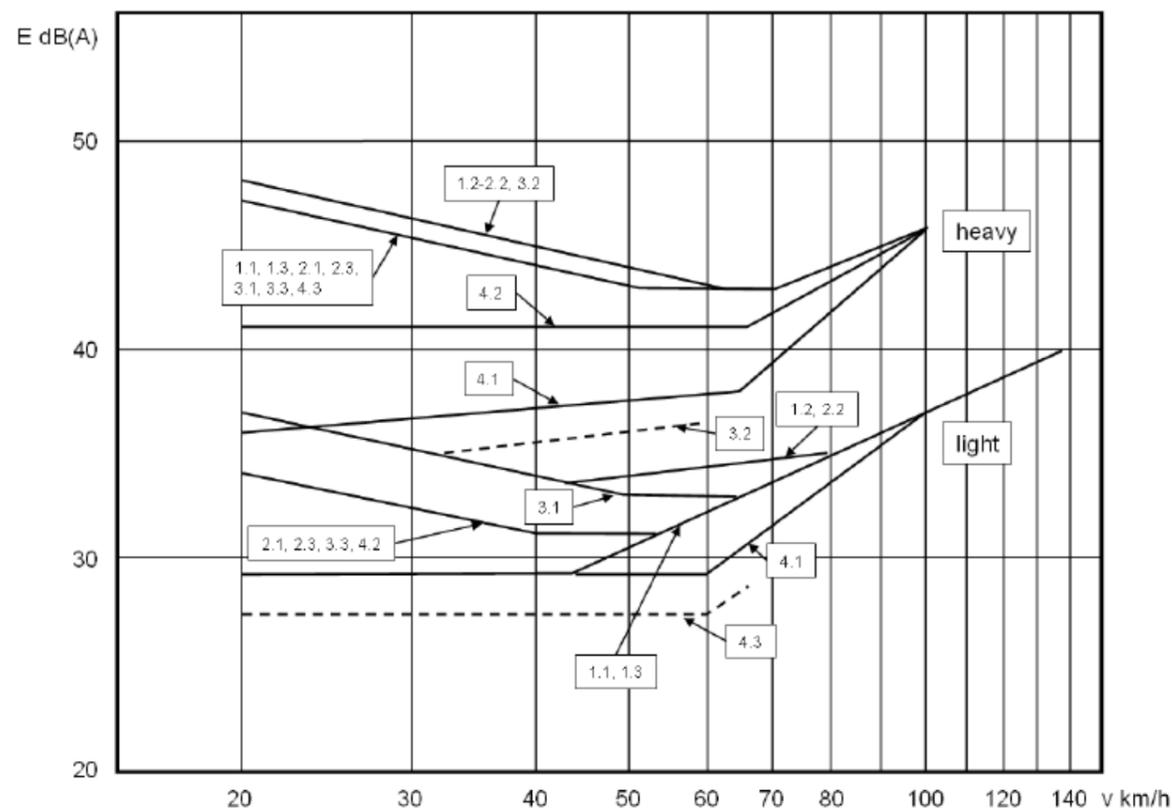


Imagen nº 49: Diagrama de potencia por unidad de longitud. Pesados y ligeros

	Horizontal (-2% < Pendiente < 2%)	Ascendente (Pendiente > 2%)	Descendente (Pendiente < -2%)
Fluido continuo	1.1	1.2	1.3
Pulsado	2.1	2.2	2.3
Aceleración	3.1	3.2	3.3
Deceleración	4.1	4.2	4.3

### Modelo de emisión

- Integran una base de datos de Vehículos y sus Características. Las principales fuentes de emisión de los vehículos son las correspondientes a: aerodinámica, neumáticos y motor.
- Operan con distintos tipos de Carreteras (geometría).
- Incluyen distintos tipos de calidad y composición de su superficie.

Emplean la interrelación entre los dos factores anteriores:

- Referente a la interacción de neumáticos y asfaltado.
- La decisión sobre la altura del conjunto de fuentes lineales modelizadas, basándose en los distintos tipos de vehículos que circulan. Por ejemplo un camión tiene el motor más alto.
- La decisión sobre el número de fuentes lineales conveniente para la simulación de una carretera en función de su anchura, número de carriles, carriles especiales, etc.

### Datos de Entrada al Modelo de Emisión

- Utilizan los datos sobre intensidad del tráfico, composición de vehículos y velocidad de los mismos, como principal parámetro de estimación del ruido procedente de las carreteras. Una identificación de la intensidad del tráfico y su composición, para los tramos horarios de día tarde y noche. Así mismo se definirán las velocidades medias para cada tipo de vehículo y en los mismos tramos horarios de día tarde y noche Además necesitaremos definir los tramos de aceleración y deceleración y los gradientes de las vías.
  - Un modelo de simulación de redes de tráfico que integre todas las vías de manera coherente y analice sus características de flujo de vehículos promediándolas a un año.
- Una caracterización geométrica y cartográfica de las calles, autopistas e intersecciones que van a formar parte del modelo. Por tanto se requerirán anchos de carriles, número de carriles por calzada (por sentido de circulación), anchos de arcenes, anchos de medianas.
  - Un inventario de la señalización referente a la velocidad y semáforos.
  - Una tipificación de los tipos de asfalto y estado del mantenimiento del firme.

### Modelo de propagación

- Emplean la Geometría y la impedancia acústica para establecer las condiciones de contorno en las que calcular la propagación.4

### Datos de Entrada al Modelo de Propagación

- Condicionados por las variables meteorológicas
  - Humedad, temperatura, velocidad y dirección del viento para establecer si las condiciones de propagación son más o menos
- Líneas de nivel, edificios, barreras, cartografía de la propia carretera

- o Y sobre todo el modelo de propagación requiere de una fidelidad en la siguiente información: Una identificación pormenorizada de los accidentes del terreno y edificios que rodean el trazado de la vía: taludes, trincheras, puentes, túneles, edificios, etc.
- Absorción del terreno, obstáculos, edificios y de la propia carretera

En el desarrollo de los cálculos se utilizará el modelo NMPB-Routes-96 en cumplimiento de las directrices marcadas por la Unión Europea.

### 10.2.2. Modelo de tráfico ferroviario

El método nacional de cálculo del ruido ferroviario de los Países Bajos, publicado como RMR (Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaa'i'96) tiene su propio modelo de emisiones que se describe en detalle en el capítulo 2 del texto original. Este modelo de emisiones puede utilizarse en todos los Estados miembros sin necesidad de modificarlo.

Con respecto a los datos de emisión, se recomienda la base de datos de emisiones neerlandesa como base de datos por defecto.

Con la norma SRM II, se determinan valores de emisión por bandas de octava para cada categoría de tren y cada altura de fuente acústica (hasta cinco alturas). Una vez caracterizadas las emisiones de las distintas categorías de trenes, se calcula la del tramo de línea ferroviaria especificado, teniendo en cuenta el peso de las distintas categorías de trenes (y el hecho de que no en todas existen fuentes sonoras en todas las alturas), así como el paso de los trenes en diferentes condiciones (frenando o no). El factor de emisión en bandas de octava  $i$  se calcula del modo siguiente:

$$L_{E,i}^h = 10 \log \left( \sum_{c=1}^n 10^{E_{nb,i,c}^h/10} + \sum_{c=1}^n 10^{E_{br,i,c}^h/10} \right)$$

Donde:

- $n$ : es el número de categorías de trenes que utilizan la línea férrea considerada.
- $E_{nb,i,c}^h$ : factor de emisión de las unidades de un tren que no están frenando para cada categoría de trenes ( $c=1$  a  $n$ ), en la banda de octava  $i$ , y la altura de evaluación  $h$ .
- $E_{br,i,c}^h$ : factor de emisión de las unidades de un tren que están frenando para cada categoría de trenes ( $c=1$  a  $n$ ), en la banda de octava  $i$ , y la altura de evaluación  $h$ .

Las alturas de evaluación  $h$  son 0, 0.5, 2, 4 y 5m, dependiendo de la categoría de tren.

Los factores de emisión se calculan de la siguiente forma:

$$E_{nb,i,c}^h = a_{i,c}^h + b_{i,c}^h \log V_c + 10 \log Q_c + C_{bb,i,m,c}$$

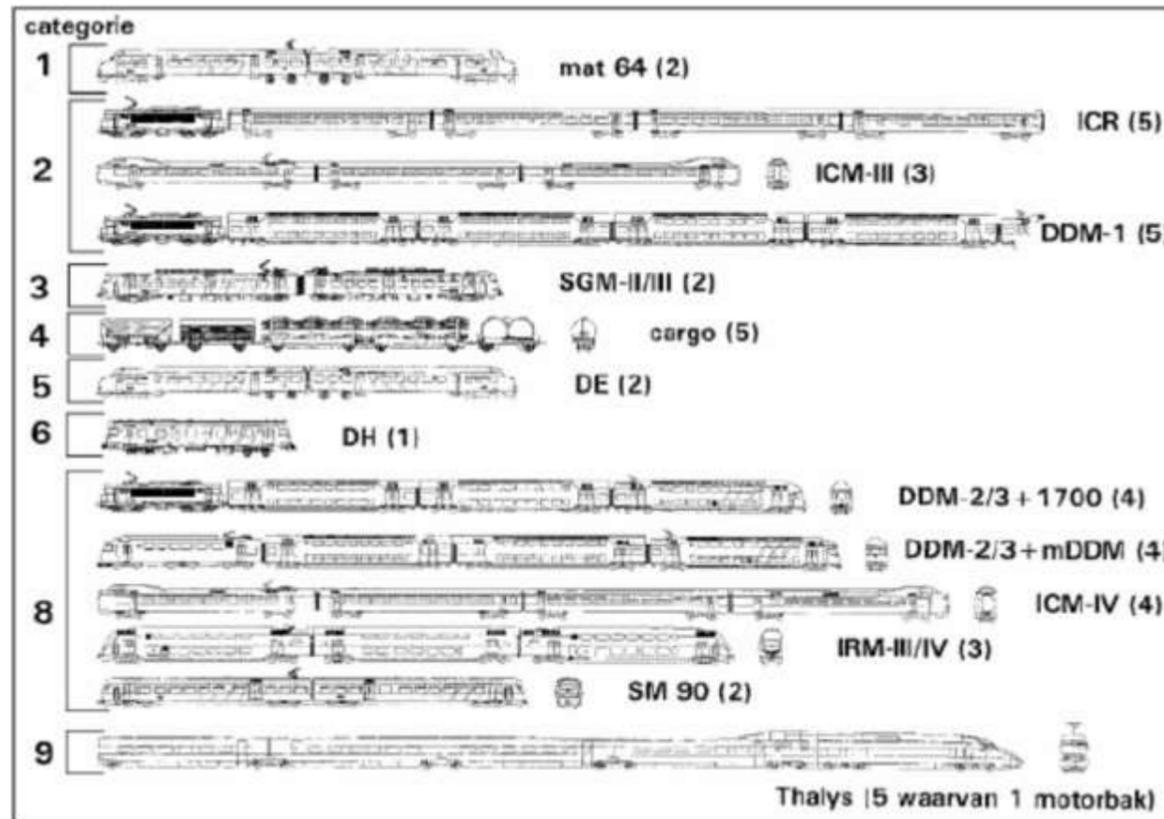
$$E_{br,i,c}^h = a_{br,i,c}^h + b_{br,i,c}^h \log V_{br,c} + 10 \log Q_{br,c} + C_{bb,i,m,c}$$

Donde:

- $a_{i,c}^h, b_{i,c}^h, a_{br,i,c}^h, b_{br,i,c}^h$  son los factores de emisión para las categorías de trenes  $c$  respectivamente para la fase de frenado y no frenado, para una banda de octava  $i$  a una altura  $h$ .
- $Q_c$ : es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que no están en fase de frenado.
- $Q_{br,c}$ : es la media de las unidades de las categorías de vehículos ferroviarios que están en fase de frenado.
- $V_c$ : velocidad media al paso de los vehículos que no están frenando.
- $V_{br,c}$ : velocidad media al paso de los vehículos que están frenando.
- $bb$ : tipo de vía / condición de las vías férreas.
- $m$ : estimación de las discontinuidades de la vía.
- $C_{bb,i,m,c}$ : corrección por discontinuidades de la vía y por rugosidad de los raíles.

### Categorías de Trenes

Las categorías existentes en la base de datos de emisiones neerlandesa se diferencian principalmente por su sistema de propulsión y de frenado, tal como se indica a continuación. En el siguiente gráfico, se muestran las categorías de trenes definidas en la norma SRMII. El número de trenes está determinado en unidades, mientras que entre paréntesis aparece el número de vehículos que componen cada unidad:



CO1 Trenes de pasajeros con freno de zapata

- Son exclusivamente trenes de pasajeros de motor eléctrico con frenos de zapata, incluyendo la locomotora correspondiente, así como trenes de la serie "Dutch 1964" y trenes pertenecientes a "Deutsche Bahn" (DB).
- Vehículos de motor eléctrico para transporte de correo.

CO2 Trenes de pasajeros con freno de zapata + frenos de disco

- Trenes de pasajeros de motor eléctrico, principalmente con frenos de disco pero con posibilidad de disponer adicionalmente de frenos de zapata, incluyendo la locomotora correspondiente, como por ejemplo los trenes Intercity de los tipos IMC-II, ICR y DDM-1.
- Trenes de pasajeros pertenecientes a la Sociedad Francesa de Ferrocarriles (SNCF) y a la Trans Europe Express (TEE).
- Locomotoras eléctricas pertenecientes a las series 1100, 1200, 1300, 1500, 1600 y 1700 de la Sociedad de Ferrocarriles Belga (B).

CO3 Trenes de pasajeros con frenos de disco

- Exclusivamente trenes de pasajeros con frenos de disco y ruido de motor, como por ejemplo los trenes municipales (SGM, Sprinter).

CO4 Trenes de carga con frenos de zapata

- Cualquier tipo de tren de carga con frenos de zapata, sin incluir la maquina locomotora.

CO5 Trenes diésel con frenos de zapata

- Exclusivamente trenes de pasajeros diésel-eléctricos, con frenos de zapata, incluyendo su correspondiente locomotora, como por ejemplo los tipos DE I, DE II y DE III.
- Locomotoras diésel-eléctricas, como por ejemplo las series 2200/2300 y 2400/2500.

CO6 Trenes diésel con frenos de disco

- Exclusivamente trenes de pasajeros diésel-hidráulicos con frenos de disco y ruido de motor.

CO7 Trenes subterráneos metropolitanos con frenos de disco y tranvías rápidos

- En este caso, una unidad corresponde a un único vehículo de 30 metros de longitud y 6 ejes.

CO8 Intercity y trenes lentos con frenos de disco

- Exclusivamente trenes de pasajeros eléctricos, incluyendo las correspondientes locomotoras, como por ejemplo los Intercity ICM IV, IRM y SM90.
- Trenes de pasajeros eléctricos con frenos de disco principales y frenos adicionales de zapata Sinter o ABEX, incluyendo sus correspondientes locomotoras, como por ejemplo los Intercity ICM-III y ODM-2/3.

CO9 Trenes de alta velocidad con frenos de disco y frenos de zapata

- Trenes eléctricos de pasajeros con frenos de disco principalmente y frenos de zapata adicionales en vehículo motor, como por ejemplo, los TGV-PBA o los Thalys (HST).

CO9r Trenes de alta velocidad con frenos de disco y frenos de zapata (Vehículos motores)

- Se trata de la misma categoría que la anterior, pero hace solo referencia a los vehículos motores.

C10 Reservada provisionalmente para trenes de alta velocidad tipo ICE-3 (M) (HST East)

En la figura anterior, se muestran los perfiles típicos de las categorías descritas, subrayando en cada caso el número de unidades individuales.

En los trenes no integrados, las locomotoras y/o vagones se comportan como unidades individuales. En el caso de trenes integrados (categoría 7), las secciones conectadas deben ser consideradas como una unidad.

### Altura de fuente

Los valores de emisión por banda de octava son determinados para cada una de las siguientes alturas:

- A nivel de la vía (valor de emisión  $L_{E^{bs}}$ )
- 0,5 m por encima de la vía (valor de emisión  $L_{E^{0.5m}}$ )
- 2,0 m por encima de la vía (valor de emisión  $L_{E^{2m}}$ )
- 4,0 m por encima de la vía (valor de emisión  $L_{E^{4m}}$ )
- 5,0 m por encima de la vía (valor de emisión  $L_{E^{5m}}$ )

No todas las categorías tienen emisión dominante en todas las alturas. Por ejemplo, los trenes de alta velocidad tienen importantes niveles a alturas elevadas. Para trenes de baja velocidad, los valores de emisión a alturas elevadas pueden ajustarse a cero.

### Correcciones según tipo de vía

Con el fin de determinar el valor de emisión, es necesario emplear además de las categorías expuestas anteriormente, el tipo de vía.

Existen diferentes tipos, dependiendo de su característica constructiva y estado de conservación:

- Vías con traviesas simples o dobles de cemento, sobre lecho de balasto (código  $bb=1$ )
- Vías con traviesas de madera o traviesas de cemento en zigzag, sobre lecho de balasto (código  $bb=2$ ).
- Vías sobre balasto, sin traviesas, vías con juntas o vías con sistemas de cambio de vía (código  $bb=3$ ).
- Vías con bloques (código  $bb=4$ )
- Vías con bloques sobre lecho de balasto (código  $bb=5$ ).
- Vías con fijación de raíles ajustable ( $bb=6$ ).
- Vías con fijación de raíles ajustable, sobre lecho de balasto ( $bb=7$ ).
- Vías llenas ( $bb=8$ ).

Cuando se determinan los valores de emisión, es también necesario realizar distinciones, dependiendo de cuantas desconexiones ocurran en el tramo considerado:

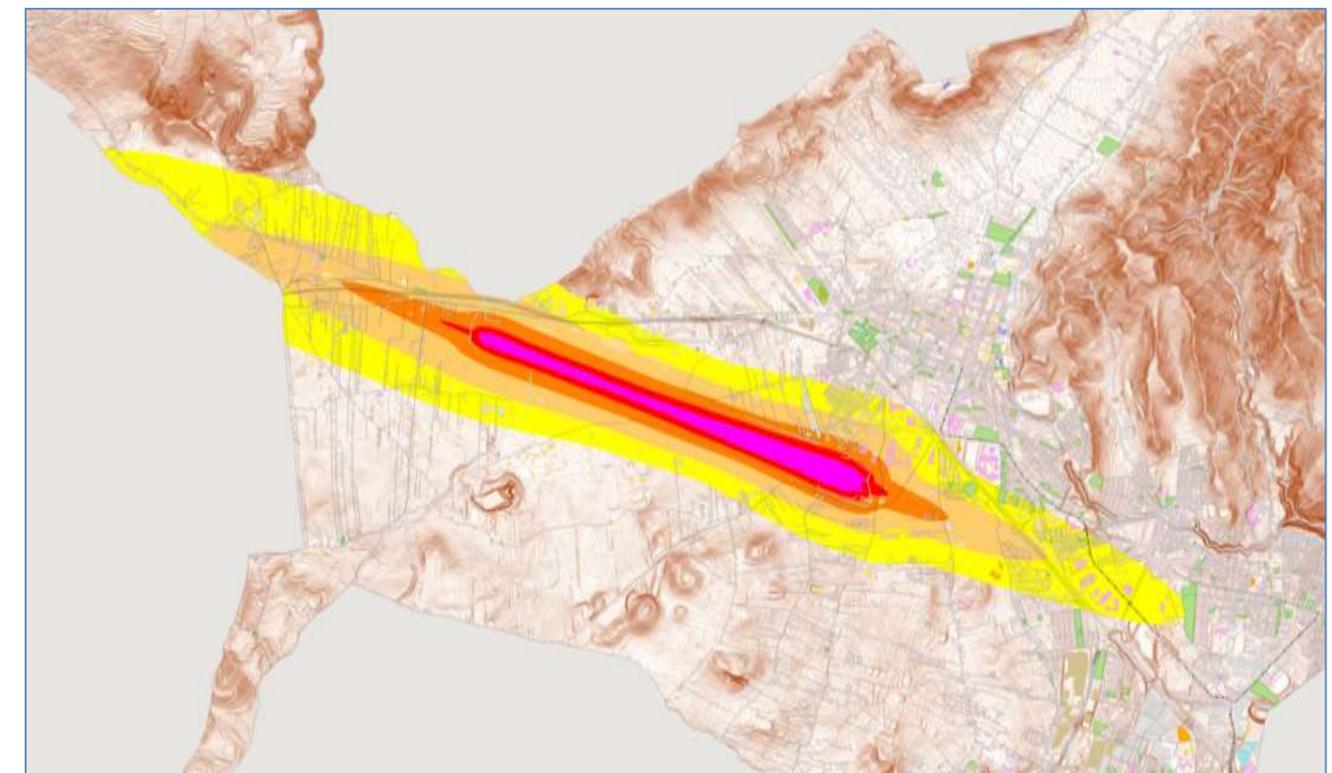
- Raíles sin juntas, con o sin cruces o cambios de vía sin juntas (índice  $m=1$ ).
- Raíles con juntas, o con un cambio de vía aislado ( $m=2$ ).

- Cambios y cruces con juntas, a razón de 2 por cada 100 metros ( $m=3$ ).
- Más de dos cambios y cruces con juntas cada 100 metros ( $m=4$ ).

### 10.2.3. Modelo de tráfico aeroportuario

Como se ha comentado en el apartado 8 de esta memoria es necesario incorporar los resultados del Mapa Estratégico de Ruido del Aeropuerto de Tenerife Norte a los resultados del Mapa Estratégico de Ruido de San Cristóbal de la Laguna con el fin de obtener un resultado global de afección por el ruido del conjunto de fuentes que se encuentran dentro del Término Municipal de San Cristóbal de La Laguna.

Aena ha facilitado los resultados del MER de los grandes aeropuertos en formato shp. Estos ficheros contienen las isófonas de  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$  y  $L_{den}$  de 55, 60, 65, 70 y 75 dBA.



**Imagen nº 50:** Isófonas  $L_{día}$  del MER aeropuerto.

Las isófonas han sido tratadas mediante Sistemas de Información Geográfica para que puedan ser incorporadas al modelo de cálculo como se puede observar en la siguiente imagen:

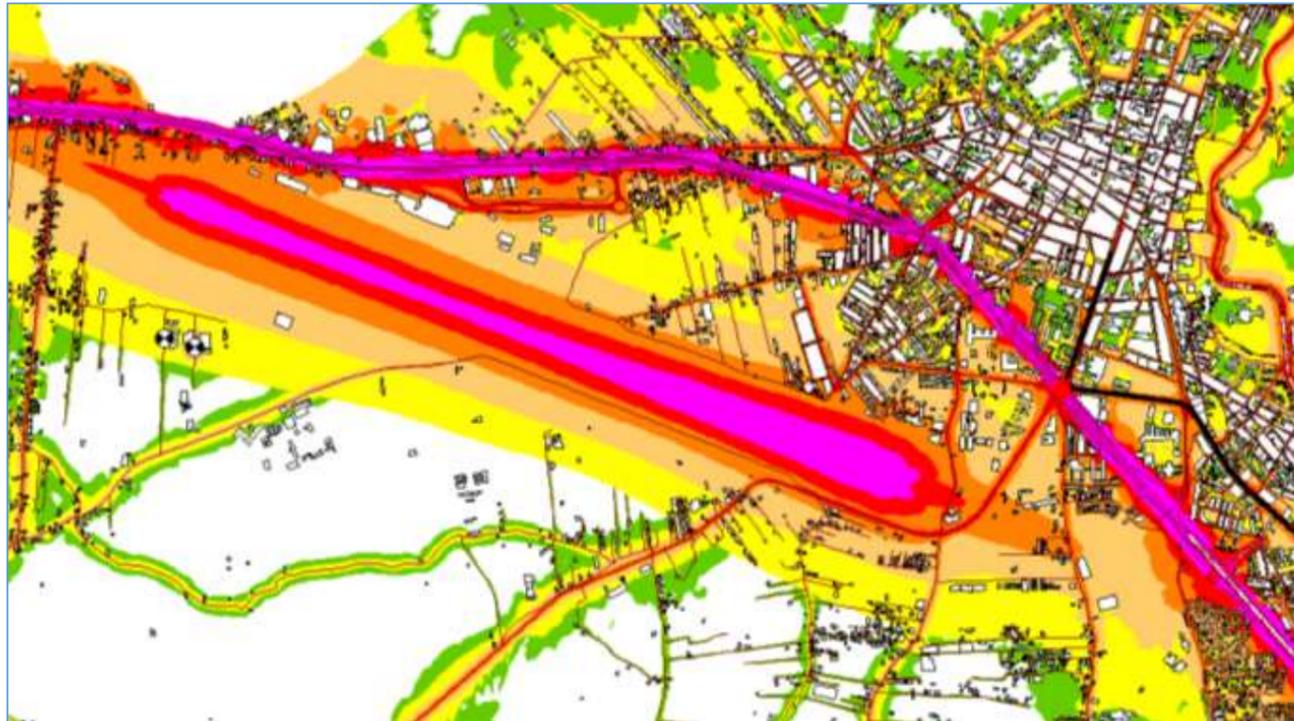


Imagen nº 51: MER Aeropuerto de Los Rodeos

#### 10.2.4. Modelo de ruido industrial

Se seguirá la norma ISO 9613-2: «Acústica-Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior, Parte 2: Método general de cálculo».

Para la aplicación del método establecido en esta norma, pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos descritos en las normas siguientes:

- ISO 8297: 1994 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales multifuente para la evaluación de niveles de presión sonora en el medio ambiente-Método de ingeniería»,
- EN ISO 3744: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante»,
- EN ISO 3746: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante».

### 10.3. CREACIÓN DEL MODELO 3D

#### 10.3.1. Incorporación de la topografía

El primer paso se contempla la incorporación de la geometría del terreno del área de estudio, mediante curvas cada metro.

La cartografía en formato SHP se ha introducido en CadnaA y se ha configurado, tomando como dato de altura el dato de cota almacenado en las tablas del mismo archivo shape.

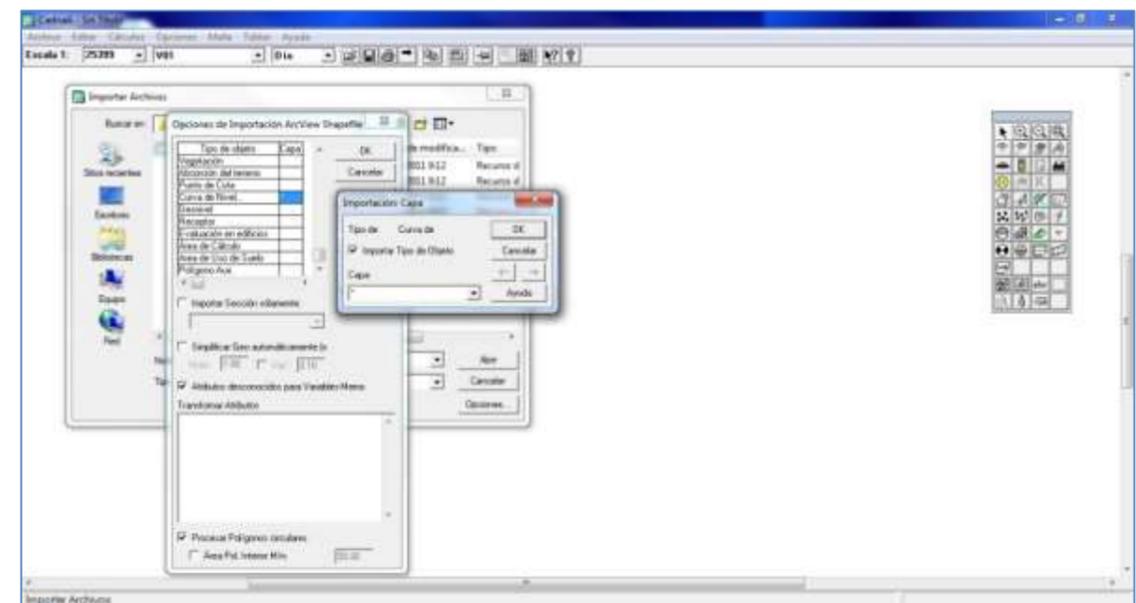


Imagen nº 52: Importación de elementos al programa CadnaA

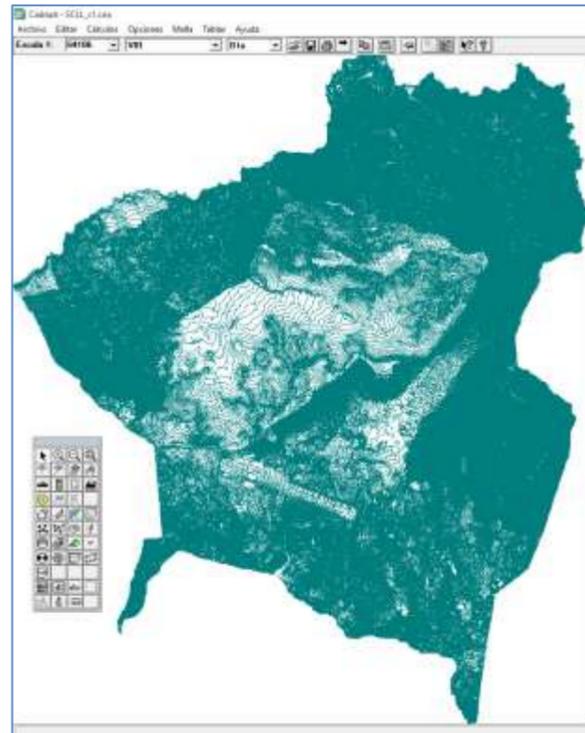


Imagen nº 53: Curvas de nivel importadas al modelo

De esta forma se puede visualizar en tres dimensiones el terreno del área de estudio:

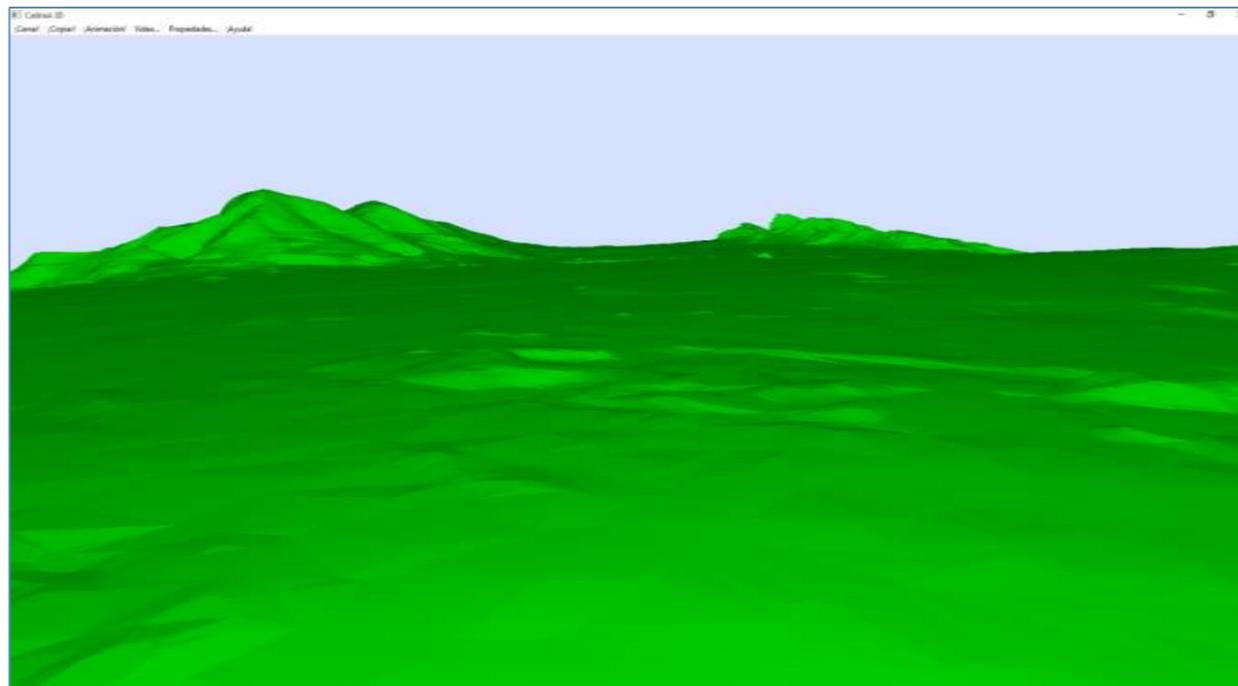


Imagen nº 54: Vista 3D del MDT

### 10.3.2. Incorporación de las vías de tráfico rodado

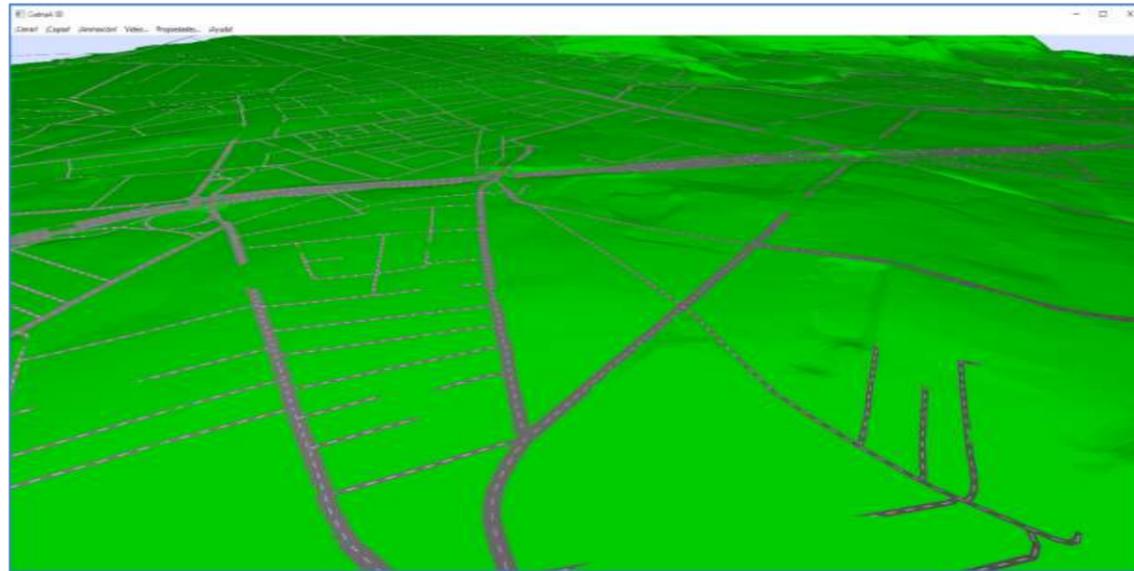
Los datos geométricos de las vías de tráfico rodado bajo estudio se importan en formato SHP con información de sus perfiles, número de carriles, cotas sobre el terreno, IMD, porcentaje de tráfico pesado, etc.

Hay que tener en cuenta que el elemento que hay que incorporar al modelo es el eje de modelización, no el propio eje de la carretera. Este eje de modelización coincide con el eje de la plataforma de la vía. Por este motivo, en el caso de una carretera de varios carriles y varios sentidos, sin separación, el eje de modelización coincidirá con el propio eje de la carretera, mientras que si existiera una separación física por mediana, habría que incluir dos ejes de modelización, uno por cada plataforma de carretera.

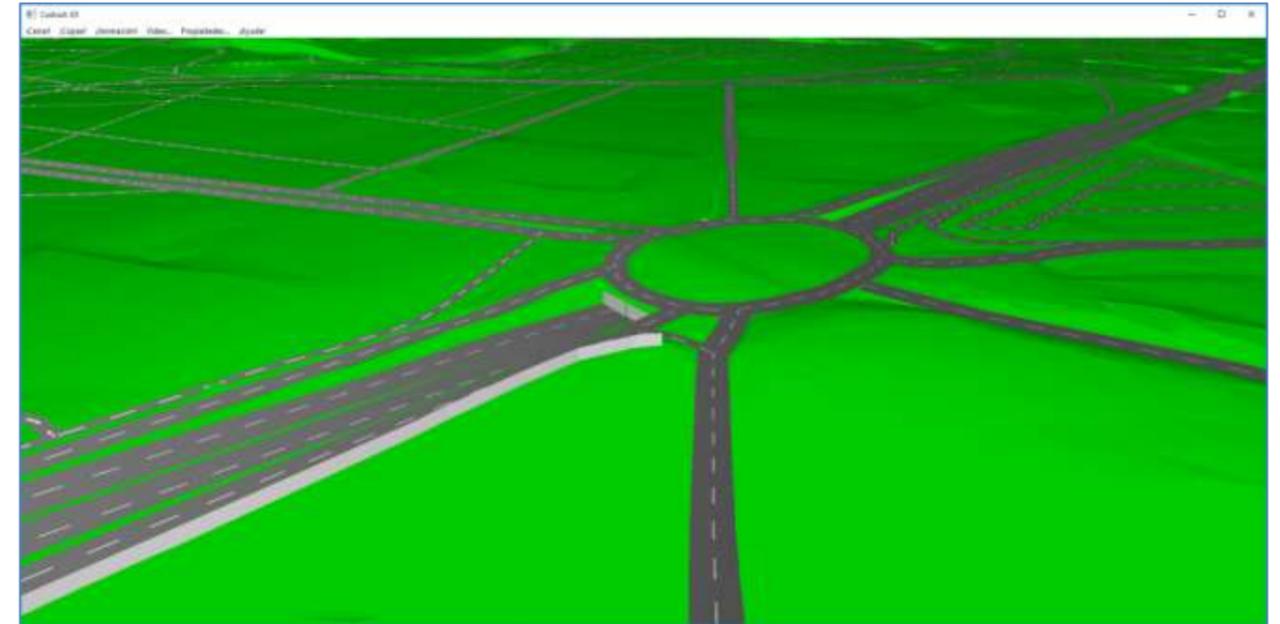
La configuración de la carretera se ha establecido de forma automática a partir de los atributos del archivo geográfico, accesibles mediante las variables MEMO enumeradas a continuación:

- PT: porcentaje de vehículos pesados (periodo día)
- PE: porcentaje de vehículos pesados (periodo tarde)
- PN: porcentaje de vehículos pesados (periodo noche)
- MT: vehículos / Hora Q (periodo día)
- ME: vehículos / Hora Q (periodo día)
- MN: vehículos / Hora Q (periodo día)
- VPKWD: velocidad máxima de vehículos ligeros (periodo día)
- VPKWE: velocidad máxima de vehículos ligeros (periodo tarde)
- VPKWN: velocidad máxima de vehículos ligeros (periodo noche)
- VLKWD: velocidad máxima de vehículos pesados (periodo día)
- VLKWE: velocidad máxima de vehículos pesados (periodo tarde)
- VLKWN: velocidad máxima de vehículos pesados (periodo noche)
- STEIG: pendiente en porcentaje
- RQ: ancho de la plataforma
- FLOWNR: tipo de flujo (0 = continuo fluido, 1 = continuo en pulso, 2 = acelerado en pulsos, 3 = decelerado en pulsos)
- STRONR: superficie de la carretera (1 = asfalto bituminoso, 2 = asfalto poroso, 3 = bandas sonoras metálicas, 4 = asfalto liso, 5 = asfalto estriado, 6 = empedrado)
- HA: altura de los vértices de la carretera
- HA\_ATT: configuración del tipo de altura (r = relativa, a = absoluta)

Después de incorporar los parámetros, la vista 3D muestra lo siguiente:

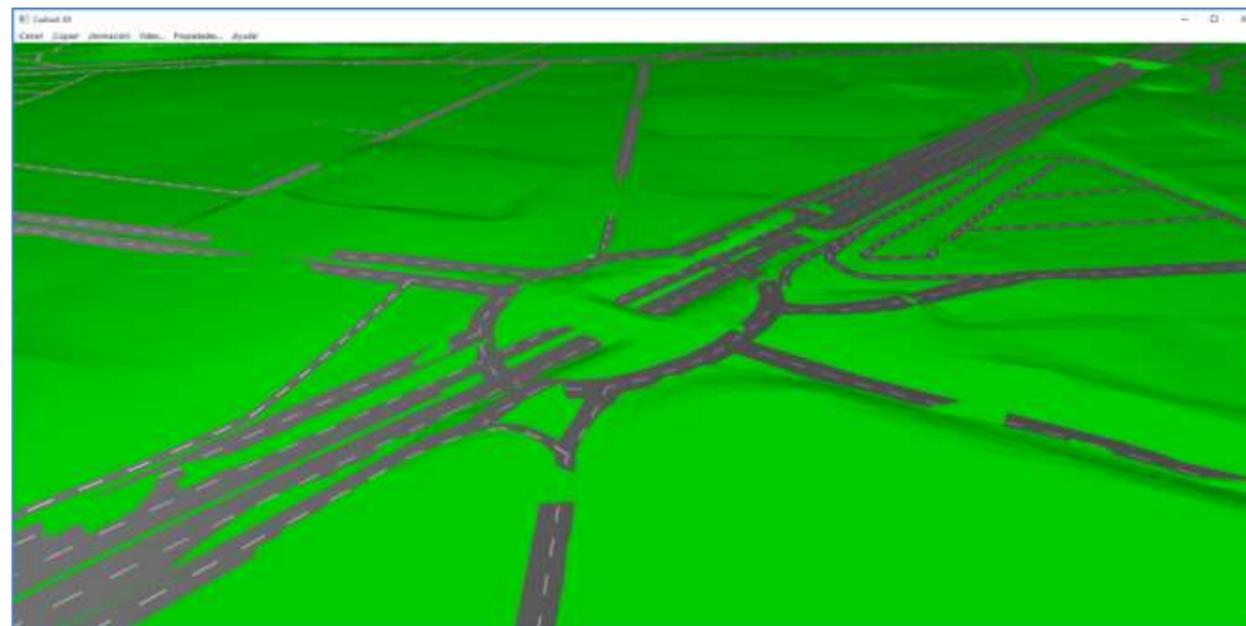


**Imagen nº 55:** Vista 3D del MDT y el viario

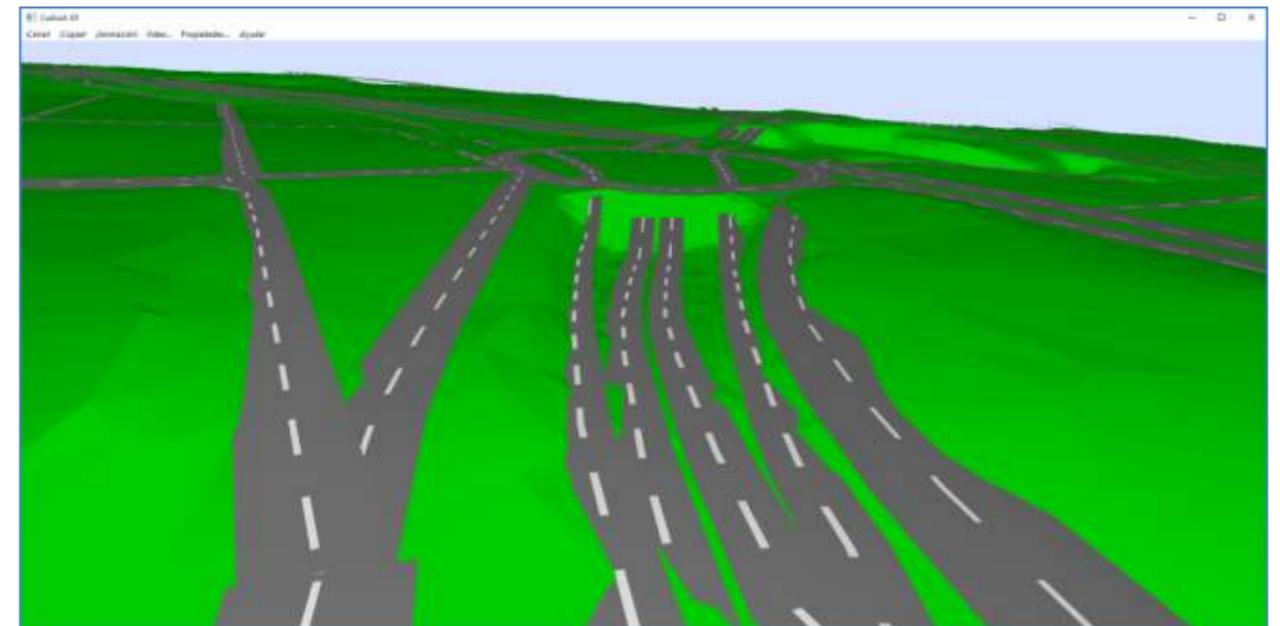


**Imagen nº 57:** Vista 3D del MDT y el viario corregido

Tras revisiones del modelo tridimensional se detectan incongruencias en los cruces de calles donde existen pasos a nivel o túneles. Estos errores del modelo se subsanan en los siguientes puntos del trabajo. A continuación se muestran unos ejemplos:



**Imagen nº 56:** Vista 3D del MDT y el viario sin corregir



**Imagen nº 58:** Vista 3D del MDT y el viario sin corregir

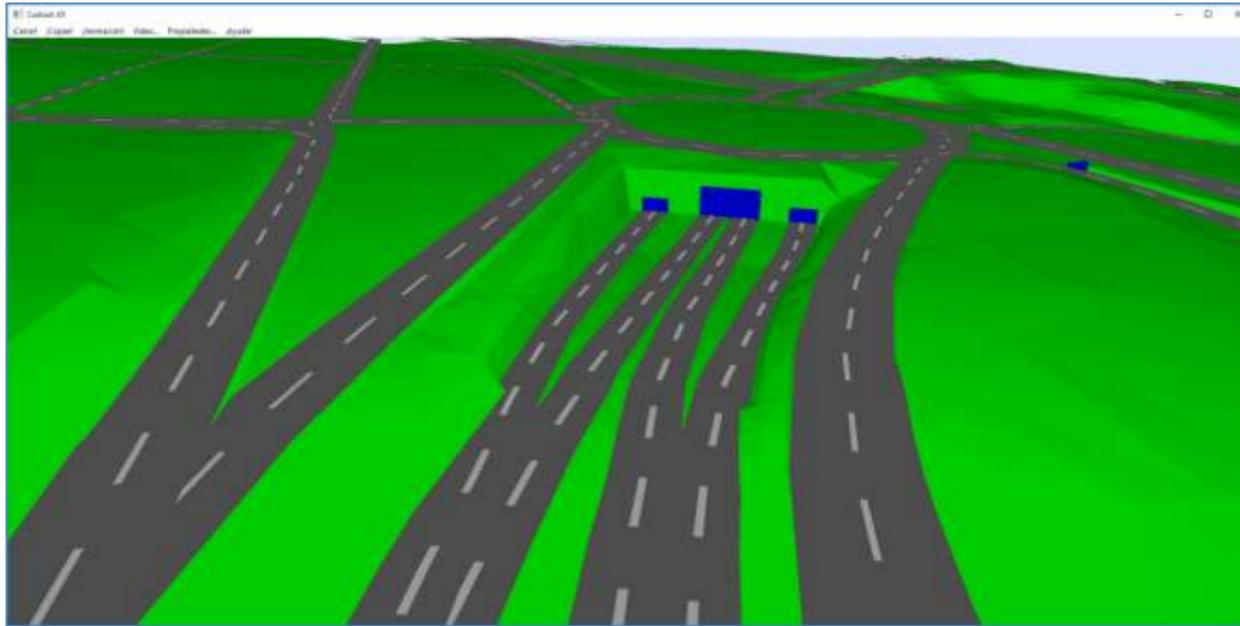


Imagen nº 59: Vista 3D del MDT y el viario corregido

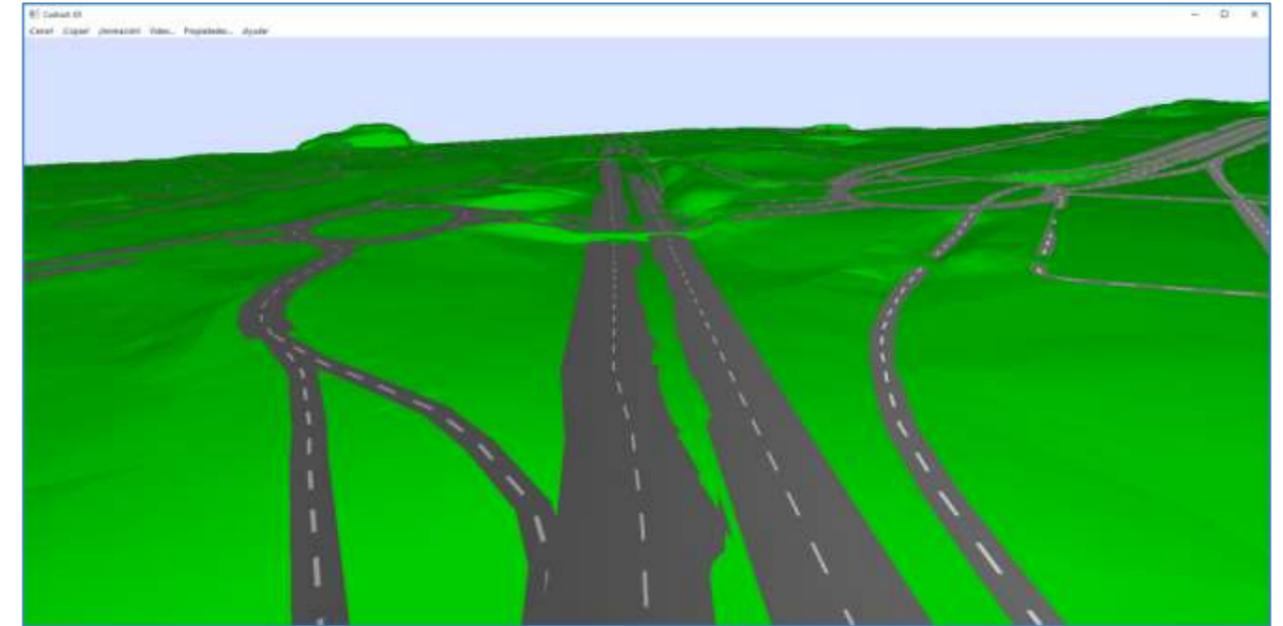


Imagen nº 61: Vista 3D del MDT y el viario corregido



Imagen nº 60: Vista 3D del MDT y el viario sin corregir

### 10.3.3. Incorporación de las vías de tráfico ferroviario

Los datos geométricos de las vías de tráfico ferroviario bajo estudio se importan en formato SHP con información de sus perfiles, tipo de vías, cotas sobre el terreno, trenes que circulan en cada periodo, porcentaje de trenes frenando...

Hay que tener en cuenta que el elemento que hay que incorporar al modelo es el eje de modelización, no el propio eje del tranvía. Este eje de modelización coincide con el eje de la plataforma de la vía.

La configuración del eje ferroviario se ha realizado manualmente en el software, a continuación se muestra la ventana para introducir los datos:



Imagen nº 62: Configuración del eje en CadnaA

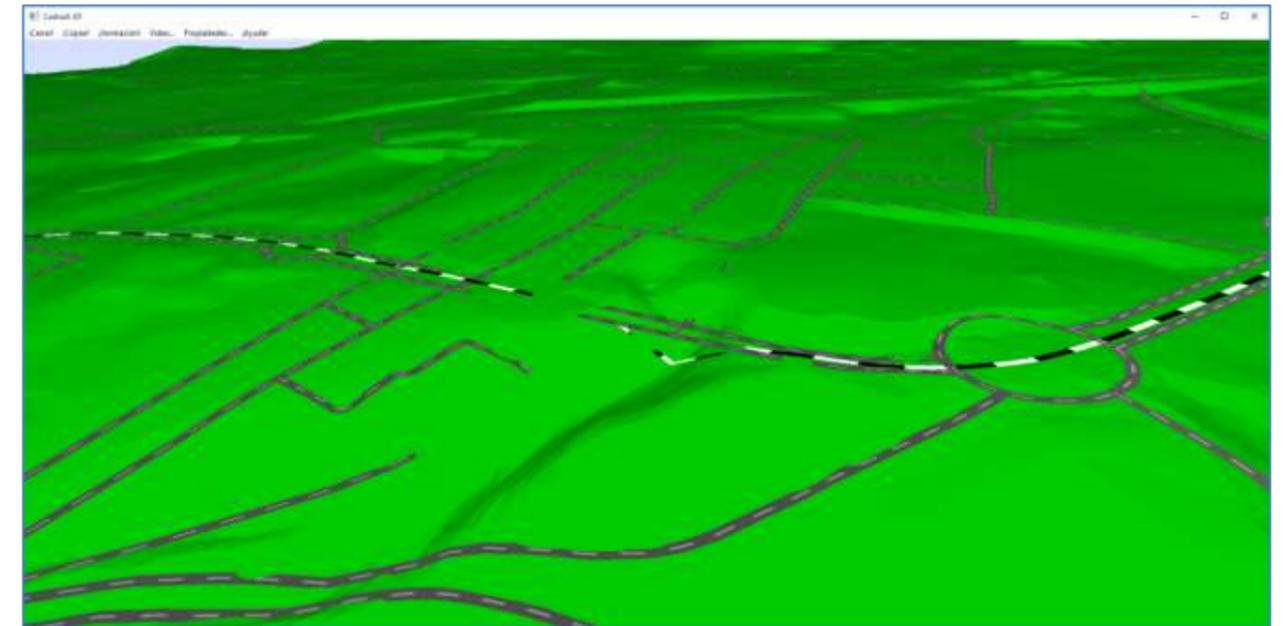


Imagen nº 64: Vista 3D del eje del tranvía sin corregir

Después de incorporar los parámetros, la vista 3D muestra lo siguiente:

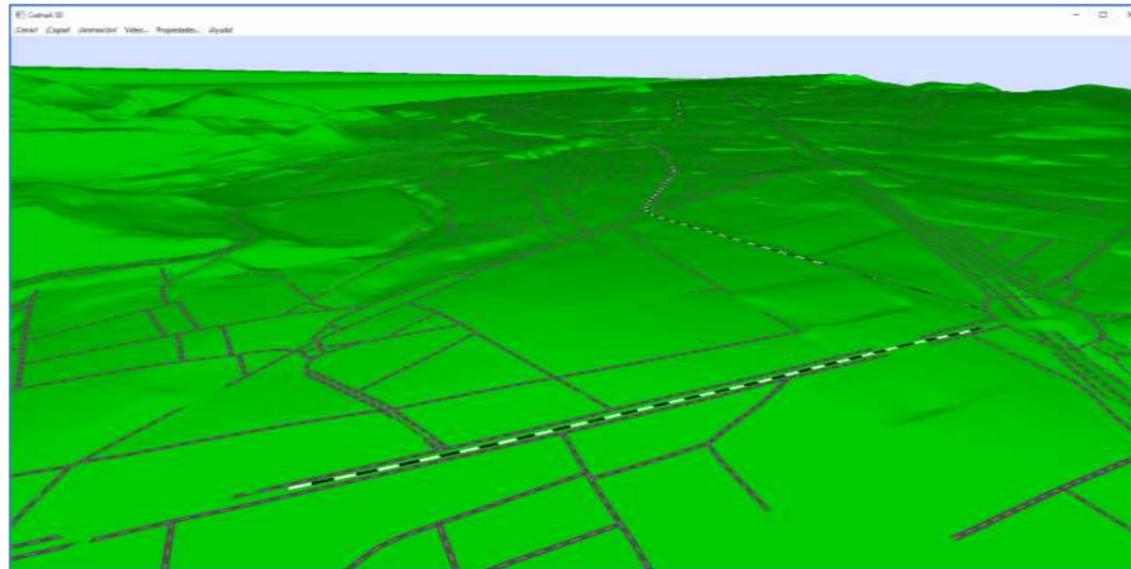


Imagen nº 63: Vista 3D del eje del tranvía

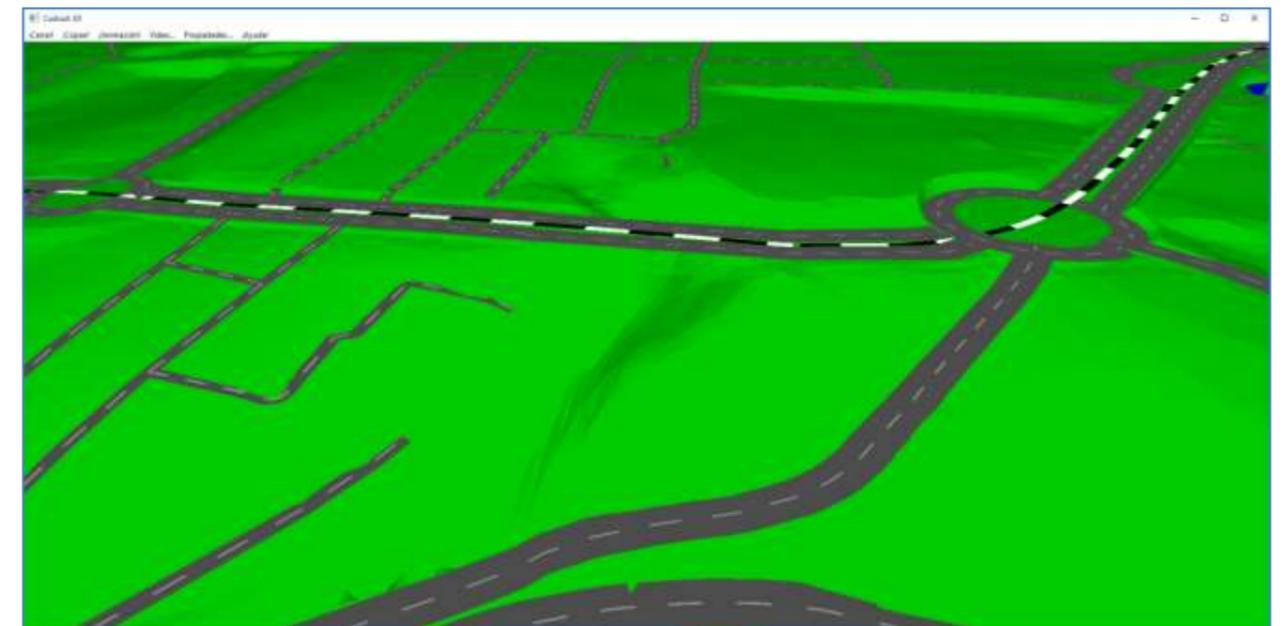


Imagen nº 65: Vista 3D del eje del tranvía corregido

Al igual que ocurriera con los ejes viarios, tras revisar el modelo tridimensional se detectan incongruencias que se son subsanadas en los siguientes puntos del trabajo. A continuación se muestran unos ejemplos:

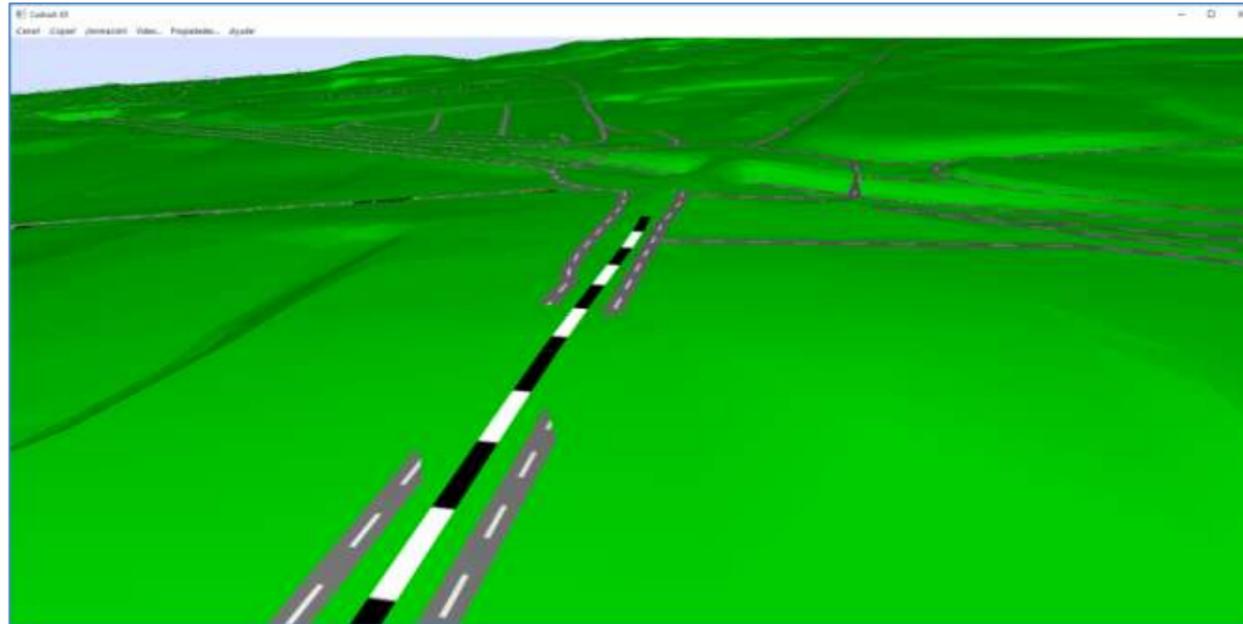


Imagen nº 66: Vista 3D del eje del tranvía sin corregir

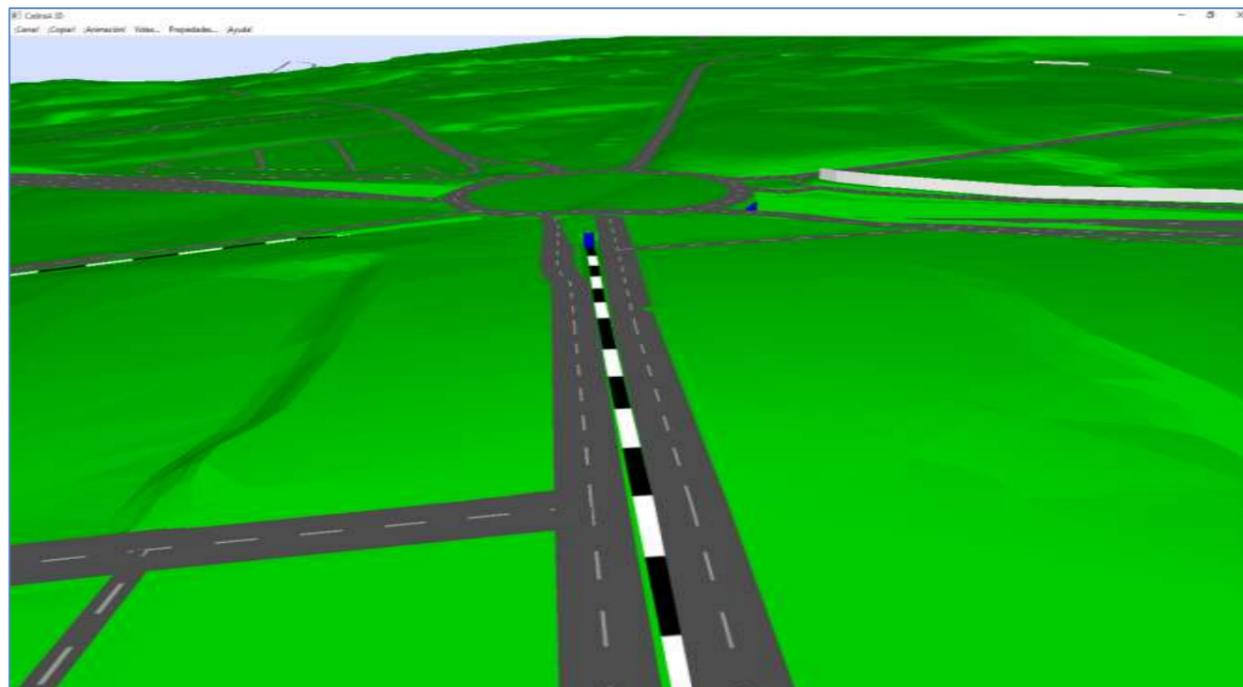


Imagen nº 67: Vista 3D del eje del tranvía corregido

#### 10.3.4. Incorporación de los edificios

De forma análoga, como se ha realizado con las carreteras, se importan los edificios del municipio en formato SHP y se configuran de forma automática los parámetros de cada uno, mediante el uso de las siguientes variables del programa:

- HA: altura de los vértices del edificio.
- HA\_ATT: tipo de altura (r = relativa, a = absoluta)
- ALFAL: coeficiente de absorción, asignando un valor de 0,4 para todos los edificios residenciales.
- WG\_NUM: indica si se trata de un edificio residencial (1 = residencial, 0 = no residencial)
- EINW: población de cada edificio

Una vez configurados los elementos, la vista tridimensional muestra lo siguiente:

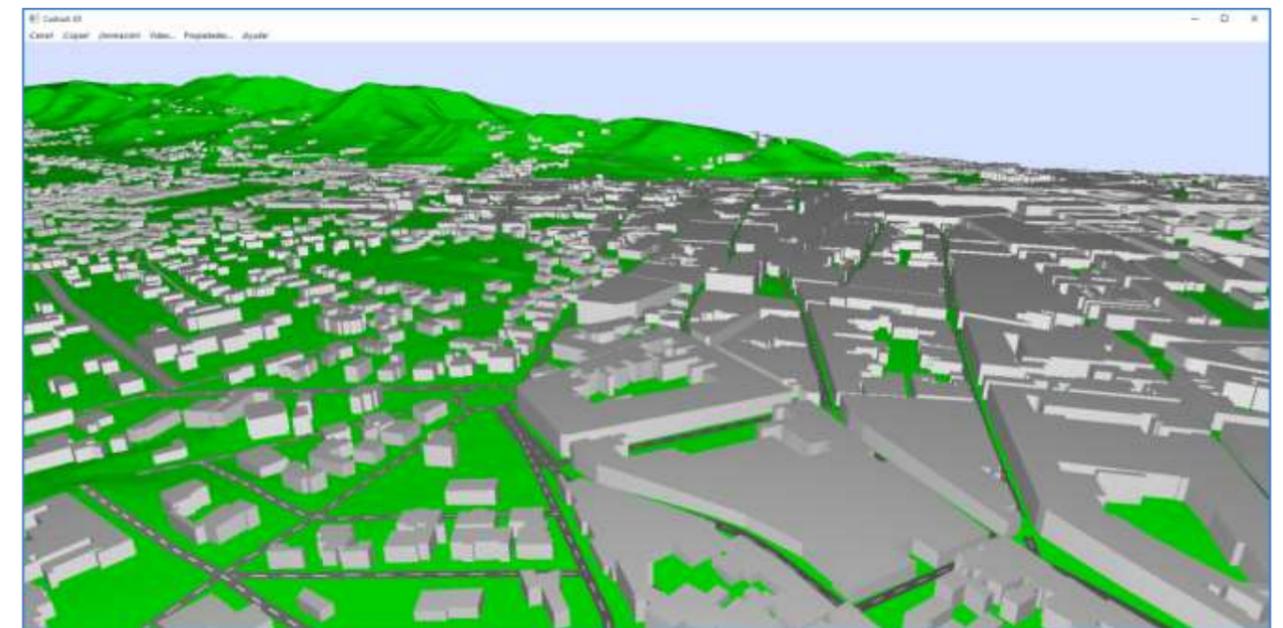


Imagen nº 68: Vista 3D de los edificios incorporados al modelo

Al igual que ocurriera con las carreteras, se debe hacer una revisión exhaustiva de los edificios en el modelo 3D, para evitar que haya edificios que se encuentren situados por debajo del terreno o existan incongruencias en el modelo.

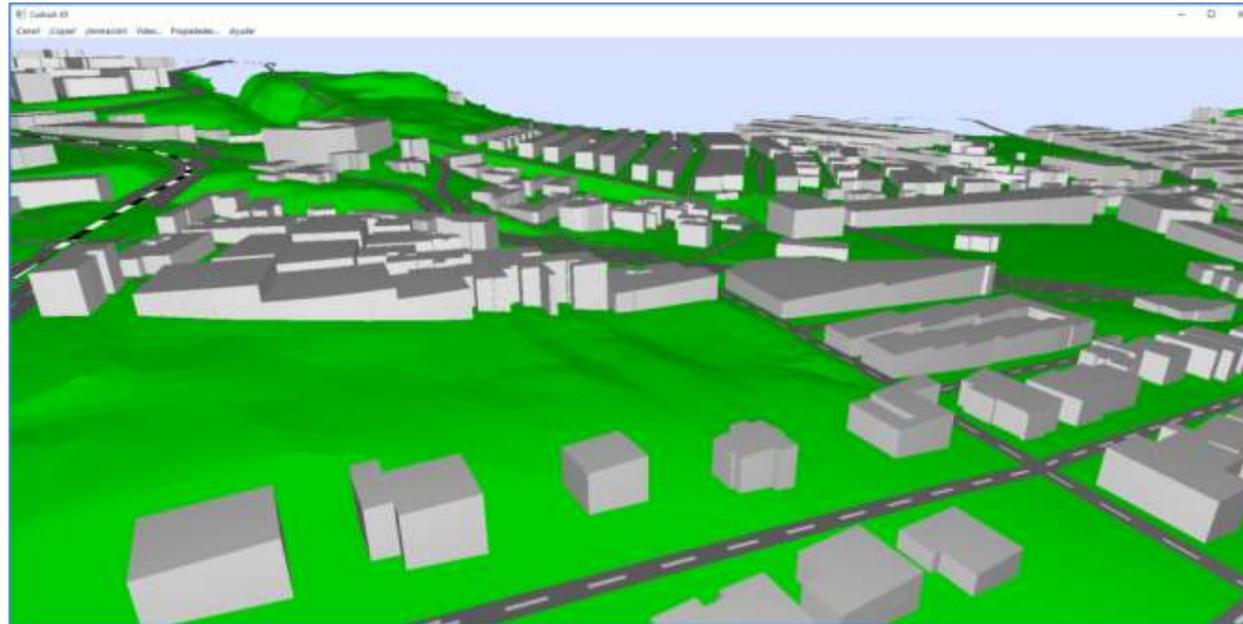


Imagen nº 69: Vista 3D de edificios sin corregir

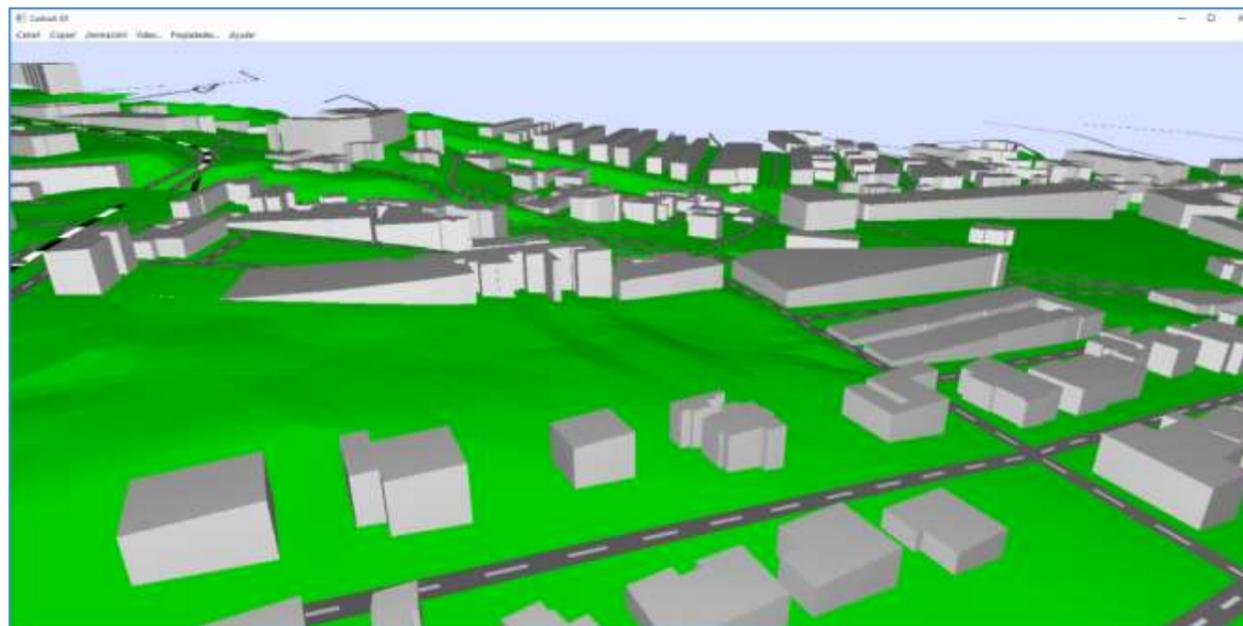


Imagen nº 70: Vista 3D de los edificios corregidos

### 10.3.5. Incorporación de las fuentes no modelables

Las fuentes industriales caracterizadas en el apartado 8 de la presente memoria se han incorporada en el modelo acústico como fuentes lineales, puntuales o superficiales dependiendo de las características de las mismas y asignándoles su potencia, periodo de funcionamiento, altura... correspondientes.

A continuación se muestran unos ejemplos tridimensionales de las diferentes fuentes industriales:



Imagen nº 71: Vista 3D de fuentes industriales modeladas

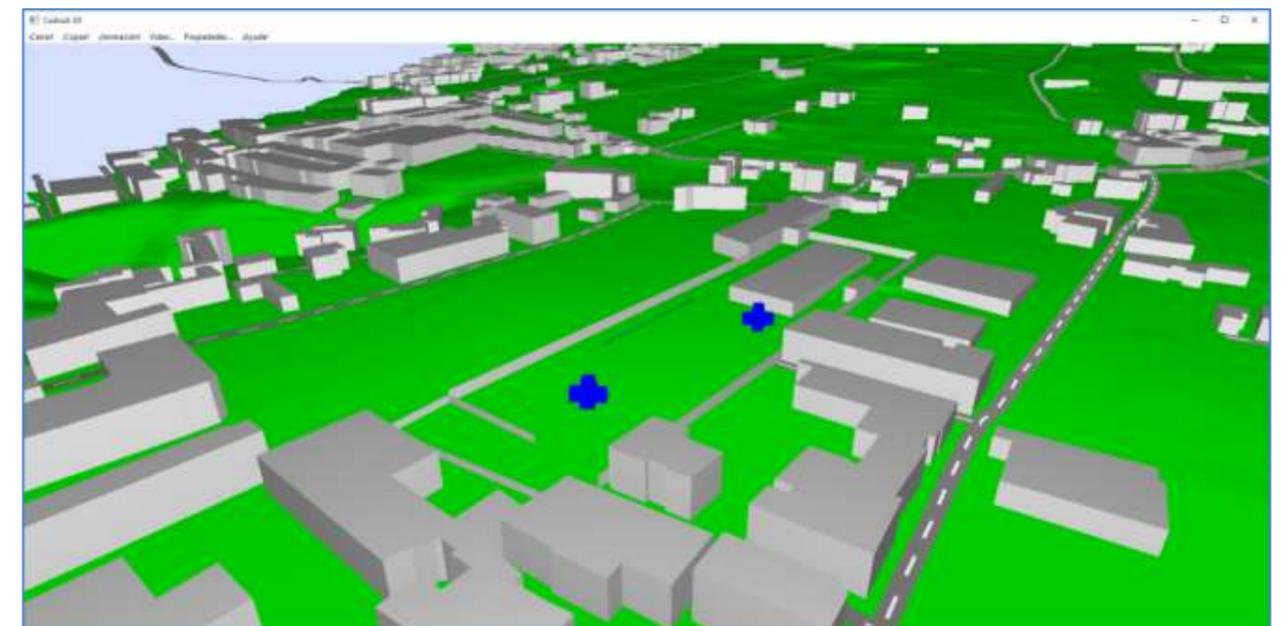


Imagen nº 72: Vista 3D de fuentes industriales modeladas

### 10.3.6. Modelado de los túneles

Los túneles se han modelado como focos de ruido superficiales verticales atendiendo a las recomendaciones del software CadnaA, se asigna un nivel de emisión a cada boca teniendo en

cuenta el nivel de emisión de la carretera, los elementos absorbentes del interior del túnel, la geometría de la boca, etc. El tramo correspondiente al interior del túnel no se modela, eliminando el mismo o, en su defecto, los datos de emisión en dicho tramo.

Los pasos seguidos para modelar estos elementos se corresponden, de forma resumida, con los siguientes:

- Obtener  $L_{m,E} = L_{w'} - 19,2 \text{ dB}$  (siendo  $L_{w'}$  la suma logarítmica de los valores de emisión de todas las carreteras que transcurran por el túnel)
- Obtener valor de alfa, representativo de la absorción de las paredes del túnel, atendiendo a las recomendaciones de CadnaA.
- Obtener valor U, siendo para una boca cuadrada  $U = 2 \cdot (\text{ancho} + \text{alto})$  y para boca semicircular  $U = \text{ancho} + 2 \cdot \text{alto} + \pi \cdot \text{radio}$ .
- Obtener valor a, siendo  $a = \text{alfa} \cdot U$ .
- A partir de las tablas de CadnaA, mediante el valor a, obtener el valor de dL.
- Obtener el dato de potencia  $L_{w''} = L_{m,E} + dL$
- Dibujar el emisor superficial vertical en la boca del túnel.
- Configurar emisor atendiendo a los valores especificados y establecer distintos periodos de ruido mediante correcciones hasta obtener en nivel deseado.
- Seleccionar banda única de 500 Hz.
- Definir Alcance-Z como la altura del túnel.
- Establecer  $K_0 = 0$

De esta forma se han modelado diversos túneles situados en el municipio. A continuación se muestran unos ejemplos en la vista tridimensional:

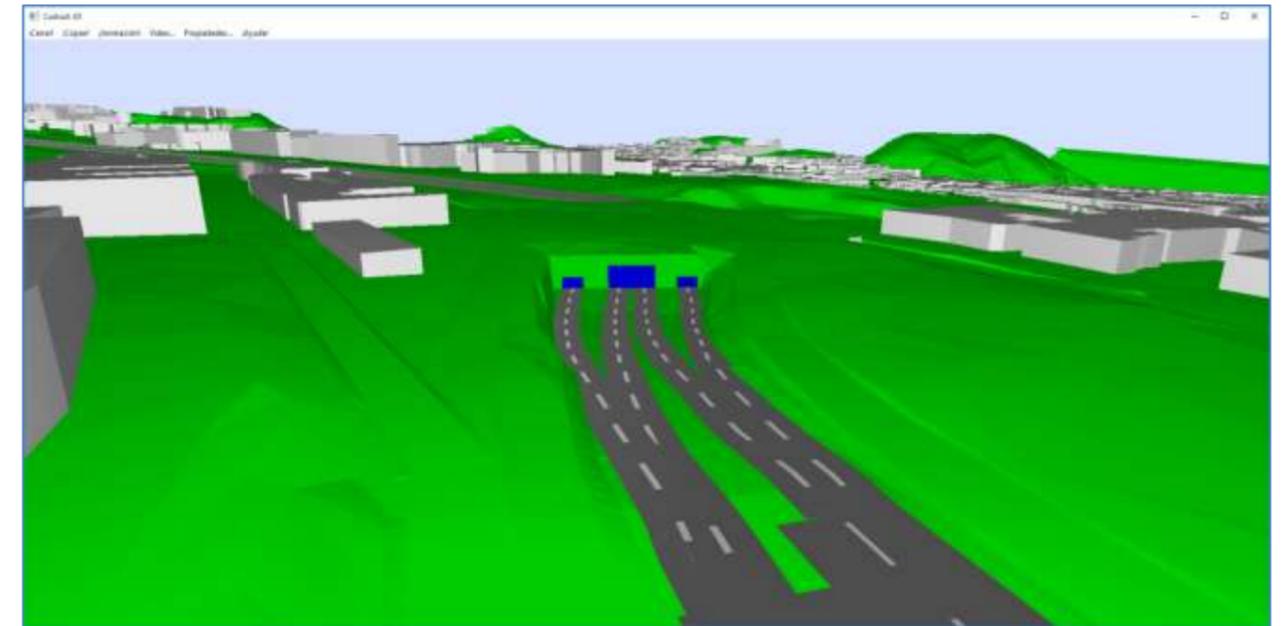


Imagen nº 73: Vista 3D de túneles de carreteras modelados

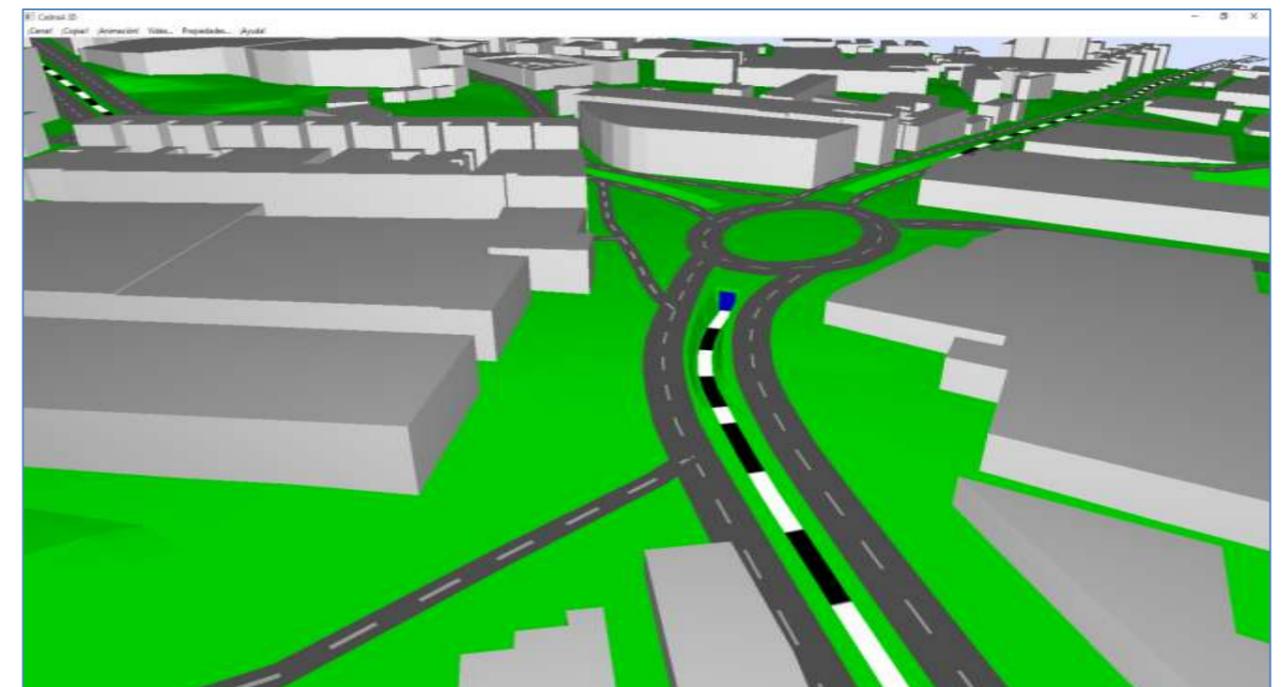


Imagen nº 74: Vista 3D de túneles del tranvía modelados

### 10.3.7. Modelado de intersecciones

A la hora de modelar intersecciones de calles o ferrocarriles a distintas alturas, se han tenido en cuenta las recomendaciones nacionales e internacionales, intentando siempre obtener el máximo grado de detalle sobre el modelo acústico con respecto a la situación real.

El programa de simulación CadnaA establece que para modelar este tipo de elementos únicamente hace falta establecer los valores de altura de la carretera a lo largo del puente y activar la opción de autoapantallamiento, con lo que aseguramos que no se produzca emisión por debajo del puente. Además, en el caso de que el puente disponga de barreras en los laterales, se puede modelar este parámetro activando la opción "parapeto" de la misma carretera.

Se ha tenido la precaución de que los extremos de las carreteras en estos puntos descansen sobre el terreno, modificando las curvas de nivel y adaptando el terreno adecuadamente.

A modo de ejemplo, se muestra el resultado de algunas de las intersecciones:

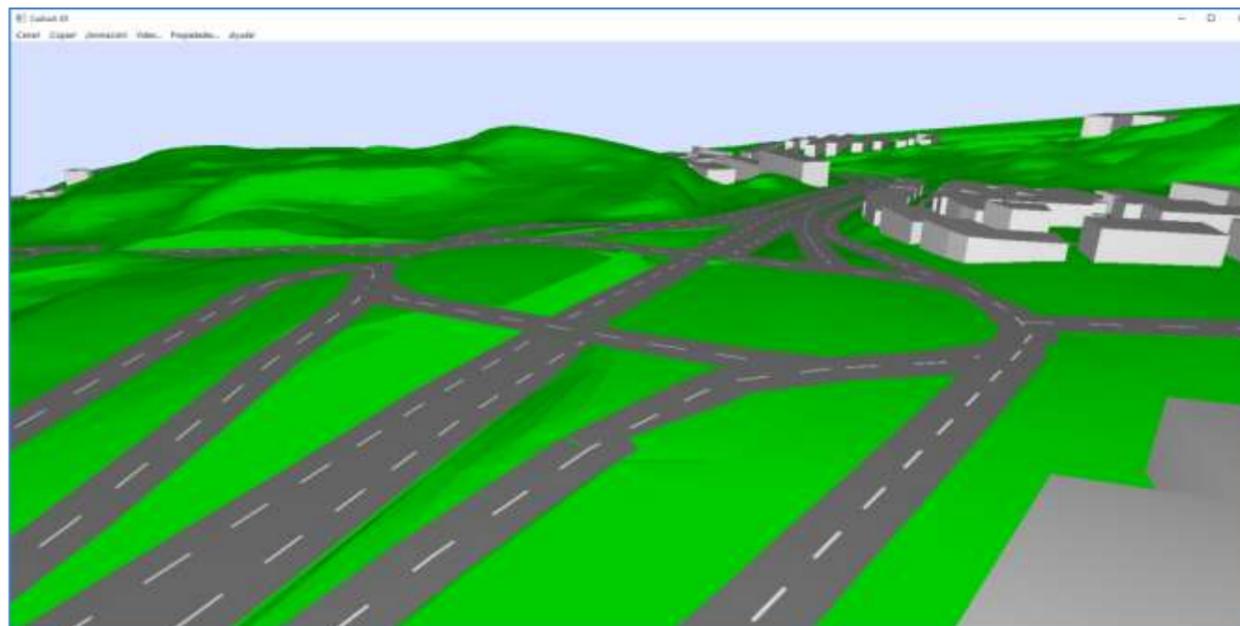


Imagen nº 75: Vista 3D de las intersecciones modeladas



Imagen nº 76: Vista 3D de túneles del tranvía modelados

### 10.3.8. Incorporación de pantallas acústicas

Se ha estudiado el terreno minuciosamente en busca de todas aquellas pantallas acústicas, barreras, muros y obstáculos similares que pudieran influir en la propagación del ruido, incorporándose al modelo acústico tridimensional como pantallas acústicas de una determinada altura y con una capacidad de absorción del sonido concreta. En las siguientes figuras se observa la vista general de todos los muros creados y algunos ejemplos en 3D:

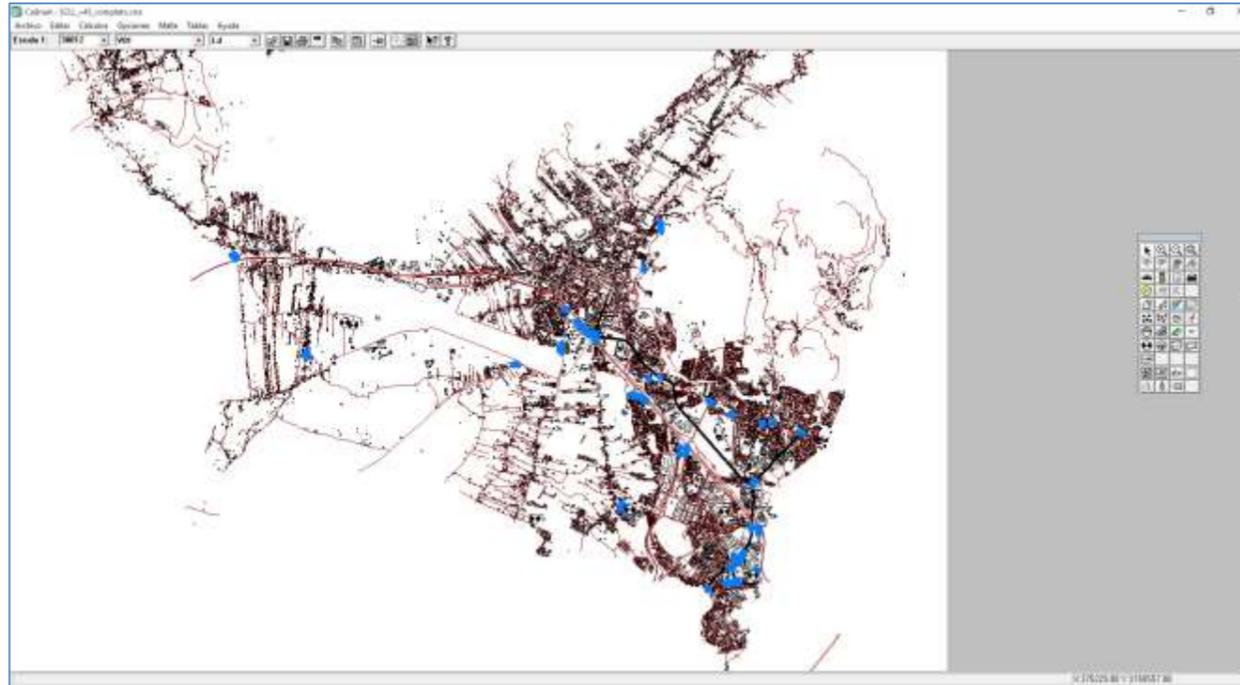


Imagen nº 77: Vista en planta todas las pantallas/muros generados en el modelo acústico

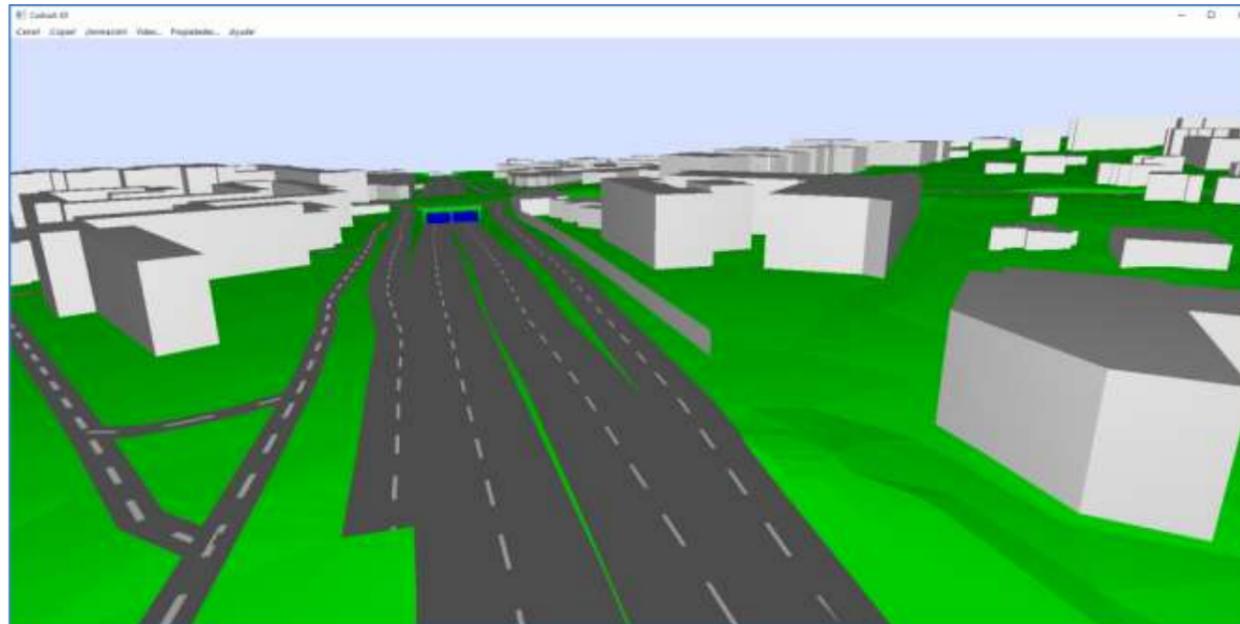


Imagen nº 78: Vista 3D de pantallas modeladas

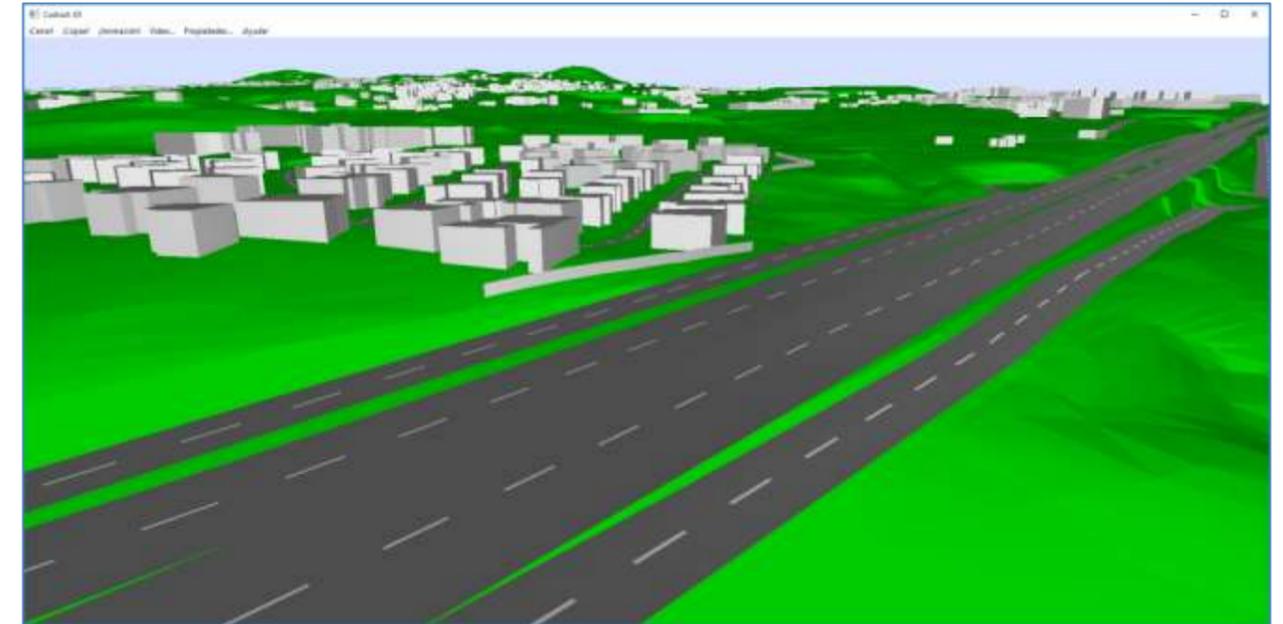


Imagen nº 79: Vista 3D de pantallas modeladas

### 10.3.9. Análisis pormenorizado del modelo

Se ha revisado el modelo acústico tridimensional de forma pormenorizada, comparando los datos obtenidos en las visitas de campo (fotografías, alturas edificios, obstáculos existentes) con los del modelo tridimensional, para modificar o incorporar aquellos elementos que no se tuvieron en cuenta en los datos fuente.

Este proceso asegura que el modelo recreado se ajuste complemente a la situación real, minimizando la diferencia entre los niveles acústicos calculados en el modelo de simulación y los existentes en la situación real. En las siguientes imágenes se puede observar la fotografía de una zona escogida como ejemplo, con el estado inicial, sin revisar, y final, después del proceso de revisión, del modelo tridimensional generado.

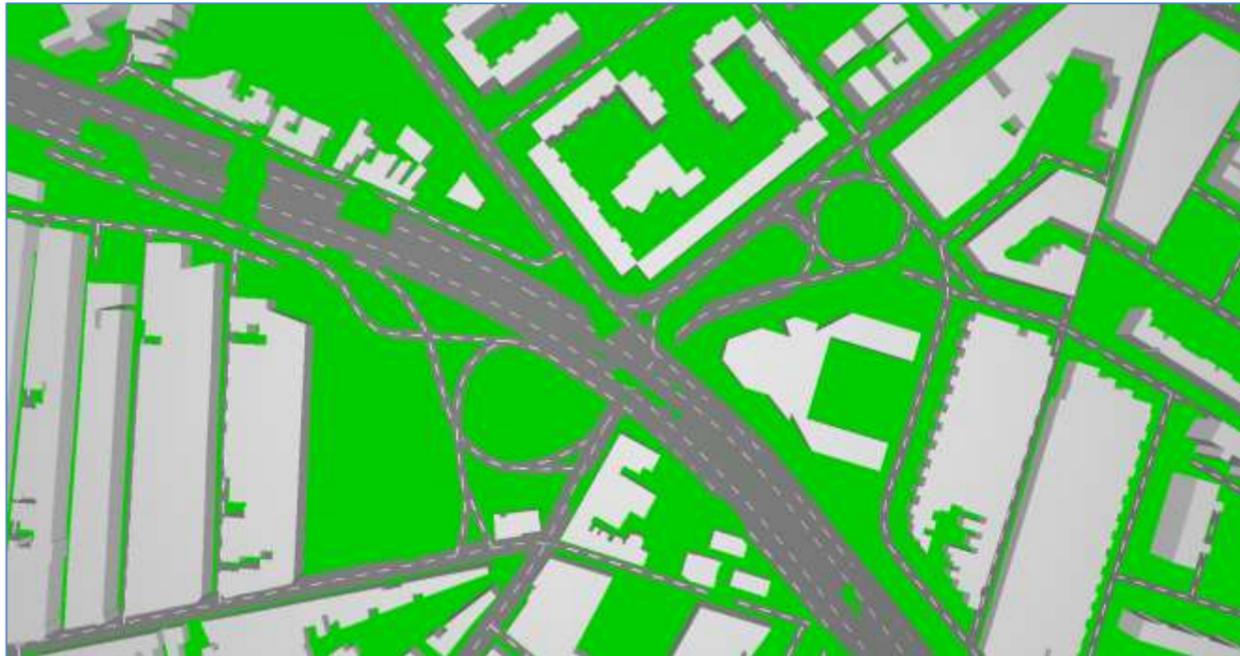


Imagen nº 80: Vista del modelo sin ajustar

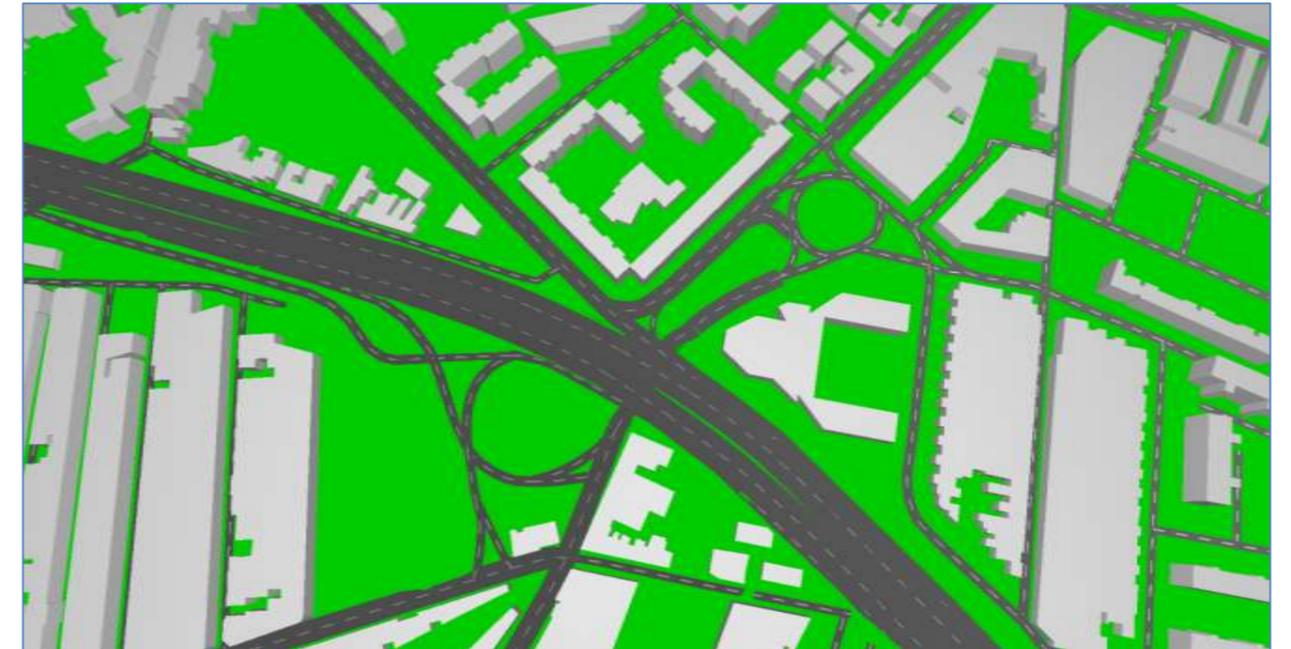


Imagen nº 82: Vista del modelo ajustado



Imagen nº 81: Vista aérea de la zona a ajustar

### 10.3.10. Incorporación de áreas de absorción del suelo

Se han determinado las zonas del terreno absorbente y reflectante, incorporándose al modelo, debidamente justificadas, cumpliendo con la guía de buenas prácticas, asignando en base a lo expuesto en la norma ISO 9613 parte 2 en su punto 7.3 lo siguiente:

- $G = 0$  para zonas reflectantes
- $G = 1$  para zonas absorbentes

Por norma general, las zonas urbanas se consideran reflectantes, y las no urbanas, absorbentes (exceptuando los ríos, balsas...). Siguiendo este criterio, los núcleos poblacionales, así como los polígonos industriales, se han establecido como zonas reflectantes. En el resto del municipio no se han encontrado zonas que pudieran considerarse como reflectantes, por lo que se han configurado como absorbentes.

La correcta distinción de las zonas de terreno absorbente y reflectante contribuye a reducir la posible incertidumbre de los niveles acústicos calculados.

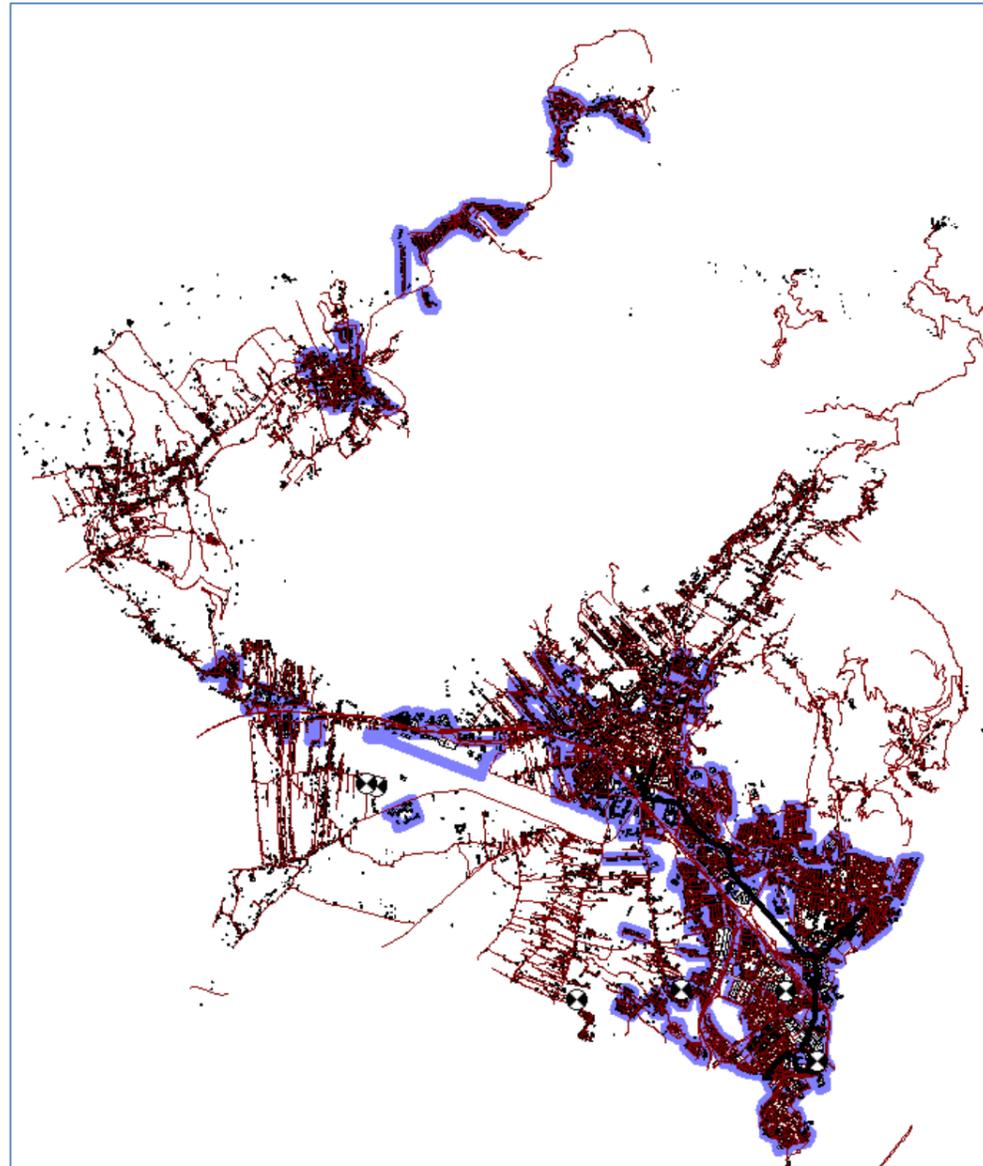


Imagen nº 83: Áreas de absorción incorporadas al modelo

## 11. CONFIGURACIÓN DEL CÁLCULO

Una vez elaborado el modelo tridimensional de la zona de estudio, se han configurado adecuadamente los parámetros de cálculo, de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE, con el fin de que los resultados se adecuen lo máximo a situación acústica real.

A continuación se detallan los parámetros que se han tenido en cuenta para el cálculo acústico:

### 11.1. MODELOS DE CÁLCULO

Se han establecido los métodos de cálculos recomendados por la Directiva Europea 2002/49/CE para la determinación de los niveles sonoros, siendo estos los expuestos en el apartado 11.2.

### 11.2. PROPAGACIÓN DEL SONIDO Y BÚSQUEDA DE FUENTES

El cálculo de la atenuación sufrida por las ondas sonoras en el medio ambiente exterior se obtiene de acuerdo a los procedimientos de la ISO 9613. Así mismo, se ha establecido como distancia mínima de propagación del sonido 2 Km, parámetro que en el sistema de cálculo se configura como el radio máximo de búsqueda.

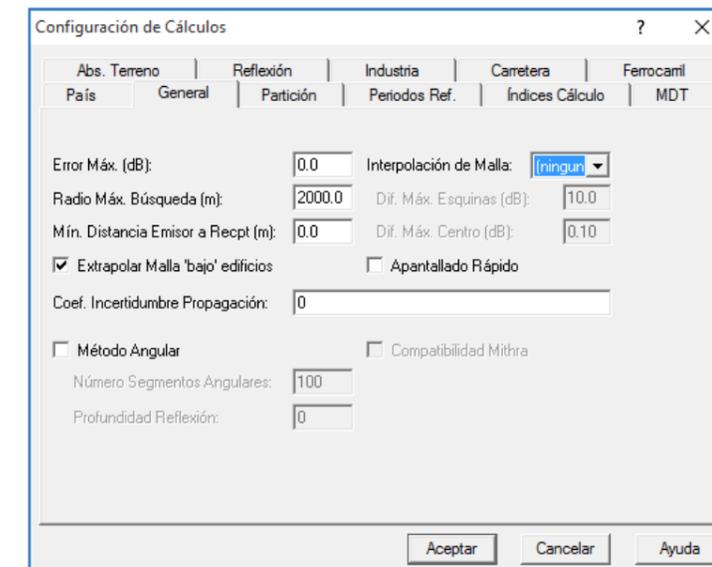


Imagen nº 84: Parámetros de configuración general del modelo

### 11.3. ORDEN DE REFLEXIÓN

Los receptores establecidos para el cálculo de malla y de los niveles en fachada han obtenido su valor considerando el sonido directo y sonido reflejado de segundo orden (dos reflexiones).

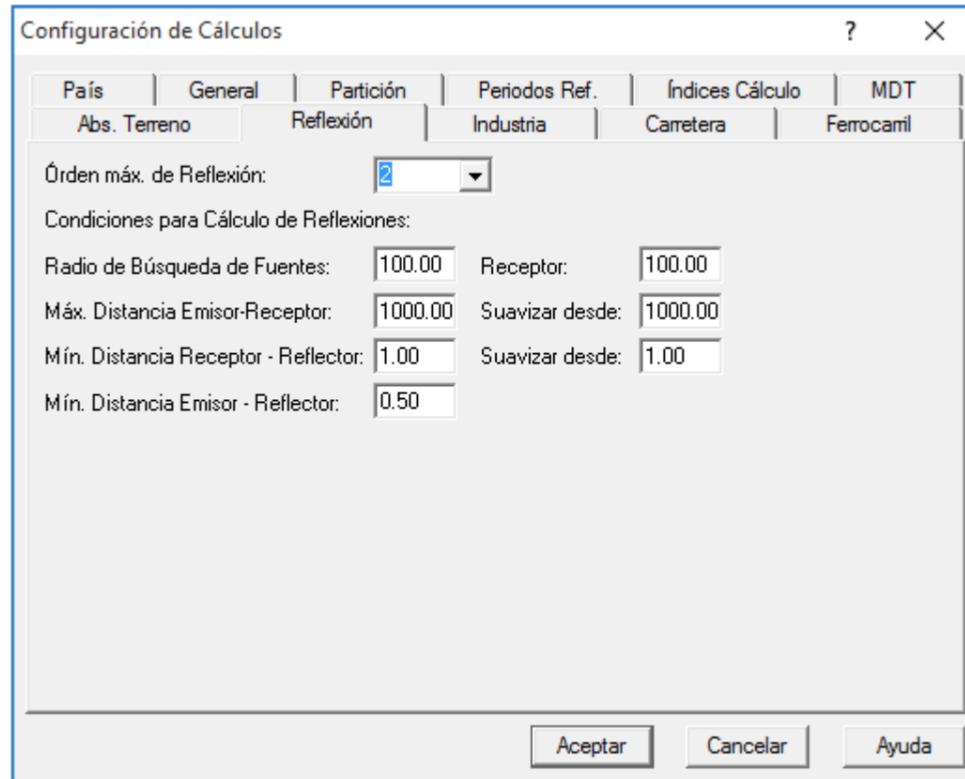


Imagen nº 85: Parámetros de configuración de la reflexión del modelo

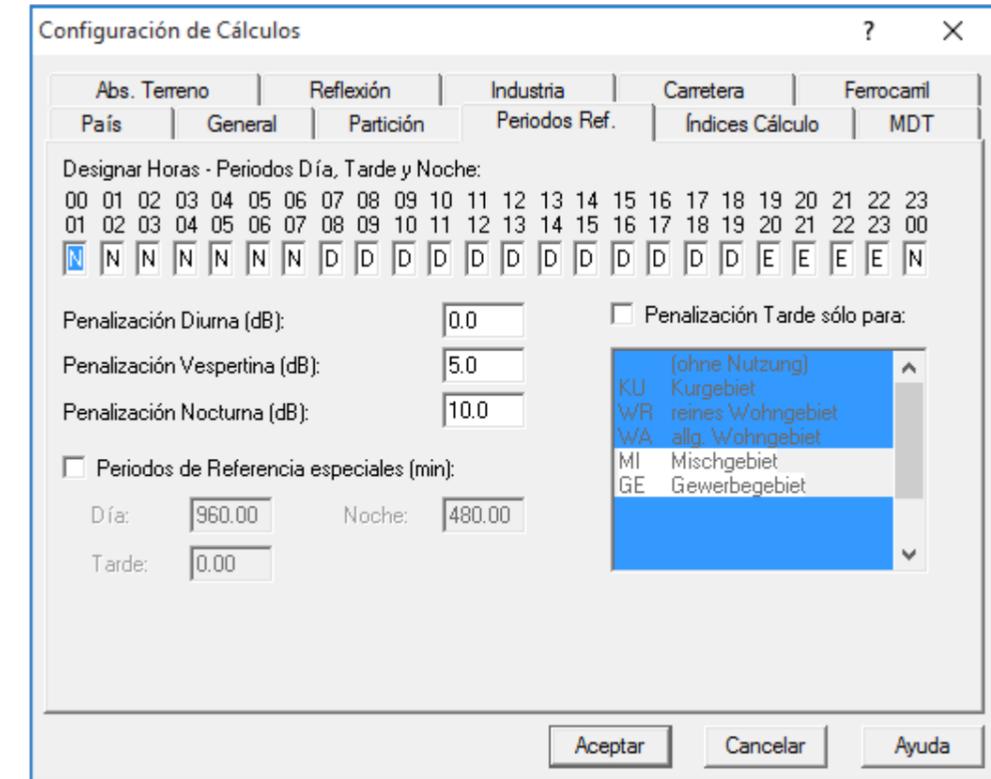


Imagen nº 86: Parámetros de configuración de los periodos de referencia

### 11.4. PARÁMETROS DE EVOLUCIÓN

Se han contemplado los parámetros de evaluación de acuerdo a las especificaciones de la norma y del pliego técnico, siendo los relativos a los periodos horarios correspondientes a  $L_{día}$ ,  $L_{tarde}$ ,  $L_{noche}$ , y  $L_{den}$ , todos en dB, a una altura de evaluación de 4 metros.

### 11.5. CONDICIONES DE PROPAGACIÓN DE RUIDO FAVORABLE

Las condiciones de propagación de ruido favorable se han configurado especificando un 50% en periodo diurno, un 75 % en periodo de tarde y un 100% en periodo nocturno:

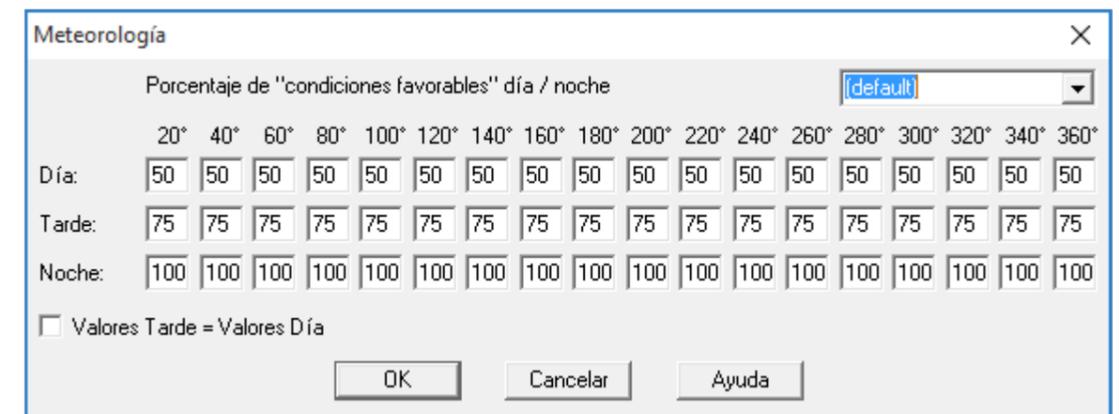


Imagen nº 87: Parámetros de configuración de las condiciones de propagación

### 11.6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Para determinar las condiciones meteorológicas del Término Municipal de San Cristóbal de La Laguna, se ha hecho uso de la temperatura máxima media y de la humedad relativa de las series climáticas del Aeropuerto de Tenerife Norte

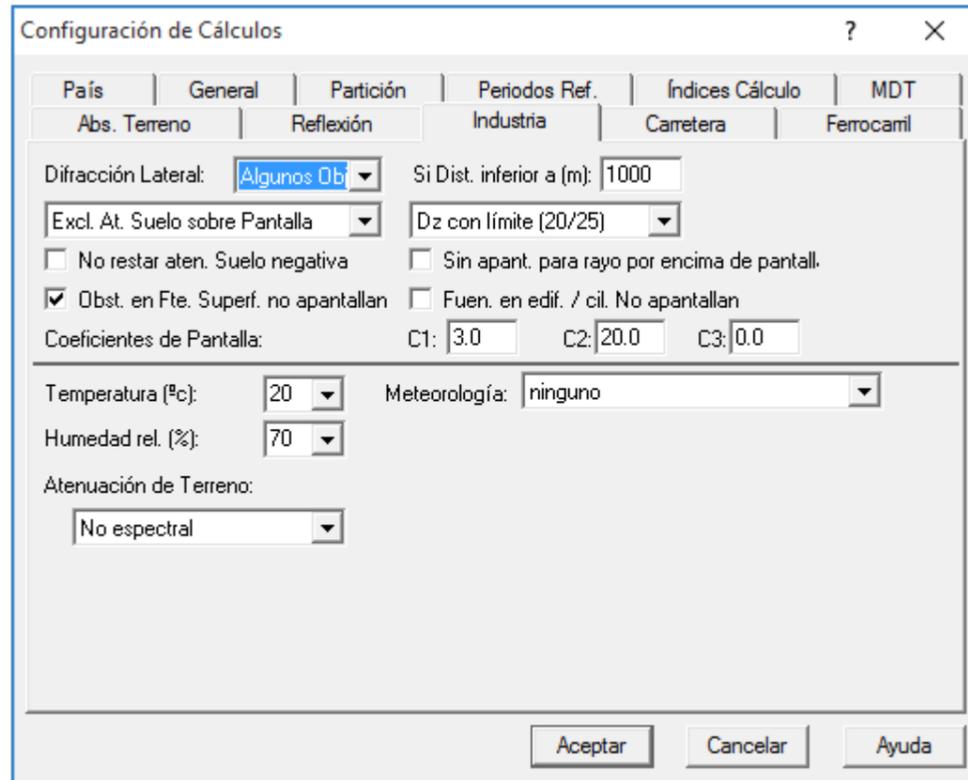


Imagen nº 88: Parámetros de configuración del modelo de cálculo industrial

### 11.7. MALLA DE RECEPTORES

Los niveles sonoros se han determinado mediante una malla de receptores sonoros distribuidos a 4 metros de altura sobre el terreno con una separación entre receptores de 5 metros.

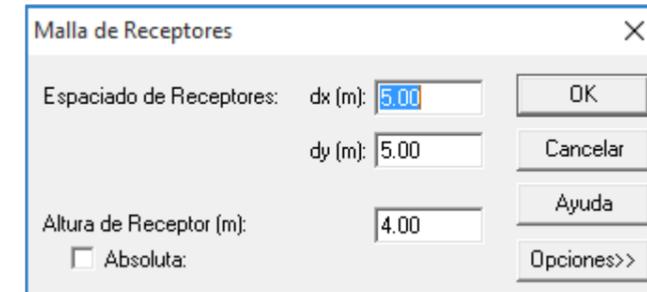


Imagen nº 89: Parámetros de configuración de la malla de cálculo

### 11.8. EVALUACIÓN DE FACHADAS DE EDIFICIOS

Con el fin de estimar la población expuesta al ruido, se han establecido diversos receptores a lo largo de las fachadas de los edificios, a diferentes niveles de altura, a una distancia de 0.1 metros de la fachada de los edificios, con una separación máxima entre receptores de 3 metros. El cálculo se ha configurado para no tener en cuenta la reflexión de la fachada evaluada pero sí las reflexiones de las fachadas de los edificios circundantes.

Los índices calculados en la evaluación de fachadas de edificios son los mismos que para el cálculo del mapa de ruido:  $L_{dia}$ ,  $L_{tarde}$ ,  $L_{noche}$  y  $L_{den}$ .

## 12. CALIBRACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO

Una vez elaborado el modelo acústico es necesario plantear métodos de validación que nos den una garantía acerca del buen grado de aproximación del mismo a la realidad. Para ello, se ha recurrido al método de validación por medidas acústicas.

Este método, en esencia, trata de aproximar las condiciones de la situación real de la medida al escenario del modelo predictivo, con el fin de verificar si los resultados de mediciones obtenidos en ambos casos coinciden, o al menos se aproximan, validando el modelo acústico predictivo.

La metodología planteada, eje de una tesis doctoral que se está desarrollando en la Universidad de Cádiz, se resume en el siguiente esquema:

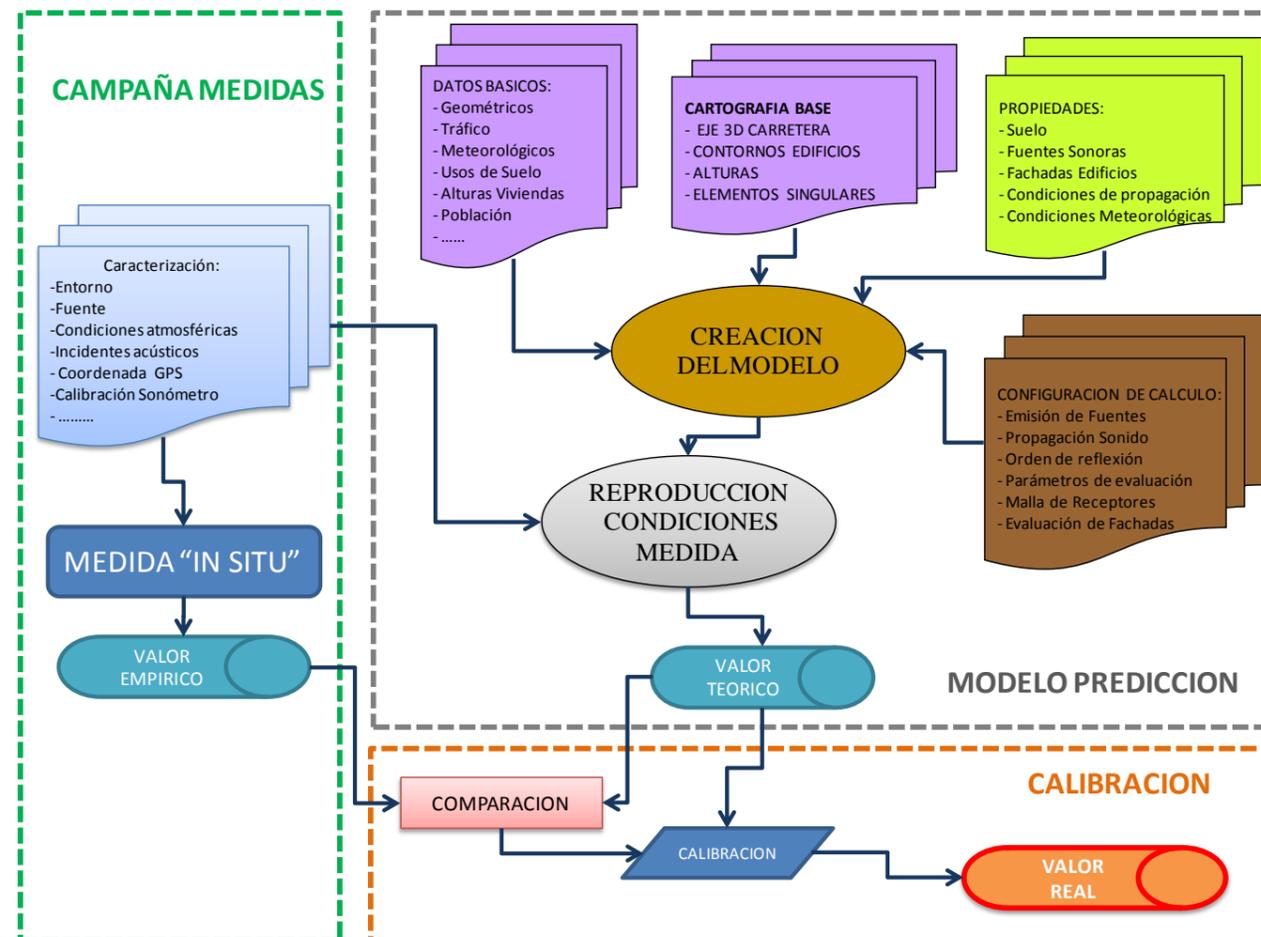


Imagen nº 90: Esquema de la metodología de calibración del modelo

El procedimiento contempla la realización de una o varias medidas acústicas en el espacio real en un momento determinado y bajo unas condiciones concretas. Con respecto a las condiciones nos

referimos fundamentalmente al estado de funcionamiento de las fuentes de ruido: potencia de emisión en el momento de la medida y entorno.

Estas condiciones deben extrapolarse al modelo acústico predictivo, de tal forma que el cálculo obtenido para la calibración se contemple como una simulación de la medida real.

Una vez obtenidos los datos de las medidas y los valores en el modelo, se compararán, asumiendo distintos umbrales de error en función de la distancia a la fuente de ruido predominante en cada medida:

- Hasta 25 metros de distancia del eje de la fuente  $\leq 1$  dBA
- De 25 a 100 metros de distancia del eje de la fuente  $\leq 2$  dBA
- De 100 a 300 metros de distancia del eje de la fuente  $\leq 3$  dBA
- Más de 300 metros de distancia del eje de la fuente  $\leq 4$  dBA

Estos valores se han considerado en base a la experiencia en trabajos similares realizados por **SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.**

En el caso de que los valores obtenidos por el modelo difieran de los de la medida, asumiendo los márgenes de error permitidos, se procederá a revisar el modelo y la medida.

Para la verificación del modelo acústico diseñado en el presente proyecto, se han definido dos puntos de medidas acústicas, sobre las que se han anotado valores de inmisión y condiciones del entorno:

**PUNTO 1 DE MEDIDA DE CALIBRACIÓN**

DATOS DE LA MEDIDA					
LOCALIZACIÓN	DÍA	HORA	PERIODO		MEDIDA
C/Urbanización San Diego	11/08/2015	12:09:36	Día		1
COORDENADAS	TIEMPO MEDIDA	L <sub>Aeq</sub> (dBA)	LIGEROS	PESADOS	% PESADOS
X: 370661 Y: 3153091	15 min. 26 s	56,22	14	0	0



**Tabla nº 30:** Datos del punto de medida de calibración 1

En este primer punto de medida, la calle Urbanización San Diego el principal foco de ruido es el tráfico viario que circula por esta calle y las vías próximas, el volumen de tráfico de estas vías es escaso.

Para la simulación de las condiciones de contorno se ha considerado el tráfico aforado en el tiempo de medida, extrapolando los valores a 1 hora, y ajustando el periodo de simulación en el periodo comprendido entre las 12:00 – 13:00 horas.

Según esto, la configuración de la calle Urbanización San Diego en el modelo acústico es la siguiente:

Nombre	IMH (Día)	% Pesados	Velocidad
C/ Urbanización San Diego	56 veh/h	0	30 Km/h

**Tabla nº 31:** Datos configuración del modelo para el punto de calibración 1

**PUNTO 2 DE MEDIDA DE CALIBRACIÓN**

DATOS DE LA MEDIDA					
LOCALIZACIÓN	DÍA	HORA	PERIODO		MEDIDA
C/Radio Aficionados	11/08/15	11:35:18	Día		2
COORDENADAS	TIEMPO MEDIDA	L <sub>Aeq</sub> (dBA)	LIGEROS	PESADOS	% PESADOS
X: 372828 Y: 3149402	15 min. 47 s	66,25	125	0	0



**Tabla nº 32:** Datos del punto de medida de calibración 2

Para representar las condiciones de contorno, ha sido necesario ajustar el valor de tráfico viario de la calle Radio Aficionado en ambos sentidos así como la circulación del tranvía, ambos ejes viarios y el eje ferroviario son el principal aporte acústico sobre el receptor considerado, extrapolando los valores medidos a 1 hora. Así mismo, se ha considerado el periodo horario comprendido entre las 11:00 – 12:00 horas.

Nombre	IMH (Día)	% Pesados	Tranvía	Velocidad
C/ Radio Aficionados	40 veh/h	0	18	50 Km/h

**Tabla nº 33:** Datos del punto de medida de calibración 2

La descripción completa de los puntos y de los resultados acústicos obtenidos se puede consultar en el Anexo III del presente proyecto.

Es importante tener en cuenta que el valor acústico obtenido mediante una medida puede diferir con respecto a otra que se realice en el mismo periodo y bajo las mismas condiciones. Por ejemplo, en el caso del volumen de tráfico de las calles de estudio, parámetro que define la potencia acústica de emisión de cada eje viario, es muy probable que el tráfico que se contabilice un Miércoles a las 18:00 h en un punto concreto de una calle determinada no coincida con el volumen que se pueda tener el Miércoles de la siguiente semana bajo las mismas condiciones. Por este motivo, sería conveniente asumir una situación o estado promedio, de la misma forma que en el programa de simulación acústica, que nos permita reducir la incertidumbre de la medida con respecto al valor que se obtendría con una medición acústica a largo plazo.

Aplicando los tráficos correspondientes para simular las condiciones de medida de cada caso, se han obtenido los siguientes resultados:

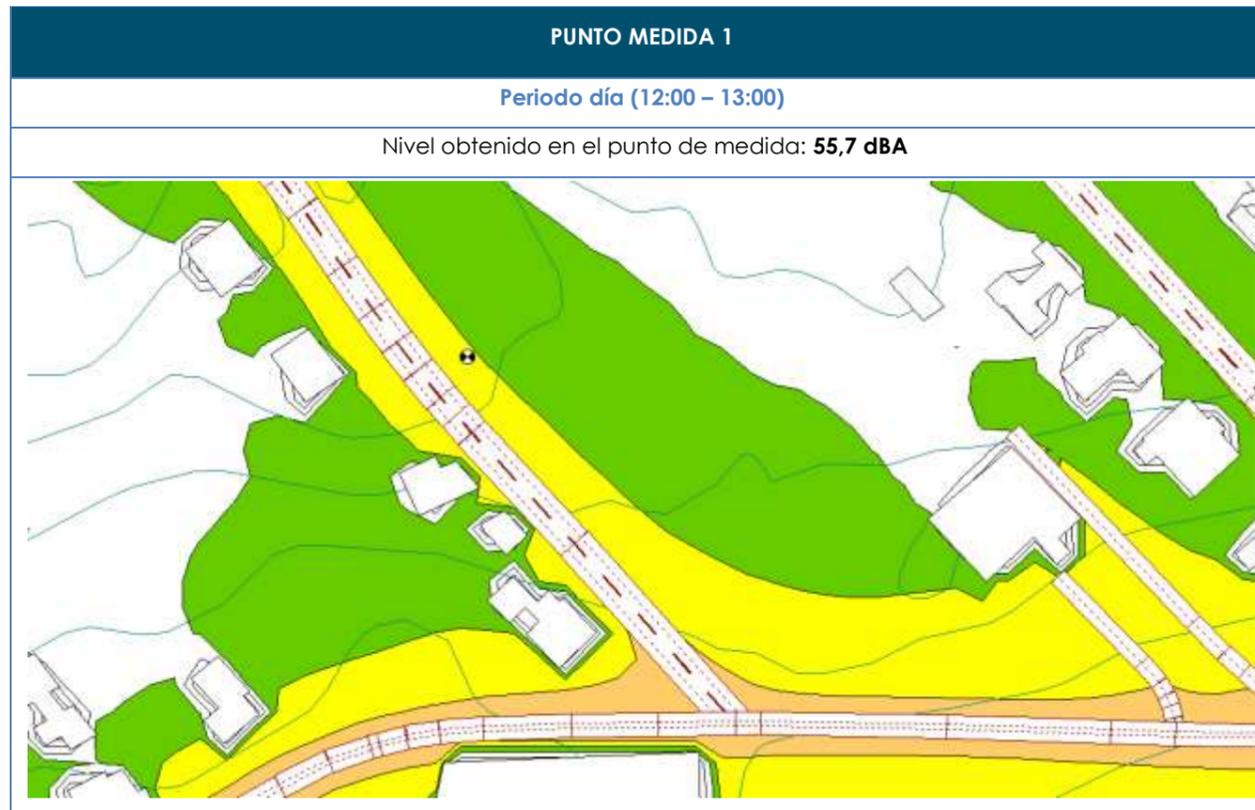


Tabla nº 34: Resultados del cálculo del punto de calibración 1

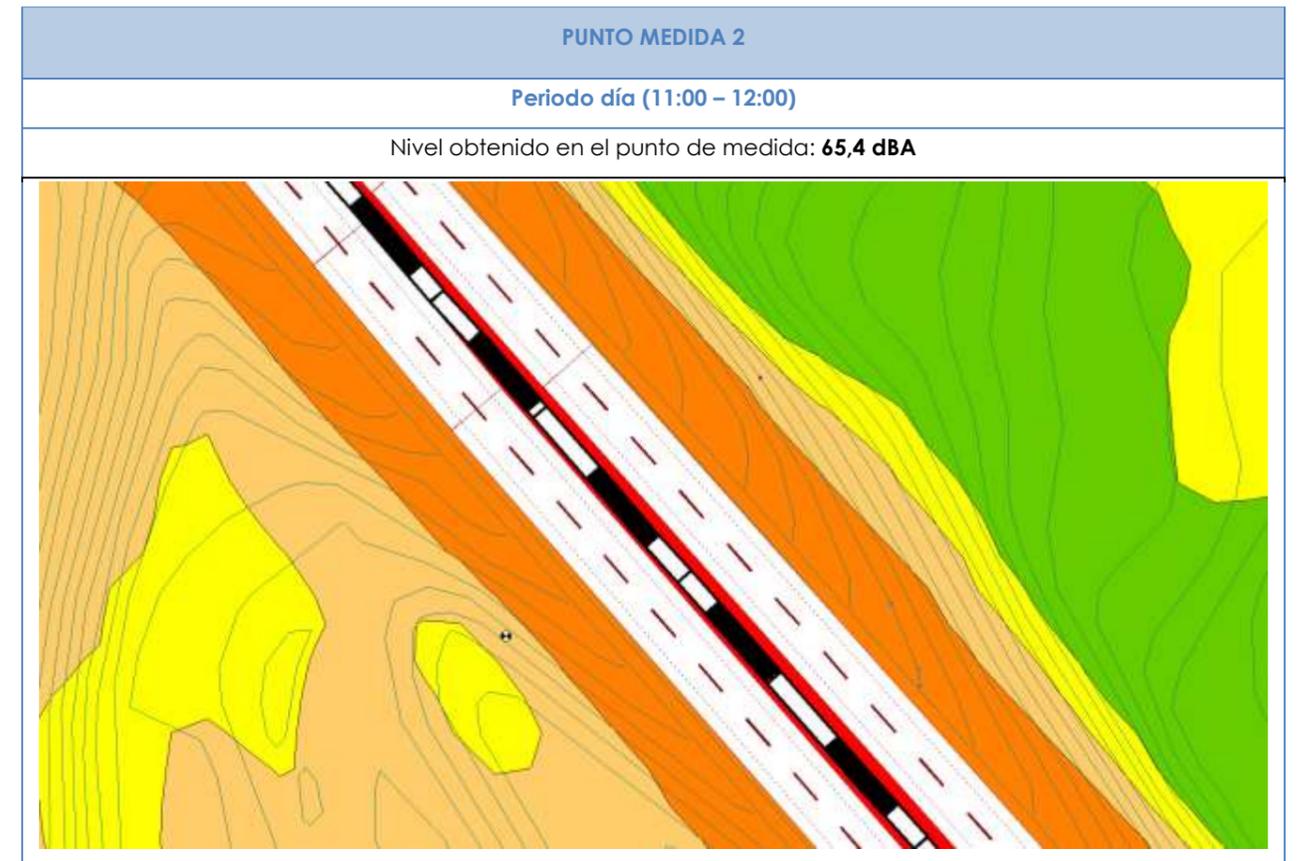


Tabla nº 35: Resultados del cálculo del punto de calibración 2

Haciendo una comparativa con respecto a los niveles obtenidos durante la realización de las medidas acústicas se comprueba lo siguiente:

PUNTO	Localización	L <sub>Aeq,t</sub> medida	Nivel sonoro simulado	Diferencia de nivel
1	C/ Urbanización San Diego	56,22 dBA	55,7 dBA	- 0.5 dBA
2	C/ Radio Aficionados	66,3 dBA	65,4 dBA	- 0.9 dBA

Tabla nº 36: Comparativa entre los valores medidos y calculados en los puntos de calibración

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, evaluando mediante receptores los niveles acústicos en los mismos puntos donde se realizaron las medidas acústicas, bajo las mismas condiciones de contorno se obtienen resultados acústicos muy próximos que no superan 1 dB de diferencia.

En vista de estos resultados, **se da por válido el modelo acústico definido.**

**13. SIMULACIÓN DEL MODELO**

Una vez se ha realizado y configurado el modelo acústico tridimensional, el programa de simulación comienza los cálculos para obtener los niveles sonoros de los indicadores definidos.

Con el fin de optimizar los recursos y minimizar los tiempos de cálculo, se ha hecho uso de la tecnología PCSP (*Program Controlled Segmented Processing*) que permite dividir el modelo en sub-regiones de malla de cálculo que se pueden procesar de forma independiente. De esta forma, los cálculos se distribuyen entre diferentes equipos dedicados de forma exclusiva al procesamiento acústico durante las 24 horas del día.

Mediante esta tecnología cada uno de los ordenadores disponibles para procesar adquiere el modelo tridimensional de un servidor común y toma una "hoja" PCSP para procesarla de forma independiente con respecto al resto de equipos. Al terminar el cálculo de una hoja, se guarda su resultado y se comienza a procesar otra distinta.

Una vez no haya disponibles más hojas para calcular, los equipos detienen el proceso. En este punto, es posible cargar todas las hojas calculadas y ver el resultado final, mostrando los niveles de ruido para cada uno de los indicadores configurados.

Así mismo, en el caso de que durante el proceso de cálculo se produzca un fallo en el sistema y se detenga el proceso, será posible reiniciarlo sin perder los datos calculados hasta ese momento. Los equipos seguirán trabajando con el resto de hojas y será posible recalcular de forma independiente una hoja concreta en el caso de que esta quede inservible.

En el siguiente gráfico se puede observar el esquema general de funcionamiento del cálculo.

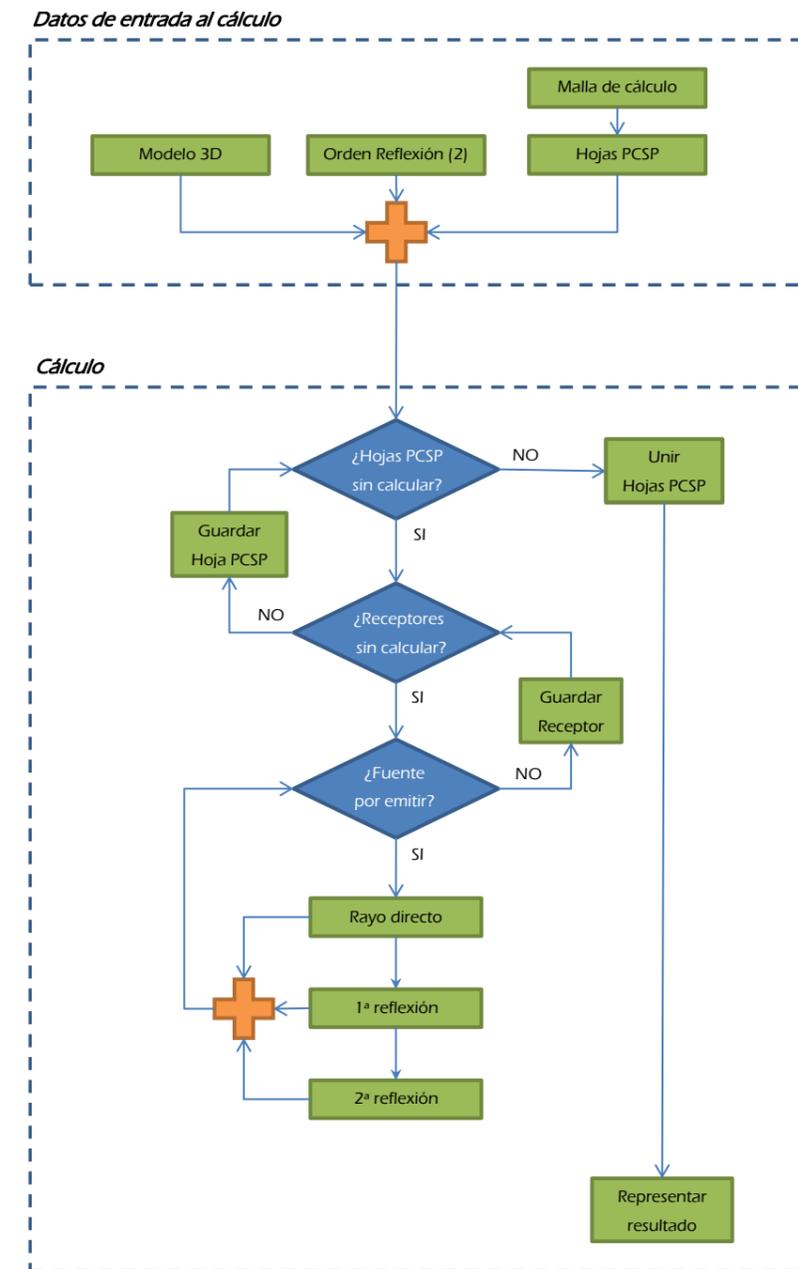


Imagen nº 91: Esquema general del funcionamiento del cálculo

## 14. RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos diferenciando en dos partes principales, mapas y afección a la población.

### 14.1. MAPAS

En el anexo IV del presente documento se presentan los planos siguientes:

1. MAPAS DESCRIPTIVOS
  - 1.1. Situación general
  - 1.2. Fuentes de ruido
  - 1.3. Ocupación del suelo
  - 1.4. Protección territorial
  - 1.5. Caracterización de la edificación
  - 1.6. Campañas de medidas acústicas
  - 1.7. Zonificación acústica
2. MAPAS DE NIVELES SONOROS
3. MAPAS DE FACHADAS EXPUESTAS
4. MAPAS DE CONFLICTO
5. MAPAS DE CAPACIDAD ACÚSTICA

#### 14.1.1. Mapas de niveles

Se han elaborado planos de niveles sonoros representando los indicadores establecidos por la legislación básica estatal, para cada una de las fuentes de ruido identificadas en el apartado 4 y para el total de las fuentes de ruido.

Los indicadores establecidos por la legislación son:

- $L_{dia}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- $L_{tarde}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- $L_{noche}$ , representando niveles de 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- $L_{den}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

Se ha utilizado como escala de representación la escala 1:5.000 adjuntándose en el anexo IV al presente documento.

A continuación se exponen dos ejemplos de los resultados obtenidos, del total de las fuentes de ruido para los indicadores  $L_{dia}$  y  $L_{noche}$ .

Conforme a las instrucciones del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para la entrega de los datos asociados a los mapas estratégicos de ruido de la segunda fase (Octubre 2011), se han asignado un color a cada uno de los intervalos de niveles sonoros exigidos.

**Lden, Ld, Le**

Rango	Descripción	R	G	B
> 75	Rosa fuerte	255	0	255
70-75	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
< 55	blanco			

Nivel sonoro (dB(A))	
	55-60
	60-65
	65-70
	70-75
	>75

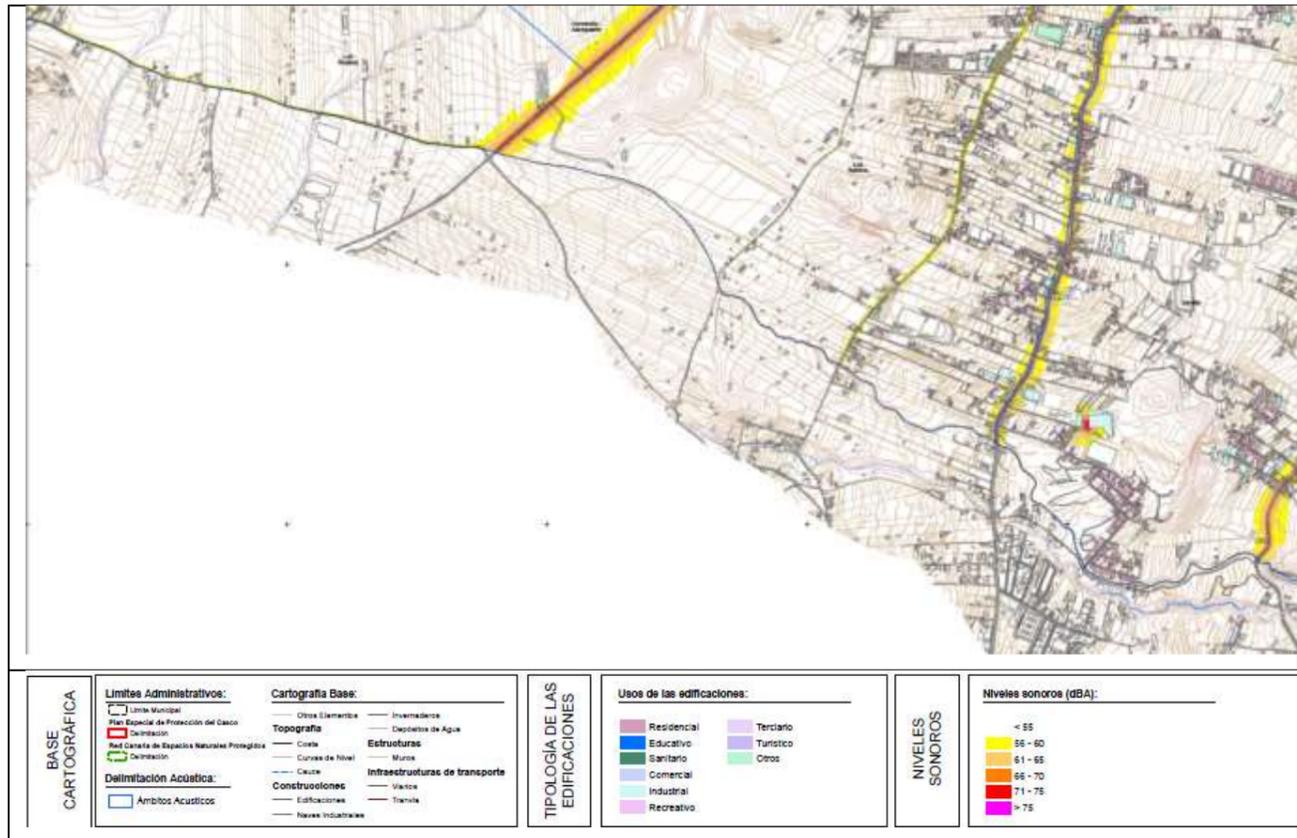


Imagen nº 92: Ejemplo de mapa de niveles. Ldía

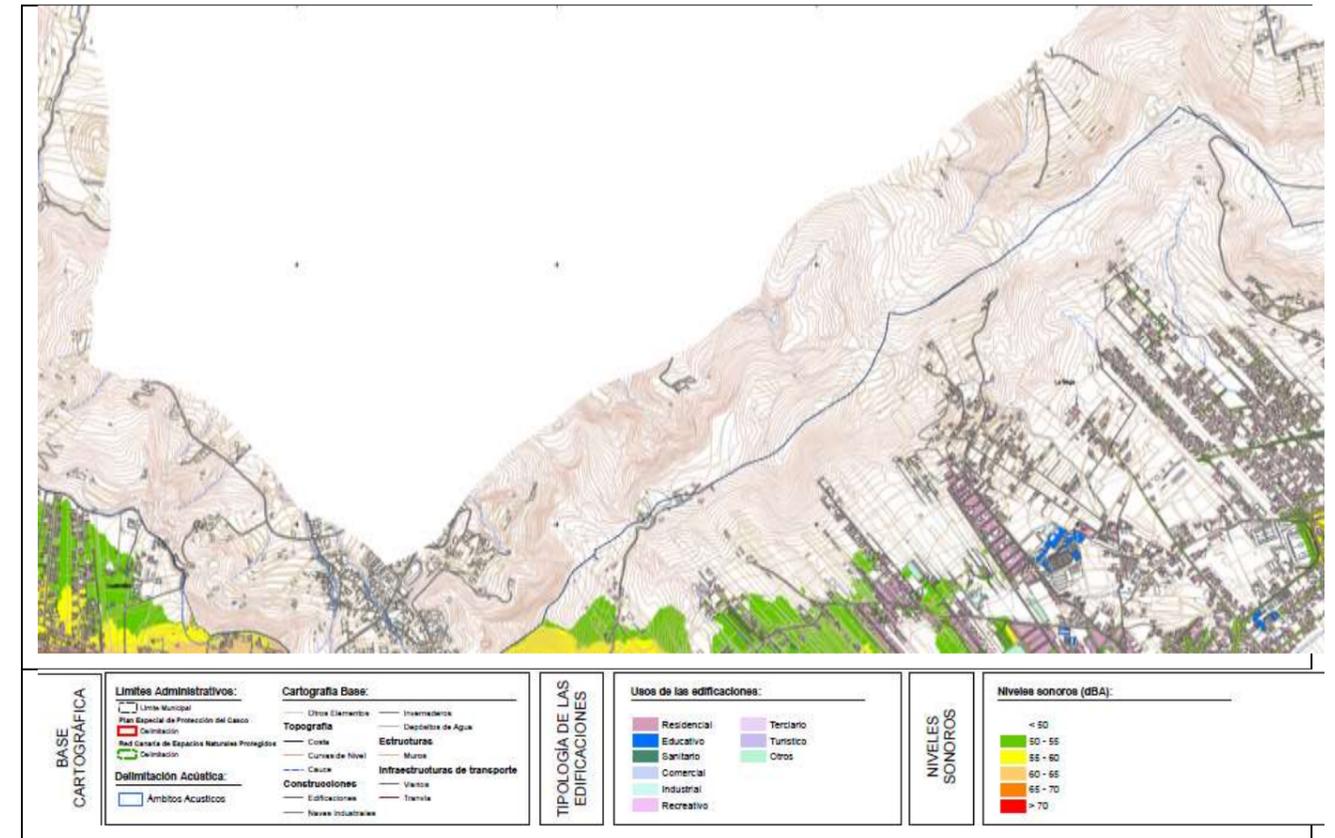


Imagen nº 93: Ejemplo de mapa de niveles. Lnoche

Ln

Rango	Descripción	R	G	B
>70	Rojo	255	0	0
65-70	Naranja	255	128	0
60-65	Ocre	255	205	105
55-60	Amarillo	255	255	0
50-55	Verde	100	200	0
< 50	blanco			



### 14.1.2. Mapas de exposición

Los mapas en fachadas se realizan mediante el establecimiento de receptores distribuidos a lo largo de las fachadas de los edificios, cada 3 metros como máximo, a una distancia de 0.1 metros de la fachada, evaluando la afección acústica a una altura de 4 metros.

Se mostrarán los siguientes indicadores, **diferenciando cada foco de ruido y niveles globales**:

- o **Ldía**, representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o **Ltarde**, representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o **Lnoche**, representando niveles de 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- o **Lden**, representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

Se utilizara como escala de representación la 1:5000.

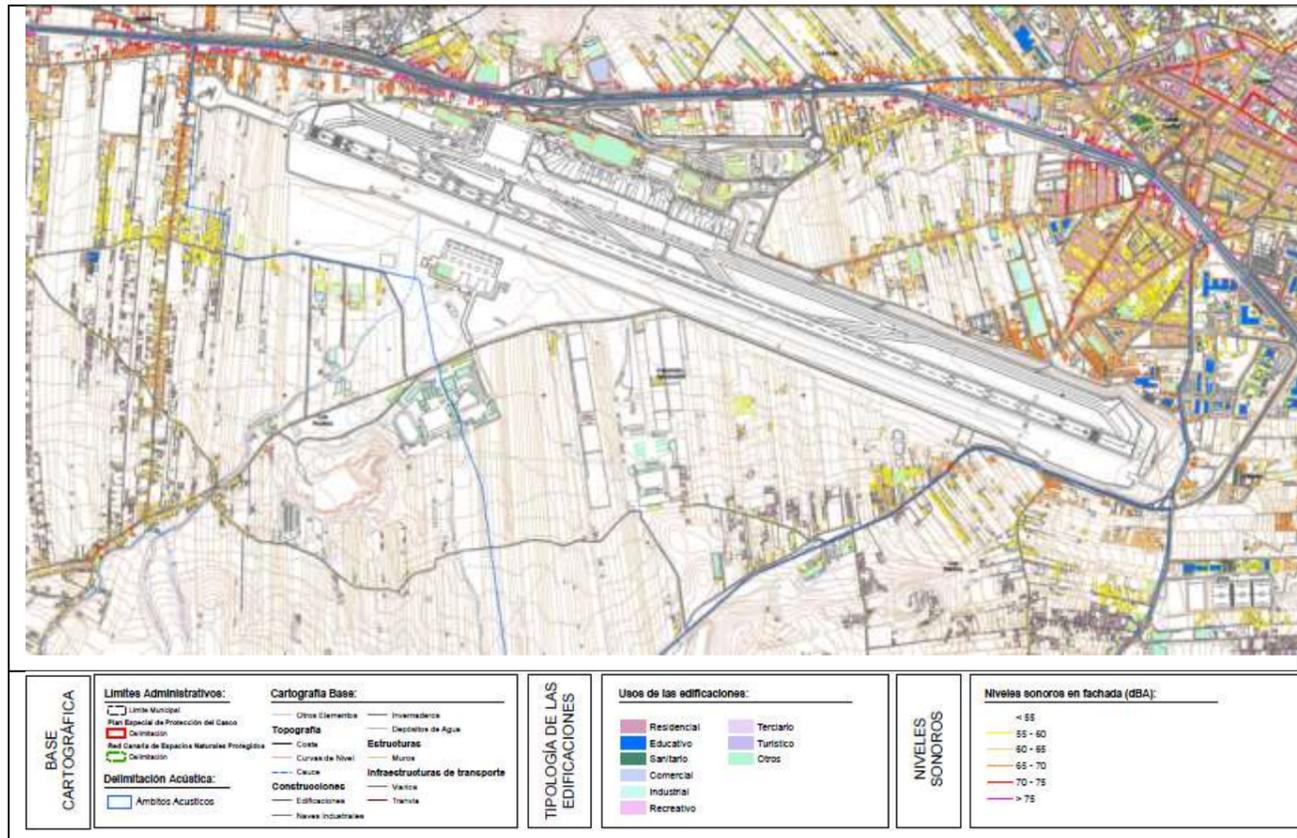


Imagen nº 94: Ejemplo de mapa de fachadas

### 14.1.3. Mapas de conflicto

El Real Decreto 1367/2007, establece para cada tipología de zona acústica unos objetivos de calidad, que se describen en el punto 15.2.1, representados por unos niveles límite de ruido en el exterior.

Áreas Acústicas	Uso	Ld, x; Le,x	Ln,x
A	Residencial	65	55
B	Industrial	75	65
C	Recreativo	73	63
D	Terciario	70	65
E	Sanitario y docente	60	50
F	Infraestructuras	Sin determinar	Sin determinar
G	Espacios naturales	Según objetivos	Según objetivos

Una vez obtenidos los mapas de niveles acústicos, se pueden cruzar con las capas de objetivos de calidad acústica con el fin de poder determinar las zonas en las que se incumpelen los objetivos de

calidad acústica, para así poder definir puntos y zonas de actuación donde reducir los niveles sonoros, estos mapas se denominan mapa de conflicto.

En la siguiente figura se observa el resultado obtenido tras la realización de un mapa de conflicto para el caso de Lda:

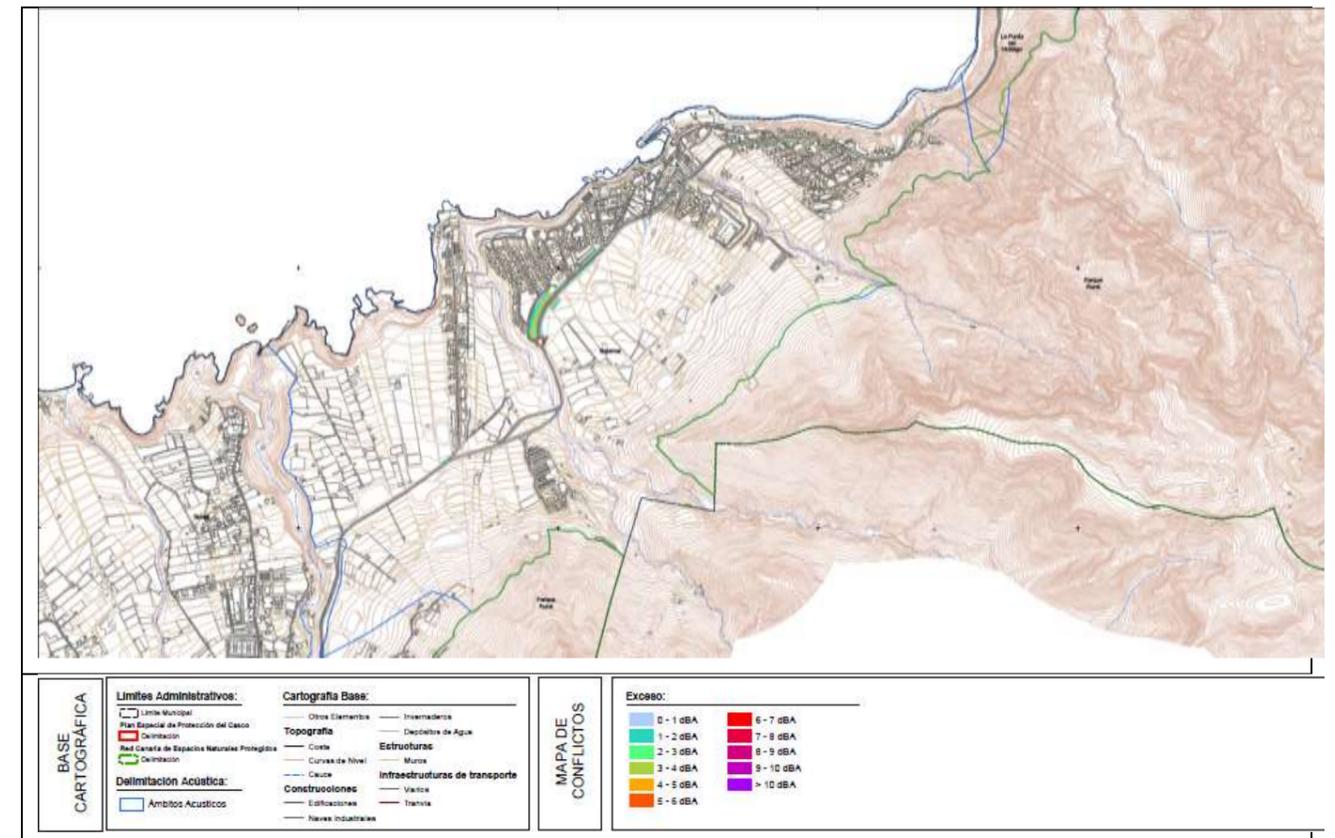


Imagen nº 95: Ejemplo de mapa de conflicto. Lda

### 14.1.4. Mapas de capacidad acústica

Los mapas de capacidad acústica definidos como mapas que representan el defecto entre el nivel acústico existente y los objetivos de calidad acústica en las distintas zonas del municipio.

En la siguiente figura se observa el resultado obtenido tras la realización de un mapa de conflicto para el caso de Lda:

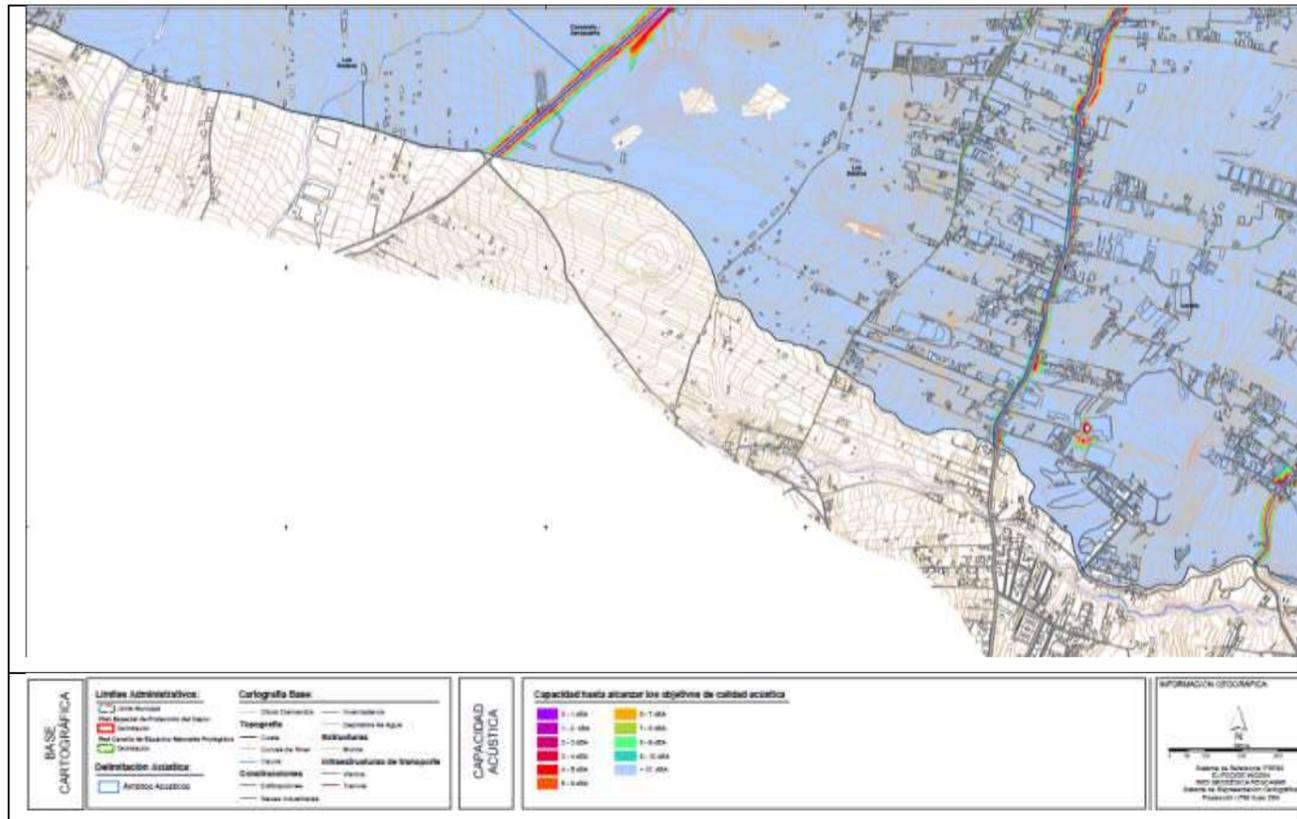


Imagen nº 96: Ejemplo de mapa de capacidad acústica. Ldía

## 14.2. AFECCIÓN

Uno de los objetivos principales del Mapa Estratégico de Ruido del municipio de San Cristóbal de La Laguna es obtener la población afectada por el ruido ambiental por encima de unos umbrales establecidos por la legislación vigente, se presenta a continuación los límites de referencia de estos niveles, los métodos de cálculo de población afectada y los resultados obtenidos.

### 14.2.1. Límites de referencia

Para determinar los indicadores y los niveles límites de referencia que nos permitan evaluar la afección al ruido del municipio, se ha acudido a la legislación vigente en materia de objetivos de calidad acústica que viene fijada en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, concretamente lo recogido en el CAPÍTULO III "Zonificación acústica. Objetivos de calidad acústica" y en el CAPÍTULO IV "Procedimientos y métodos de evaluación de la contaminación acústica".

Según el artículo 14. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas:

1. En las áreas urbanizadas existentes se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

a) Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la tabla A, del anexo II, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor.

## ANEXO II Objetivos de calidad acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica	Índices de ruido		
	$L_d$	$L_e$	$L_n$
e Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.

En relación al tipo de área f se aplicará el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas

Como se puede observar en la tabla anterior los objetivos se establecen para los índices de ruido,  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ , cuya definición según el Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental, es:

- $L_d$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.
- $L_e$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- $L_n$  es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

En vista de lo expuesto, la evaluación de la exposición al ruido de la población de Algeciras pasará por determinar cada uno de los indicadores  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$  y compararlos con los niveles límite establecidos en los objetivos de calidad acústica para cada tipo de área acústica.

#### 14.2.2. Método para determinar la población afectada

La determinación de la situación acústica de San Cristóbal de La Laguna a partir de los mapas de niveles sonoros requiere el análisis de la afección del ruido sobre la población. En esta línea, la normativa establece que debe estimarse el número de personas expuestas a ciertos rangos de niveles de presión sonora, sin entrar en detalles técnicos de cómo proceder.

Existen diferentes métodos para determinar los niveles de exposición en fachada para cada uno de los edificios, conforme a la normativa y a las guías de trabajo internacionales en materia de contaminación acústica. Cada uno de estos métodos establece unas pautas de trabajo que determinan resultados de exposición que pueden ser más o menos precisos con respecto a la situación real.

A la hora de ejecutar algunos de estos métodos deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Grado de desviación de los resultados con respecto a la realidad.
- Recursos temporales y humanos necesarios para implantar el método.
- Hipótesis o aproximaciones a tener en cuenta frente a los datos disponibles de la población.

La determinación de los resultados de población expuesta a distintos rangos de niveles de presión sonora en base a procedimientos estandarizados, permitirá la comparación de los mismos con los resultados de otros municipios o territorios. En esta línea, la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de junio de 2002 sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, con el fin de determinar la exposición al ruido ambiental de los Estados Miembros, establece en su Anexo VI que deberá comunicarse a la comisión europea, para el caso de las aglomeraciones sobre las que se realice el Mapa Estratégico de Ruidos (MER), la siguiente información:

- Número estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{den}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75), distinguiendo entre el tráfico rodado, el tráfico ferroviario, el tráfico aéreo y las fuentes industriales.
- El número total estimado de personas (expresado en centenas) cuyas viviendas están expuestas a cada uno de los rangos siguientes de valores de  $L_{night}$  en dB a una altura de 4 m sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta: (50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70), distinguiendo entre el tráfico rodado, ferroviario, aéreo y las fuentes industriales.

Este planteamiento, que denominaremos método END (*European Noise Directive*), es el que debe utilizarse para entregar los resultados a la comisión europea, siendo también habitual para la entrega al resto de Administraciones. Sin embargo, como se demostrará en apartados posteriores, es el procedimiento que proporciona peores resultados con respecto a la exposición real de la población, dando resultados de población afectada a distintos rangos de niveles sonoros muy superiores a la realidad.

**La consideración única del método END puede dar lugar a resultados preocupantes sobre la situación acústica de los distintos escenarios acústicos que se pudiera plantear**, por lo resulta necesario plantear otros métodos que, de forma adicional, nos arrojen resultados que no sobreestimen la población expuesta.

En los siguientes apartados se presentarán y detallarán dos procedimientos distintos de cálculo de población expuesta, indicando el grado de aproximación, los recursos que requieren su ejecución y su metodología, con el fin de realizar una valoración de cada uno y seleccionar aquel que nos pueda dar una mejor estimación de la población afectada.

A continuación se presentan los siguientes procedimientos de estimación de la población afectada por ruido ambiental:

- Método END
- Método VBEB Alemán

##### 14.2.2.1. Método END

Como ya se ha comentado, el método END (*European Noise Directive*) se presenta en la Directiva Europea 2002/49/CE como un método para satisfacer la obligación de proporcionar a la comisión europea los datos del número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes

rangos de  $L_{den}$  y  $L_{noche}$ , a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la **fachada más expuesta**, distinguiendo tráfico rodado, ferroviario, aéreo y fuentes industriales.

Esta estimación del ruido soportado por cada fachada requiere del cálculo de receptores específicos en cada una de las fachadas de los edificios, a una altura relativa de 4 metros respecto al suelo y tomando las consideraciones necesarias para excluir las reflexiones acústicas de la propia fachada como ruido incidente en el propio receptor. Este cálculo determinará la fachada más expuesta, como aquella que soporte mayor nivel de presión sonora.

El planteamiento que define este método supone que **todos los habitantes de cada edificio están sometidos al mayor nivel de presión sonora registrado en la fachada más expuesta**. Esta definición del procedimiento no se acerca a la situación real, en la que la población se distribuye a lo largo del edificio, en relación a la posición de las viviendas. Como se puede intuir, si bien este procedimiento podría dar resultados próximos a la realidad en el caso de viviendas unifamiliares, en el caso de edificios residenciales de varias viviendas se obtendría un resultado de población expuestas sobrestimado.

En la siguiente figura se puede apreciar un detalle de la aplicación de este método al caso de un municipio, representando para cada edificio residencial el nivel máximo soportado por la fachada más expuesta, para el indicador  $L_{día}$  y considerando el conjunto de fuentes sonoras.

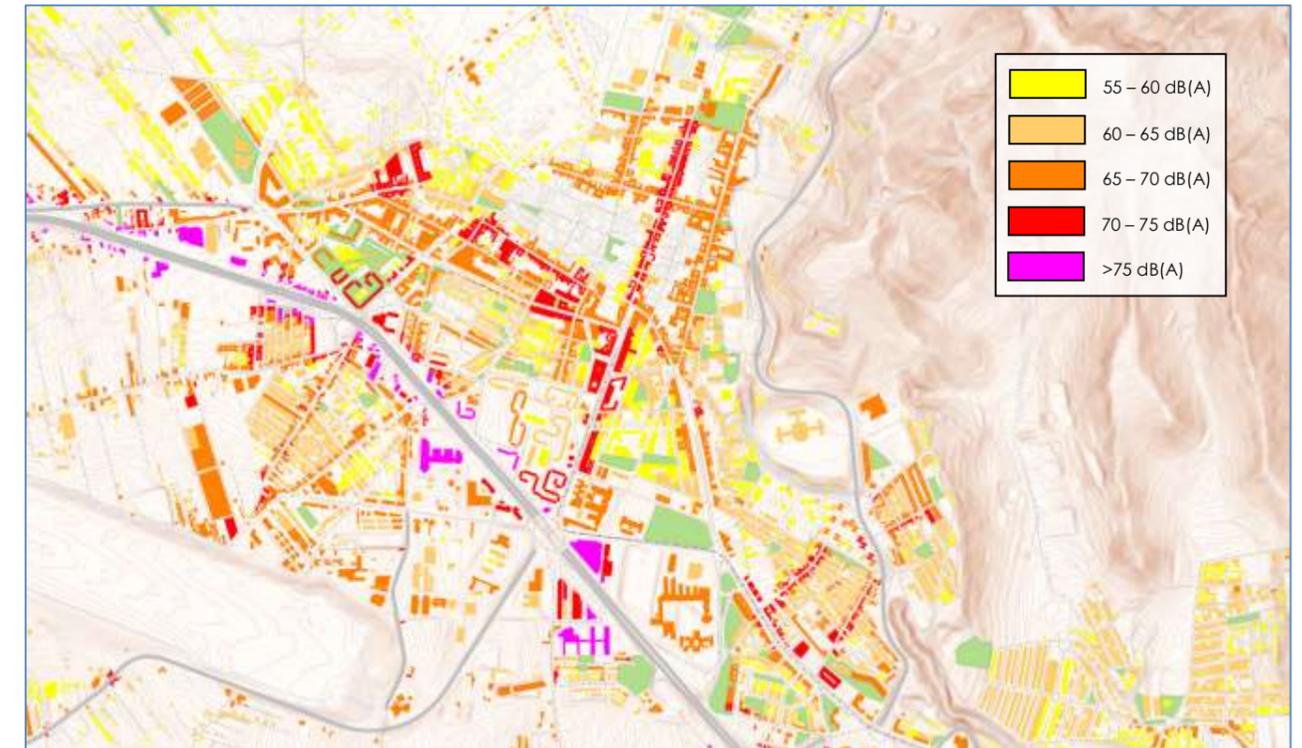


Imagen nº 97: Aplicación método END

#### 14.2.2.2. Método VBEB

El método alemán VBEB (*Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm*) permite obtener los valores reales de afección a los que se encuentra expuesta la población. Su procedimiento contempla la distribución de receptores de niveles de presión sonora a lo largo de las fachadas, estableciendo estos a diferentes niveles de altura en función del número de plantas.

Cada uno de estos receptores determinará **el nivel de presión sonora** al que se encuentra expuesta cada vivienda, **considerando el parámetro de altura**, a diferencia del método END expuesto anteriormente en el que la evaluación de la exposición se realizaba a 4 metros del suelo.

Esta metodología permite afinar los resultados al **distribuir la población de cada edificio a lo largo del perímetro en planta y de las alturas**. Como se puede intuir, los niveles de presión sonora evaluados a diferentes alturas proporcionarán resultados distintos, en función de la mayor o menor distancia a la fuente y las posibles reflexiones de los edificios del entorno, encontrándose, de esta forma, los habitantes de viviendas a diferentes alturas, en una misma planta, expuestas a distintos grados de afección.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, el software de simulación acústica utilizado nos permite establecer y calcular receptores en fachada a diferentes alturas de forma automática:

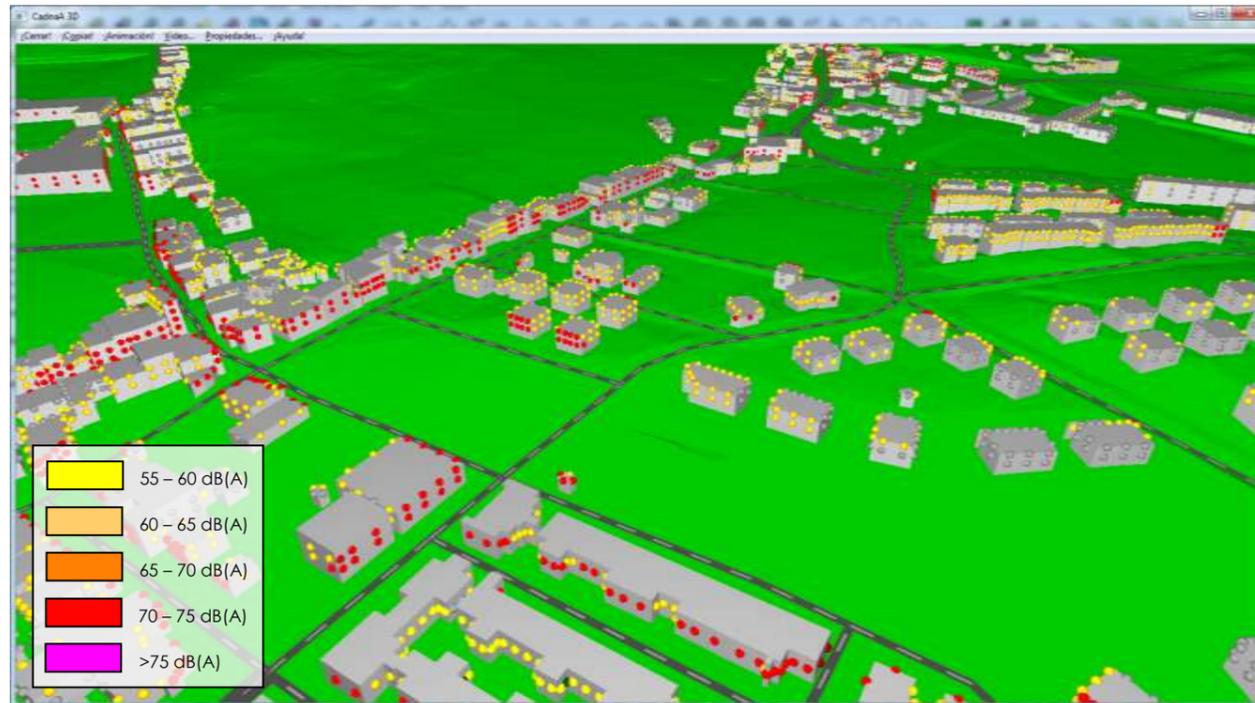


Imagen nº 98: Método VBEB

### 14.2.3. Selección del método de estimación

Una vez se han presentado los dos métodos de estimación de población afectada, se dispone de información suficiente para poder realizar un análisis comparativo, valorando el grado de precisión de cada uno, los recursos temporales y humanos requeridos y las hipótesis o aproximaciones a tener en cuenta frente a los datos disponibles de la población.

Para ello, en primer lugar se hará mención a lo que la bibliografía expone en relación a estos temas, analizando la normativa en materia de contaminación acústica, los artículos que discutan los métodos de evaluación de la exposición y las directrices de las guías de trabajo en acústica.

La Directiva Europea 2002/49/CE establece las bases para que los países miembros desarrollen la normativa en materia de contaminación acústica, definiendo métodos e información que debe, de forma obligatoria, entregarse a la Comisión Europea.

En cuanto a la evaluación de la población expuesta, la normativa no entra en demasiado detalle sobre la metodología a seguir, y sobre todo, no define los aspectos relacionados con el grado de aproximación ni las hipótesis o aproximaciones a considerar ante la falta de información de población.

Únicamente se define, en el Anexo VI, punto 1.5 y 1.6, que se deberá comunicar a la Comisión Europea, para el caso de las aglomeraciones, el número estimado de personas cuyas viviendas están expuestas a diferentes rangos de  $L_{den}$  y  $L_{día}$  a una altura de 4 metros sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta.

Este requisito no especifica cómo se reparte la población en el edificio y tampoco si, considerando un único edificio, se debe determinar únicamente la población localizada en los tramos de fachada con el nivel más elevado (y por tanto más expuesta) o si se considera que toda la población del mismo está afectada por el nivel máximo.

Esta indefinición ha sido punto de discusión en la Guía de Buenas Prácticas para los Mapas Estratégicos de Ruido y la producción de datos asociados de exposición al ruido, elaborado por el grupo de trabajo de la Comisión Europea de la evaluación de la exposición al ruido (WG-AEN).

En el punto 2.43 Puntos de Evaluación, se discute lo siguiente:

*En el Anexo I (1) de la Directiva se afirma que los puntos de evaluación tienen que estar situados "en la fachada más expuesta" y que para el propósito de la determinación del nivel sonoro (en los puntos de evaluación) en términos de  $L_{den}$  y  $L_{noche}$  únicamente se considera el sonido incidente. No está claro exactamente qué significa "en". En el Anexo VI (1.5) de la Directiva, se utiliza el término "en la fachada más expuesta".*

Como recomendación de la WG-AEN a esta discusión se especifica lo siguiente:

- (i) *Para la asignación de los niveles de ruido a los edificios*  
*Para la asignación de los niveles de ruido a los edificios (y por lo tanto a las personas, por ejemplo, en la práctica a 0.1 metros por delante de la fachada) debería, siempre que el software lo permita, calcular niveles de ruido en fachada de los edificios. Dichos cálculos deben excluir las reflexiones de la fachada en cuestión, en cumplimiento de los requisitos de la Directiva que establecen que dichos niveles deben ser niveles de ruido incidentes (campo libre). Es recomendable que, al menos, se incluyan las reflexiones de primer orden de otras fachadas u objetos. Se sugiere un espaciado de 3 metros entre puntos de cálculos alrededor de la fachada.*

Si el software no permite la generación automática de dichos puntos de cálculo, los niveles de ruido de los puntos de malla deben utilizarse para obtener niveles en fachada aproximados, como se describe a continuación. En este caso, se debe aplicar una corrección de menos 3 dB para cualquier nivel basado en la malla que estén atribuidos a los edificios y, en consecuencia, a las residencias de estos edificios para determinar estimaciones de exposición al ruido.

Por otro lado, la discusión 2.44 Asignación de niveles de ruido a viviendas, expone los procedimientos a seguir en los siguientes casos:

1. Edificio de una sola vivienda
2. Edificio de varias viviendas en las que se conoce la distribución de viviendas por edificio
3. Edificio de varias viviendas en las que no se conoce la distribución de viviendas por edificio

De forma resumida, la WG-AEN recomienda, para el primer y segundo caso, que se calcule, para cada vivienda, el nivel de ruido global más alto y se asigne a la vivienda como fachada más expuesta, en concordancia con lo establecido por la Directiva. Para el tercer caso, que suele ser el más habitual, se recomienda calcular el nivel de ruido global más alto del edificio entero y asignarlo a cada una de las viviendas por el que está compuesto. Así mismo, la WG-AEN advierte que, en algunas circunstancias, **este procedimiento puede llevar a una sobreestimación del nivel de ruido que afecte a algunas de las viviendas dentro del edificio**, por ejemplo, en el caso de que haya viviendas cuyas fachadas no formen parte de la fachada más expuesta real.

Considerando habitantes en lugar de viviendas, la normativa tampoco especifica cómo repartir la población dentro de cada edificio a la hora de determinar la exposición. Por lo general, siguiendo el procedimiento END, se asigna el nivel máximo de cada vivienda a todos sus habitantes, sin embargo, esta forma de proceder no sería recomendable a la hora de tratar edificios con varias viviendas de distribución conocida.

Para entender mejor lo que se quiere transmitir se recurrirá a dos ejemplos:

- **Vivienda unifamiliar.** Supóngase una vivienda unifamiliar de planta rectangular y una planta de altura, cuyas cuatro fachadas soportan un nivel de ruido de 65, 60, 70, y 73 dBA respectivamente. Dentro de la vivienda habita una familia compuesta por 4 miembros.
  - o Siguiendo las recomendaciones de la Directiva Europea y la WG-AEN, toda la vivienda (y sus habitantes) están expuestos al nivel de la fachada más expuesta, es decir, existen 4 personas a 73 dBA. Este dato podría corresponderse perfectamente con la situación real de afectación.

- **Bloque de pisos.** Por otro lado se presenta un bloque de pisos de 4 portales, también rectangular en planta, con 5 plantas de altura y 4 viviendas por planta. En cada vivienda habitan 4 personas, por lo que en total, hay 320 habitantes en el bloque. Las cuatro fachadas del bloque soportan un nivel de ruido de 65, 60, 70 y 73 dBA respectivamente.

- o En este caso, si se asigna el nivel de la fachada más expuesta a todo el edificio, nos encontramos con que existen 320 habitantes expuestos a 73 dBA, lo cual es falso, ya que los habitantes se distribuyen en altura y a lo largo del bloque. Hay que tener en cuenta que los cálculos de evaluación en fachada, según la Directiva, se realizan a 4 metros de altura y el nivel sonoro a dicha altura no tiene porqué corresponderse con el de alturas superiores. Es más, suponiendo que el nivel de toda la fachada, independientemente de la altura, fuera el mismo, debería haber únicamente, como máximo, 80 personas expuestas a 73 dBA, los correspondientes al portal con la fachada más expuesta.

Estos dos ejemplos exponen la problemática del método END para la estimación de la población afectada en edificios de varias alturas y varias viviendas. Hay que tener en cuenta, además, que los ejemplos suponen que cada una de las fachadas está sometida a un único nivel sonoro, cuando en realidad, se suelen distribuir receptores a lo largo de las mismas y pueden producirse una variación de los niveles a lo largo de la fachada. Podría ocurrir que, finalmente, la fachada que soportaba el nivel más elevado de 73 dB sólo lo soporte en una pequeña parte de la misma. En este caso, la población real expuesta a dicho nivel sería menor todavía.

**Pese a que el método END se perfila como un procedimiento sencillo y rápido de ejecutar, cuenta con un alto grado de incertidumbre a la hora de estimar la población expuesta, que podría dar valores muchos más altos de población expuesta de los que realmente habría.**

Como método alternativo, se considera el método VBEB alemán. Fundamentalmente, el método VBEB establece puntos receptores específicos en frente de las fachadas, a todas las alturas del edificio, proporcionando resultados mucho más exactos pero requiere grandes recursos computacionales y un tiempo de cálculo considerable.

Existen trabajos que se han encargado de estudiar cada uno de estos métodos y determinar el grado de fiabilidad de cada uno. Concretamente, se hace mención al artículo “¿Cómo evaluar la población afectada por el ruido ambiental?” del Laboratorio de Acústica de la Universidad Pública de Navarra, presentado en el congreso TecniAcústica Cádiz 2009 y al artículo “Estudio comparativo de metodologías para la estimación de la población afectada por ruido ambiental en entornos urbanos” de la Universidad Miguel Hernández de Elche, presentado en el congreso TecniAcústica Valladolid 2013.

Como conclusión del primer artículo mencionado, se indica lo siguiente:

*Para evaluar con precisión el porcentaje de personas afectadas por el ruido es preciso la evaluación de los mapas de fachadas, además de disponer de datos catastrales fiables. Cuando ello no es posible (bien por no disponibilidad de tal opción en el software, bien por inabordable tiempos de computación), el método aproximado a partir del mapa horizontal es preferible frente al método estricto establecido en la END, especialmente en tramas urbanas con grandes edificios de múltiples plantas.*

Por otro lado, el segundo artículo concluye que el método que proporciona menor porcentaje de población expuesta es el método VBEB, siendo el que mejor refleja la realidad sonora, a costa de mayor tiempo de ejecución y coste. Así mismo, enuncia que el método END es que el proporciona porcentajes de exposición mayores, recomendando su uso sólo para realizar primeras aproximaciones para seleccionar zonas de riesgo, debido a su escaso coste, para posteriormente aplicar el método VBEB.

Cabe destacar, así mismo, que la Directiva Europea establece en el artículo 6, punto 2, que en un futuro se tendrían que preparar métodos comunes de medida para la determinación de  $L_{den}$  y  $L_{noche}$ , llevándose a la práctica mediante el denominado método CNOSSOS (Common Noise Assessment Method).

Actualmente este método ya define procedimientos para estimación de la población. En el documento de referencia del CNOSSOS, del 10 de agosto de 2012, y en el CHAPTER VIII se presentan distintos métodos para asignar población a los edificios. **Se prefiere el principio de distribución equitativa de la población a lo largo de la fachada del edificio, en lugar del principio de la fachada más expuesta.** Es decir, que en lugar de asignar toda la población del edificio a la fachada más expuesta, se asigne la población de forma proporcional a cada fachada (dando valores de afección menos pronunciados).

En vista de lo expuesto, [Sincosur Ingeniería Sostenible S.L.](#) cree justificado ampliamente la elección del método VBEB alemán frente al END de obligado cumplimiento por la Directiva Europea.

Con el fin de cumplir con los requisitos de la Directiva Europea y dar datos estimados más exactos de la población expuesta, a continuación se presentan los resultados de la estimación de la población expuesta en San Cristóbal de La Laguna con aplicación de los dos métodos definidos. Como se podrá observar, existe una clara sobreestimación del método END frente al VBEB alemán.

#### 14.2.4. Población afectada

##### 14.2.4.1. Edificios residenciales

Atendiendo a las fuentes acústicas la población afectada se presenta en las siguientes tablas. En azul celeste se pueden observar aquellos valores que incumplen los objetivos de calidad acústica.

**TOTAL DE FUENTES**

Rango	POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO TOTAL (valores en centenas)							
	Evaluación a 4 metros de altura (END)				Evaluación a todas las alturas (VBEB mod.)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	161	179	280	133	254	316	226	239
55 – 60 dBA	339	556	211	330	393	478	133	420
60 – 65 dBA	496	312	149	512	367	199	78	373
65 – 70 dBA	302	217	51	269	140	104	16	150
70 – 75 dBA	86	63	9	140	30	22	2	59
> 75 dBA	16	14	0	40	5	4	0	12

**Tabla nº 37:** Población expuesta, por intervalos de niveles para cada periodo. Método END y VBEB. Total de fuentes

Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche
	Población (centenas)	403	294	419	174	130

**Tabla nº 38:** Población expuesta a niveles superiores a los OCAs. Total de fuentes de ruido

Rango	VIVIENDAS EXPUESTAS (valores en centenas)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	67	72	105	56
55 – 60 dBA	129	206	77	127
60 – 65 dBA	182	115	55	189
65 – 70 dBA	111	80	18	99
70 – 75 dBA	31	22	3	51
> 75 dBA	6	5	0	14

**Tabla nº 39:** Viviendas expuestas, por intervalos de niveles, para cada periodo. Total de fuentes

Viviendas (centenas)	Viviendas expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica		
	Ldía	Ltarde	Lnoche
Viviendas (centenas)	147	107	153

**Tabla nº 40:** Número de viviendas expuestas a niveles superiores a los OCAs. Total de fuentes

**FUENTES VIARIAS**

Rango	POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DEL TRÁFICO VIARIO (valores en centenas)							
	Evaluación a 4 metros de altura (END)				Evaluación a todas las alturas (VBEB mod.)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	215	234	195	176	284	361	106	276
55 – 60 dBA	384	621	123	435	340	397	58	416
60 – 65 dBA	453	223	97	463	282	100	39	253
65 – 70 dBA	228	140	8	186	83	51	1	79
70 – 75 dBA	43	24	0	83	7	3	0	25
> 75 dBA	0	0	0	1	0	0	0	0

**Tabla nº 41:** Población expuesta, por intervalos de niveles, para cada periodo. Método END y VBEB. Fuentes viarias

Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche
	Población (centenas)	271	164	228	90	54

**Tabla nº 42:** Población expuesta a niveles superiores a los OCAs. Fuentes viarias

Rango	VIVIENDAS EXPUESTAS (valores en centenas)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	87	91	71	73
55 – 60 dBA	143	226	44	162
60 – 65 dBA	164	81	35	168
65 – 70 dBA	82	51	3	67
70 – 75 dBA	15	8	0	30
> 75 dBA	0	0	0	0

**Tabla nº 43:** Viviendas expuestas, por intervalos de niveles, para cada periodo. Fuentes viarias

Viviendas (centenas)	Viviendas expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica		
	Ldía	Ltarde	Lnoche
Viviendas (centenas)	97	59	82

**Tabla nº 44:** Número de viviendas expuestas a niveles superiores a los OCAs. Fuentes viarias

**TRÁFICO FERROVIARIO**

Rango	POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DEL TRÁFICO FERROVIARIO (valores en centenas)							
	Evaluación a 4 metros de altura (END)				Evaluación a todas las alturas (VBEB mod.)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	10	10	31	13	10	11	13	10
55 – 60 dBA	22	29	19	15	11	12	6	10
60 – 65 dBA	21	23	0	30	10	8	0	13
65 – 70 dBA	13	0	0	15	3	0	0	5
70 – 75 dBA	0	0	0	0	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla nº 45:** Población expuesta por intervalos de niveles para cada periodo. Método END y VBEB. Fuente ferroviaria

Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
	Ldía	Ltarde	Lnoche		Ldía	Ltarde	Lnoche
	13	0	19		3	0	6

**Tabla nº 46:** Población expuesta a niveles superiores a los OCAs. Fuente ferroviaria

Rango	VIVIENDAS EXPUESTAS (valores en centenas)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	3	4	11	5
55 – 60 dBA	7	10	6	5
60 – 65 dBA	7	8	0	10
65 – 70 dBA	4	0	0	5
70 – 75 dBA	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0

**Tabla nº 47:** Viviendas expuestas, por intervalos de niveles, para cada periodo. Fuente ferroviaria

Viviendas (centenas)	Viviendas expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica		
	Ldía	Ltarde	Lnoche
	4	0	6

**Tabla nº 48:** Número de viviendas expuestas a niveles superiores a los OCAs. Fuente ferroviaria

**FOCOS INDUSTRIALES**

Rango	POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO INDUSTRIAL (valores en centenas)							
	Evaluación a 4 metros de altura (END)				Evaluación a todas las alturas (VBEB mod.)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	2	0	0	1	2	0	0	1
55 – 60 dBA	1	0	0	1	1	0	0	0
60 – 65 dBA	1	0	0	0	0	0	0	0
65 – 70 dBA	0	0	0	0	0	0	0	0
70 – 75 dBA	0	0	0	0	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabla nº 49:** Población expuesta por intervalos de niveles para cada periodo. Método END y VBEB. Focos industriales

Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
	Ldía	Ltarde	Lnoche		Ldía	Ltarde	Lnoche
	0	0	0		0	0	0

**Tabla nº 50:** Población expuesta a niveles superiores a los OCAs. Focos industriales

Rango	VIVIENDAS EXPUESTAS (valores en centenas)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	1	0	0	1
55 – 60 dBA	0	0	0	0
60 – 65 dBA	0	0	0	0
65 – 70 dBA	0	0	0	0
70 – 75 dBA	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0

**Tabla nº 51:** Viviendas expuestas, por intervalos de niveles, para cada periodo. Focos industriales

Viviendas (centenas)	Viviendas expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica		
	Ldía	Ltarde	Lnoche
	0	0	0

**Tabla nº 52:** Número de viviendas expuestas a niveles superiores a los OCAs. Fuentes viarias

**GRANDES EJES VIARIOS**

POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO DE LOS GRANDES EJES (valores en centenas)								
Rango	Evaluación a 4 metros de altura (END)				Evaluación a todas las alturas (VBEB mod.)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	223	217	151	218	217	215	136	230
55 – 60 dBA	136	153	100	199	134	148	73	190
60 – 65 dBA	87	101	61	116	69	77	34	108
65 – 70 dBA	81	79	33	94	42	43	13	62
70 – 75 dBA	34	33	9	52	17	15	1	27
> 75 dBA	15	13	0	34	4	4	0	10

**Tabla nº 53:** Población expuesta por intervalos de niveles para cada periodo. Método END y VBEB. Grandes ejes viarios

Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población (centenas)	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
	Ldía	Ltarde	Lnoche		Ldía	Ltarde	Lnoche
	130	126	203		63	62	122

**Tabla nº 54:** Población expuesta a niveles superiores a los OCAs. Grandes ejes viarios

VIVIENDAS EXPUESTAS (valores en centenas)				
Rango	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 – 55 dBA	83	80	56	81
55 – 60 dBA	51	58	37	74
60 – 65 dBA	32	37	23	44
65 – 70 dBA	30	29	12	35
70 – 75 dBA	12	12	3	19
> 75 dBA	6	5	0	12

**Tabla nº 55:** Viviendas expuestas, por intervalos de niveles, para cada periodo. Grandes ejes viarios

Viviendas (centenas)	Viviendas expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica		
	Ldía	Ltarde	Lnoche
	48	46	75

**Tabla nº 56:** Número de viviendas expuestas a niveles superiores a los OCAs. Grandes ejes viarios

**TRÁFICO AEROPORTUARIO**

Los datos se corresponden con los publicados por ANEA, no siendo posible calcular la población afectada por el método VBEB.

POBLACIÓN EXPUESTA AL RUIDO AEROPORTUARIO (MÉTODO END) (valores en centenas)			
Rango	Ldía	Ltarde	Lnoche
55 – 60 dBA	98	76	0
60 – 65 dBA	31	17	0
65 – 70 dBA	5	2	0
70 – 75 dBA	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0

 14.2.4.2. Edificios educativos

Atendiendo a las fuentes acústicas la población sensible sanitaria se presenta en las siguientes tablas:

**TOTAL DE FUENTES**

Centros docentes expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	3	6	23	0
55 - 60 dBA	19	32	26	14
60 - 65 dBA	24	17	13	30
65 - 70 dBA	32	24	5	28
70 - 75 dBA	6	6	0	9
> 75 dBA	2	1	0	5

**Tabla nº 57:** Centros docentes expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Total de fuentes

Centros expuestos por encima de los OCAs	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
		64	48

**Tabla nº 58:** Centros educativos expuestos por encima de los OCAs. Total de fuentes

Centros expuestos, considerando el ruido total:

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Academia de Idiomas	-	71,4	70,7	64,7	73,6
Campus Anchieta Universidad de La Laguna	-	66,6	66,5	59,5	68,9
Campus de Ofra - Universidad de La Laguna	-	57,7	58,2	52,1	60,7
Campus Guajara. Universidad de La Laguna	-	72,2	72,4	66,0	75,0
CEEE El Drago	22	61,6	60,2	52,6	62,8
CEIP Aguerre	115	55,7	55,9	47,6	57,6
CEIP Alonso Nava y Grimón	278	61,6	58,8	50,3	62,3
CEIP Andenes de Taco	172	64,0	65,7	57,0	66,9
CEIP Ángeles Bermejo	248	62,6	62,9	48,3	63,3
CEIP Antigua Filial	-	62,7	54,7	53,1	61,6
CEIP Ayatimas	289	57,4	57,9	47,1	58,8
CEIP Camino La Villa	242	66,7	65,0	60,3	68,8
CEIP Camino Largo	472	60,1	59,7	53,8	62,5
CEIP El Cardonal I	200	61,5	55,9	56,0	63,4
CEIP El Ortigal	169	54,3	55,1	48,4	57,3
CEIP Fernando III el Santo	437	55,7	55,6	49,4	58,2
CEIP La Verdellada	120	58,6	57,9	50,0	60,0
CEIP Las Chumberas	187	73,7	73,4	66,4	75,8
CEIP Las Mantecas	93	66,1	65,5	57,9	67,8
CEIP Lope de Guerra	177	64,8	64,3	56,4	66,4
CEIP Montaña Pacho	284	59,7	59,3	52,1	61,6
CEIP Narciso Brito	341	55,0	55,9	49,9	58,4
CEIP Puntal del Hidalgo	156	53,7	53,1	48,5	56,6
CEIP San Benito	179	59,5	56,0	49,0	58,8
CEIP San Luis Gonzaga	321	61,8	56,2	56,9	64,1
CEIP San Matías	381	61,3	56,0	56,4	63,6
CPEIPS San Pablo	139	62,8	54,1	38,8	60,4
CEIP Santa Rosa de Lima	131	65,7	66,3	59,5	68,4
Centro Ciudadano Barrio Nuevo	-	64,8	58,6	45,5	62,9
Centro de Educación para Adultos	-	58,3	58,9	50,7	60,3
Centro del Profesorado de La Laguna	-	65,2	63,3	55,8	66,0
Centro Infantil La Casa de Alicia	-	65,4	60,9	52,6	64,7
Centro Maternal Ntra. Sra. de la Paz	-	65,2	65,4	59,1	67,9
CIP Las Palmeras	-	63,4	61,5	51,5	63,7
CPEE Acamán	96	68,8	67,2	61,5	70,5
CPEI Finca El Moral	-	67,6	65,9	60,1	69,1
CPEIPS Acaymo - La Candelaria	209	64,2	57,6	47,2	62,5
CPEIPS Buen Consejo	654	69,2	65,8	50,7	68,2

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
CPEIPS Cisneros Alter	1.481	65,8	65,8	54,0	66,7
CPEIPS Colón Grama	263	62,1	56,0	53,3	60,8
CPEIPS Decroly	425	54,0	52,5	47,8	56,2
CPEIPS Echeyde II	1.199	68,8	58,3	56,0	66,0
CPEIPS Hispano Británico	432	56,6	51,0	44,9	57,4
CPEIPS Isabel La Católica	221	65,3	57,7	46,4	63,3
CPEIPS La Salle La Laguna	644	65,4	65,3	57,8	67,5
CPEIPS Luther King	1.588	59,1	59,5	50,3	60,9
CPEIPS Mainlop	301	67,1	60,7	62,2	69,4
CPEIPS Mayco	323	67,9	67,2	57,0	67,9
CPEIPS Mayex	347	58,6	58,0	51,7	60,8
CPEIPS Ntra. Sra del Rosario	272	63,8	61,8	52,4	63,4
CPEIPS Nuryana	1.747	69,9	66,6	58,4	70,3
CPEIPS Pureza de María	555	59,8	58,4	42,1	59,1
CPEIPS Ramiro de Maeztu	539	67,0	65,1	57,3	67,8
CPEIPS San Jerónimo	277	65,5	57,8	43,7	63,4
CPEIPS Santa Rosa de Lima	950	75,0	74,6	67,7	77,0
Escuela de Ingeniería de la Edificación	-	64,4	62,9	55,2	65,4
Escuela Infantil Pérez Soto	-	61,5	55,9	56,5	63,8
Escuela Municipal de Música Guillermo González	-	66,8	63,5	53,0	66,3
Escuela Oficial de Idiomas	3.805	64,0	64,3	56,4	66,1
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad	-	69,0	68,5	61,9	71,2
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad	-	76,5	76,4	69,1	78,6
Facultad de Farmacia - Universidad de La Laguna	-	66,2	62,6	52,3	64,3
Facultades de Física y Matemáticas Universidad de La Laguna	-	70,5	71,0	64,0	73,1
Fundación General de la Universidad de La Laguna	-	69,4	68,4	62,4	71,4
I.U. de Biogénica Campus Anchieta Universidad de La Laguna	-	73,6	73,8	66,4	75,8
IES Antonio González	592	58,6	57,9	50,1	60,1
IES Cabrera Pinto	987	65,7	65,1	59,1	68,0
IES Canarias	351	55,3	57,4	45,7	57,7
IES Domingo Pérez Minik	484	60,9	58,9	52,0	61,4
IES Geneto	613	57,7	57,7	48,4	59,2
IES José de Anchieta	-	63,4	63,9	56,5	66,0
IES La Laboral	1.591	65,7	65,2	59,1	67,9
IES La Laguna	638	63,3	62,8	56,8	65,7
IES Marina Cebrián	220	61,7	56,2	56,8	64,1
IES Padre Anchieta	500	68,4	63,8	57,5	66,4
IES San Benito	490	70,4	69,8	62,1	72,0

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
IES San Hermenegildo	-	58,9	56,6	50,6	59,1
IES San Matías	644	59,4	54,4	53,8	61,4
IES Viera y Clavijo	800	68,1	68,6	62,5	71,1
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, IPNA, CSIC	-	65,9	65,3	58,8	68,0
ULL-CEIP Aneja	-	58,3	58,7	48,4	59,7
Unidad para la Docencia Virtual, sección audiovisuales. Universidad	-	64,2	62,6	53,6	64,6
Universidad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad	-	65,8	66,7	60,4	69,0
Universidad de La Laguna - Campus Central	-	68,4	66,6	60,2	69,7
Universidad de La Laguna - Sección de Medicina	-	69,7	69,6	62,5	71,9
Universidad de la Laguna Campus Anchieta	-	66,6	64,5	56,6	67,2

**Tabla nº 59:** Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Total de fuentes

Respecto a las Universidades, los datos aportados por la Gerencia de la ULL no vienen desglosados por facultades, siendo los datos aportados los siguientes:

Nombre centro	Número de alumnos
Escuela Politécnica Superior de Ingeniería	1.065
Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología	1.599
Facultad de Ciencias	1.543
Facultad de Ciencias de la Salud	3.746
Facultad de Ciencias Políticas, Sociales y de la Comunicación	1.114
Facultad de Derecho	2.140
Facultad de Economía, empresa y turismo	2.579
Facultad de Educación	2.860
Facultad de Humanidades	2.471
<b>Total matriculados</b>	<b>19.117</b>

### FUENTES VIARIAS

Centros docentes expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
<b>50 - 55 dBA</b>	2	8	21	0
<b>55 - 60 dBA</b>	24	36	16	22
<b>60 - 65 dBA</b>	31	20	6	34
<b>65 - 70 dBA</b>	17	11	0	17
<b>70 - 75 dBA</b>	1	1	0	3
<b>&gt; 75 dBA</b>	0	0	0	0

**Tabla nº 60:** Centros docentes expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Fuentes viarias

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
<b>Centros expuestos por encima de los OCA</b>	49	32	43

**Tabla nº 61:** Centros educativos expuestos por encima de los OCAs. Fuentes viarias

Centros expuestos, considerando únicamente el tráfico viario:

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Academia de Idiomas	-	71,4	70,7	64,7	73,6
Campus Anchieta Universidad de La Laguna		60,4	59,1	52,5	61,9
Campus Guajara. Universidad de La Laguna		57,9	57,1	48,5	59,0
CEEE El Drago	22	58,5	59,2	47,4	59,9
CEIP Andenes de Taco	172	63,9	65,6	56,7	66,7
CEIP Ángeles Bermejo	248	62,6	62,9	48,3	63,3
CEIP Antigua Filial	-	62,7	54,6	53,1	61,6
CEIP Ayatimas	289	57,3	57,8	46,9	58,7
CEIP Camino La Villa	342	65,5	62,4	58,5	67,1
CEIP Camino Largo	472	60,0	59,6	53,7	62,4
CEIP El Cardonal I	200	61,4	55,6	55,9	63,3
CEIP La Verdellada	120	57,7	56,8	48,3	58,8
CEIP Las Chumberas	187	56,4	56,7	45,7	57,3
CEIP Las Mantecas	93	63,5	63,3	53,7	64,8
CEIP Montaña Pacho	284	58,0	56,6	47,5	58,7
CEIP Puntal del Hidalgo	156	53,7	53,1	48,5	56,6
CEIP San Benito	179	59,5	55,9	44,4	58,7
CEIP San Luis Gonzaga	321	61,6	55,5	56,7	63,9
CEIP San Matías	381	61,3	56,0	56,4	63,6

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
CEIP San Pablo	139	62,8	54,1	38,6	60,4
CEIP Santa Rosa de Lima	131	61,4	58,7	50,5	61,6
Centro Ciudadano Barrio Nuevo	-	64,8	58,3	43,4	62,8
Centro de Educación para Adultos	-	56,3	56,7	43,8	57,3
Centro de Educación para Adultos San Cristóbal	-	58,9	59,3	46,2	59,9
Centro del Profesorado de La Laguna	-	64,2	62,3	54,3	64,9
Centro Infantil La Casa de Alicia	-	65,2	60,2	45,1	63,6
Centro Maternal Ntra. Sra. de la Paz	-	58,9	56,4	46,1	58,8
CIP Las Palmeras	-	63,4	61,5	51,5	63,7
CPEE Acamán	96	68,8	67,2	61,5	70,5
CPEI Finca El Moral	-	67,1	65,5	59,8	68,8
CPEIPS Acaymo - La Candelaria	209	64,2	57,5	46,9	62,4
CPEIPS Buen Consejo	654	69,2	65,8	50,6	68,2
CPEIPS Cisneros Alter	1.481	65,8	65,8	54,0	66,7
CPEIPS Colón Grama	263	62,1	55,7	53,2	60,7
CPEIPS Decroly	425	53,9	52,4	47,7	56,1
CPEIPS Echeyde II	1.199	62,8	56,0	46,9	61,0
CPEIPS Isabel La Católica	221	65,2	56,9	42,2	63,0
CPEIPS La Salle La Laguna	644	58,9	57,9	49,9	60,1
CPEIPS Luther King	1.588	58,2	58,4	47,3	59,4
CPEIPS Mainlop	301	67,1	60,7	62,2	69,4
CPEIPS Mayco	323	67,1	66,7	56,7	67,5
CPEIPS Mayex	347	58,5	57,9	51,6	60,7
CPEIPS Ntra. Sra. del Rosario	272	63,8	60,0	49,3	62,2
CPEIPS Nuryana	1.747	58,3	59,3	42,8	59,3
CPEIPS Pureza de María	577	59,8	58,4	42,0	59,1
CPEIPS San Jerónimo	277	65,5	57,6	42,3	63,3
CPEIPS Santa Rosa de Lima	950	69,5	68,0	62,3	71,3
Escuela de Ingeniería de la Edificación	-	63,9	62,3	54,4	64,8
Escuela Infantil Pérez Soto	-	61,5	55,8	56,5	63,8
Escuela Municipal de Música Guillermo González	-	66,8	63,5	52,9	66,3
Escuela Oficial de Idiomas	3.805	60,9	61,3	51,6	62,6
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad	-	63,9	62,8	56,8	65,8
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad	-	62,6	62,1	54,9	64,5
Facultades de Física y Matemáticas Universidad de La Laguna	-	58,7	58,8	52,2	61,2
Fundación General de la Universidad de La Laguna	-	67,7	67,0	61,0	69,9
I.U. de Biorgánica Campus Anchieta Universidad de La Laguna	-	64,1	62,4	55,1	65,2
IES Cabrera Pinto	987	65,7	65,1	59,1	68,0

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
IES Canarias	351	55,3	57,4	45,7	57,7
IES Domingo Pérez Minik	484	59,6	57,0	47,1	59,4
IES José de Anchieta	-	57,1	57,2	49,0	58,5
IES La Laboral	1.591	65,3	64,6	58,5	67,4
IES La Laguna	638	63,1	62,5	56,5	65,4
IES Marina Cebrián	220	61,4	55,2	56,6	63,8
IES Padre Anchieta	500	61,9	54,6	44,8	59,9
IES San Benito	490	63,5	63,0	57,1	65,9
IES San Hermenegildo	-	58,6	50,3	35,8	56,4
IES San Matías	644	59,4	54,4	53,8	61,4
IES Viera y Clavijo	800	66,8	66,3	60,1	69,1
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, IPNA, CSIC		53,9	53,7	47,7	56,5
ULL		60,0	60,1	54,5	63,0
ULL-CEIP Aneja		57,5	57,9	44,7	58,5
Unidad para la Docencia Virtual, sección audiovisuales. Universidad		63,4	61,4	51,6	63,6
Universidad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad		59,8	59,4	49,6	60,9
Universidad de La Laguna - Campus Central		66,1	65,5	59,4	68,3
Universidad de La Laguna - Sección de Medicina		58,7	58,1	51,5	60,7
Universidad de la Laguna Campus Anchieta		63,2	61,0	52,8	63,7

**Tabla nº 62:** Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Fuentes viarias

**FUENTES FERROVIARIAS**

Centros docentes expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	2	5	2	0
55 - 60 dBA	5	3	2	7
60 - 65 dBA	2	2	0	1
65 - 70 dBA	1	0	0	2
70 - 75 dBA	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0

**Tabla nº 63:** Centros docentes expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Fuente ferroviaria

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
<b>Centros expuestos por encima de los OCA</b>	3	2	4

**Tabla nº 64:** Centros educativos expuestos por encima de los OCAs. Fuente ferroviaria

Centros expuestos, considerando únicamente el tráfico ferroviario:

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Campus Guajara. Universidad de La Laguna		54,1	52,0	46,4	55,5
CEIP Las Mantecas	93	60,7	58,7	53,0	62,2
Centro del Profesorado de La Laguna	-	57,8	55,8	50,1	59,3
Escuela de Ingeniería de la Edificación		55,7	53,6	48,0	57,1
Fundación General de la Universidad de La Laguna		64,5	62,4	56,8	65,9
IES Domingo Pérez Minik	484	55,7	53,6	48,0	57,1
IES José de Anchieta	-	53,7	51,7	46,0	55,2
Unidad para la Docencia Virtual, sección audiovisuales. Universidad		56,5	54,5	48,8	58,0
Universidad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad		57,1	55,1	49,4	58,6
Universidad de La Laguna - Campus Central		65,8	63,7	58,1	67,2

Tabla nº 65: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Fuente ferroviaria

**FUENTES INDUSTRIALES**

Centros docentes expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	0	0	0	0
55 - 60 dBA	0	0	0	0
60 - 65 dBA	0	0	0	1
65 - 70 dBA	2	0	0	1
70 - 75 dBA	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0

Tabla nº 66: Centros docentes expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Focos industriales

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	2	0	0

Tabla nº 67: Centros educativos expuestos por encima de los OCAs. Focos industriales

Centros expuestos, considerando únicamente el ruido de las fuentes industriales:

Edificio	Uso	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
CPEIPS Echeyde II	Educativo	68,8	0,0	0,0	65,8
IES Padre Anchieta	Educativo	67,1	0,0	0,0	64,1

Tabla nº 68: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Focos industriales

**GRANDES EJES VIARIOS**

Centros docentes expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	11	8	14	0
55 - 60 dBA	15	20	15	20
60 - 65 dBA	11	9	6	11
65 - 70 dBA	10	11	5	14
70 - 75 dBA	6	5	0	5
> 75 dBA	1	1	0	4

Tabla nº 69: Centros docentes expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Grandes ejes viarios

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	28	26	40

Centros expuestos, considerando únicamente el ruido de los grandes ejes viarios:

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Campus Anchieta Universidad de La Laguna		65,4	65,6	58,6	67,8
Campus de Ofra - Universidad de La Laguna		57,4	58,0	51,9	60,5
Campus Guajara. Universidad de La Laguna		72,0	72,3	65,9	74,8
CEEE El Drago	22	61,2	59,7	52,4	62,4
CEIP Alonso Nava y Grimón	278	55,4	55,8	49,5	58,3
CEIP Camino La Villa	342	61,3	62,1	56,1	64,6
CEIP El Ortigal	169	52,6	53,6	47,7	56,1
CEIP Fernando III el Santo	437	53,9	55,1	49,2	57,5
CEIP Las Chumberas	187	73,6	73,3	66,4	75,7
CEIP Las Mantecas	93	58,3	58,5	52,7	61,2
CEIP Lope de Guerra	177	64,8	64,3	56,4	66,4
CEIP Montaña Pacho	284	55,5	56,4	50,6	59,0
CEIP Narciso Brito	341	54,4	55,5	49,7	58,1
CEIP San Benito	179	53,0	54,2	48,3	56,7
CEIP Santa Rosa de Lima	131	64,2	65,1	59,4	67,7
Centro de Educación para Adultos	-	54,9	55,8	49,9	58,3
Centro de Educación para Adultos San Cristobal	-	56,7	56,9	51,0	59,6

Edificio	Alumnos	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Centro del Profesorado de La Laguna	-	59,0	59,9	53,8	62,3
Centro Infantil La Casa de Alicia	-	51,3	52,7	51,7	58,2
Centro Maternal Ntra. Sra. de la Paz	-	64,8	65,2	59,0	67,7
CPEE Acamán	96	53,8	54,7	48,7	57,2
CPEI Finca El Moral	-	54,1	54,8	48,6	57,2
CPEIPS Echeyde II	1.199	55,9	57,0	55,5	62,1
CPEIPS La Salle La Laguna	644	65,3	65,2	57,8	67,4
CPEIPS Luther King	1.588	51,7	53,0	47,2	55,5
CPEIPS Mayco	323	57,6	59,0	52,9	61,3
CPEIPS Ntra. Sra. del Rosario	272	58,5	57,0	49,4	59,6
CPEIPS Nuryana	1.747	68,2	65,5	58,4	68,7
CPEIPS Ramiro de Maeztu	539	66,8	65,0	57,3	67,7
CPEIPS Santa Rosa de Lima	950	74,7	74,4	67,5	76,8
Escuela Municipal de Música Guillermo González	-	56,4	56,0	49,6	58,7
Escuela Oficial de Idiomas	3.805	61,0	61,3	54,6	63,6
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria de la Universidad		67,1	67,2	60,3	69,5
Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática de la Universidad		76,3	76,2	68,9	78,4
Facultad de Farmacia - Universidad de La Laguna		61,2	59,0	52,2	62,1
Facultades de Física y Matemáticas Universidad de La Laguna		70,1	70,7	63,7	72,8
Fundación General de la Universidad de La Laguna		57,2	57,0	50,1	59,4
I.U. de Biología Campus Anchieta Universidad de La Laguna		73,2	73,5	66,1	75,5
IES Antonio González González	592	58,5	57,8	50,0	60,0
IES Domingo Pérez Minik	484	56,0	57,1	51,1	59,5
IES Geneto	613	53,3	53,7	47,8	56,4
IES José de Anchieta	-	62,8	63,2	56,2	65,4
IES La Laboral	1.591	63,1	63,9	57,7	66,3
IES La Laguna	638	55,0	55,9	49,4	58,2
IES Padre Anchieta	-	62,6	63,3	57,3	65,8
IES San Benito	490	70,2	69,6	61,7	71,7
IES San Hermenegildo	-	55,2	56,2	50,4	58,7
IES Viera y Clavijo	800	67,0	67,9	61,9	70,4
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, IPNA, CSIC		65,3	64,6	58,5	67,5
ULL-CEIP Aneja		52,2	53,1	47,1	55,6
Universidad Ciencias Económicas y Empresariales. Universidad		65,2	66,2	60,3	68,7
Universidad de La Laguna - Campus Central		61,8	62,4	56,3	64,9
Universidad de La Laguna - Sección de Medicina		69,3	69,3	62,2	71,6
Universidad de La Laguna Campus Anchieta		65,5	63,0	55,9	66,1

**Tabla nº 70:** Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Grandes ejes viarios

### TRÁFICO AEROPORTUARIO

Centros expuestos, considerando únicamente el ruido del tráfico aeroportuario:

Edificio	Uso
CEIP Alonso Nava y Grimón	Educativo
Centro Infantil El Creyón	Educativo
CEIP Santa Rosa de Lima	Educativo
CPEIPS Mayco I y II	Educativo
CPEIPS Nuryana	Educativo
Archivo General	Educativo
Facultad de Farmacia - Universidad de La Laguna	Educativo
Facultad de Química - Universidad de La Laguna	Educativo
Instituto de Productos Naturales y Agrobiología, IPNA, CSIC	Educativo

**Tabla nº 71:** Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros educativos expuestos. Tráfico aeroportuario

#### 14.2.4.3. Edificios sanitarios

Atendiendo a las fuentes acústicas la población sensible sanitaria se presenta en las siguientes tablas:

### TOTAL DE FUENTES

Centros sanitarios expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	1	2	3	0
55 - 60 dBA	3	3	3	2
60 - 65 dBA	2	3	1	4
65 - 70 dBA	3	0	2	2
70 - 75 dBA	2	3	0	2
> 75 dBA	0	0	0	1

**Tabla nº 72:** Centros sanitarios expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Total de fuentes

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	7	6	9

**Tabla nº 73:** Centros sanitarios expuestos por encima de los OCAs. Total de fuentes

Centros expuestos, considerando el ruido total:

Edificio	Uso	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Centro de atención Especializada La Laguna	Sanitario	58,3	58,6	50,2	60,3
Centro de Educación para Adultos San Cristóbal	Sanitario	59,3	59,7	52,1	60,8
Centro de Salud de Taco	Sanitario	66,1	61,8	55,5	65,0
Centro de Salud La Laguna - Las Mercedes	Sanitario	65,4	64,8	58,8	67,7
Centro de Salud La Laguna Mercedes	Sanitario	72,7	71,6	65,7	74,7
Centro de Salud Tejina	Sanitario	59,2	58,8	51,3	61,0
Consultorio Punta del Hidalgo	Sanitario	61,1	54,2	42,1	59,2
Cruz Roja	Sanitario	62,5	61,8	55,8	64,7
Hospital de Ofra	Sanitario	53,5	54,0	46,8	56,0
Hospital Nuestra Señora de los Dolores	Sanitario	69,8	70,2	68,9	75,6
Hospital Universitario de Canarias	Sanitario	71,0	71,1	64,5	73,5

Tabla nº 74: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros sanitarios expuestos. Total de fuentes

#### FUENTES VIARIAS

Centros sanitarios expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	0	1	2	0
55 - 60 dBA	1	2	2	2
60 - 65 dBA	4	4	1	4
65 - 70 dBA	2	0	0	1
70 - 75 dBA	1	1	0	1
> 75 dBA	0	0	0	0

Tabla nº 75: Centros sanitarios expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Fuentes viarias

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	7	5	5

Tabla nº 76: Centros sanitarios expuestos por encima de los OCAs. Fuentes viarias

Centros expuestos, considerando únicamente el tráfico viario

Edificio	Uso	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Centro de atención Especializada La Laguna	Sanitario	55,7	56,0	44,5	56,8
Centro de Salud de Taco	Sanitario	65,9	57,4	42,3	63,6
Centro de Salud La Laguna - Las Mercedes	Sanitario	65,3	64,7	58,7	67,6
Centro de Salud La Laguna Mercedes	Sanitario	71,3	70,6	64,6	73,5
Consultorio Punta del Hidalgo	Sanitario	61,1	54,2	42,1	59,2
Cruz Roja	Sanitario	62,3	61,6	55,6	64,5
Hospital Nuestra Señora de los Dolores	Sanitario	62,1	60,4	51,0	62,6
Hospital Universitario de Canarias	Sanitario	61,3	60,7	54,3	63,4

Tabla nº 77: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros sanitarios expuestos. Fuentes viarias

#### FUENTES FERROVIARIAS

Centros sanitarios expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	1	1	0	0
55 - 60 dBA	0	0	1	1
60 - 65 dBA	0	1	0	0
65 - 70 dBA	1	0	0	1
70 - 75 dBA	0	0	0	0
> 75 dBA	0	0	0	0

Tabla nº 78: Centros sanitarios expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Fuentes ferroviarias

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	1	1	1

Tabla nº 79: Centros sanitarios expuestos por encima de los OCAs. Fuente ferroviaria

Centros expuestos, considerando únicamente el tráfico ferroviario:

Edificio	Uso	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Centro de Salud de Taco	Sanitario	54,6	52,6	46,9	56,1
Centro de Salud La Laguna Mercedes	Sanitario	66,9	64,8	59,2	68,3

Tabla nº 80: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros sanitarios expuestos. Fuente ferroviaria

### FUENTES INDUSTRIALES

No existen centros expuestos a esta clase de emisor acústico.

### GRANDES EJES VIARIOS

Centros sanitarios expuestos a distinto rango de nivel acústico				
RANGO	Método END			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
50 - 55 dBA	1	1	2	0
55 - 60 dBA	2	2	0	2
60 - 65 dBA	1	1	1	2
65 - 70 dBA	1	0	1	0
70 - 75 dBA	1	2	0	1
> 75 dBA	0	0	0	1

Tabla nº 81: Centros sanitarios expuestos a distintos rangos de nivel acústico. Grandes ejes viarios

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	3	3	4

Tabla nº 82: Centros sanitarios expuestos por encima de los OCAs. Grandes ejes viarios

Centros expuestos, considerando únicamente el ruido de los grandes ejes viarios:

Edificio	Uso	Máximo (dBA)			
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Lden
Centro de atención Especializada La Laguna	Sanitario	55,0	55,4	49,2	58,0
Centro de Salud de Taco	Sanitario	61,3	60,7	54,8	63,6
Centro de Salud Tejina	Sanitario	59,2	58,8	51,3	61,0
Hospital de Ofra	Sanitario	52,5	52,9	46,6	55,3
Hospital Nuestra Señora de los Dolores	Sanitario	69,8	70,1	68,9	75,6
Hospital Universitario de Canarias	Sanitario	70,6	70,8	64,2	73,2

Tabla nº 83: Niveles máximos en fachada para cada periodo en centros sanitarios expuestos. Grandes ejes viarios

### TRÁFICO AEROPORTUARIO

No existen centros expuestos a esta clase de emisor acústico.

## 16. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA DEL MUNICIPIO DE LA LAGUNA

En el presente apartado se realiza un resumen de los resultados obtenidos, comparando con otros mapas de ruido de ciudades con una población similar con el objeto de poder determinar.

Se han caracterizado 4 fuentes de ruido en el municipio de La Laguna: tráfico viario, tráfico ferroviario (tranvía), aeropuerto e industrias.

A nivel global, el tráfico viario se puede considerar como el principal foco de ruido municipal, siendo los principales viarios generadores de ruido los coincidentes con los grandes ejes viarios estudiados en los MER de carreteras de Canarias 2012, entre ellos la TF-5, TF-2, TF-13 y TF-152. Coincide además que éstas vías y otros ejes viarios generadores de ruido se localizan en áreas de alta densidad de población, donde predominan los edificios residenciales de alta densidad, por lo que la afección sobre la población es mayor.

El siguiente foco de ruido con mayor incidencia sobre la población es el aeropuerto. En todo caso, debe tenerse en cuenta que su operatividad está restringida a los periodos de día y tarde, es decir, entre las 07:00 y 23:00, por lo que el periodo de noche, el que más afección genera por afectar al sueño, no supone afección alguna por esta fuente de ruido. Teniendo en cuenta la disposición de la pista y el régimen de vientos dominantes, la cabecera 12 (este) suele ser la utilizada para el aterrizaje, mientras que la 30 (oeste) la utilizada para los despegues.

Respecto al tráfico ferroviario, los elementos aislantes de la plataforma limitan la potencial afección por el ruido, estando la mayoría de los edificios, excepto en el núcleo Centro (Avda. Trinidad) que se disponen en los márgenes de la plataforma sometidos a niveles acústicos por debajo de los objetivos de calidad acústica.

Por último, tras la realización de un inventario de las áreas industriales, se ha determinado la existencia de 6 industrias que deben considerarse como fuente de ruido. Si bien su radio de afección se limita a las áreas más próximas, la existencia de viviendas residenciales o centros educativos próximos a alguna de ellas supone una afección sobre los mismos.

A nivel global, los núcleos con mayor afección son La Cuesta, Taco, Centro, La Vega, Geneto y Guamasa, al estar afectados por el tráfico rodado con grandes ejes viarios a su paso además de por el aeropuerto, en este último caso teniendo en cuenta siempre que en periodo de noche no opera. Los tres primero núcleos anteriormente nombrados engloban al grueso de la población afectada, al coincidir fuentes de ruido con elevados niveles con edificios residenciales de alta densidad.

Respecto a los edificios sensibles (educativos y sanitarios), debe tenerse en cuenta que en el caso de los primero el horario lectivo se centra en el periodo de día (07:00 – 19:00) extendiéndose en algunos casos al periodo de tarde, pero nunca el de noche. En el caso de los sanitarios, el principal teniendo en cuenta que se trata de un centro de hospitalización y no de consultas, es el HUC, afectado tanto por el ruido de la TF-5 y resto de vías localizadas en sus proximidades.

En el apartado anterior se expuso la población, en centenas, afectada por todas las fuentes, teniendo en cuenta los objetivos de calidad acústica para áreas residenciales (65 dBA en periodo de día y tarde y 55 dBA en periodo de noche) para cada uno de los métodos de evaluación es la siguiente:

	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche	
<b>Población (centenas)</b>	403	294	419	<b>Población (centenas)</b>	174	130	229

**Tabla nº 84:** Población, en centenas, afectada por encima de los OCAs. Método END y VBEB. Total de fuentes En términos porcentuales, tomando la población de referencia de enero de 2014 (153.009 habitantes), se obtiene la siguiente tabla:

	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)			
	Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche	
<b>Población (%)</b>	26,3	19,2	27,4	<b>Población (%)</b>	11,4	8,5	14,9

**Tabla nº 85:** Población, en porcentaje respecto al total de la población del municipio, afectada por encima de los OCAs. Método END y VBEB. Total de fuentes

Asimismo, se analizó en el apartado anterior la afección de forma separada para cada fuente de ruido, cuyo cuadro resumen se expone a continuación:

Población (centenas)	Fuente de ruido	Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)			Población expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (VBEB)		
		Ldía	Ltarde	Lnoche	Ldía	Ltarde	Lnoche
		Tráfico viario	271	164	228	90	54
Tráfico ferroviario	13	0	19	3	0	6	
Aeropuerto	5	2	0	0	0	0	
Industrias	0	0	0	0	0	0	
Grandes ejes viarios	130	126	203	63	62	122	

**Tabla nº 86:** Población, en centenas y por tipo de fuente de ruido, expuesta a niveles superiores a los OCAs

Las conclusiones de la tabla anterior son claras, haciendo hincapié en lo comentado anteriormente, la influencia del tráfico viario (tanto de los grandes ejes viarios como del resto de vías) sobre la población afectada en el municipio de La Laguna.

En cuanto a los sensibles, la siguiente tabla recoge el número de centros, por tipo de fuentes, afectados por encima de los OCAs.

#### Centros educativos

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCAs	64	48	67

**Tabla nº 87:** Centros educativos afectados por encima de los OCAs. Total de fuentes

Centros educativos	Fuente de ruido	Centros educativos expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)		
		Ldía	Ltarde	Lnoche
		Tráfico viario	49	32
Tráfico ferroviario	3	2	4	
Aeropuerto	9	9	0	
Industrias	2	0	0	
Grandes ejes viarios	28	26	40	

**Tabla nº 88:** Centros educativos expuestos a niveles superiores a los OCAs por tipo de fuente

Se debe tener en cuenta que los centros educativos en periodo nocturno no tienen actividad lectiva, centrándose ésta en periodo diurno (07:00 – 19:00) y en menor medida en periodo de tarde (19:00 – 23:00).

Se puede observar en la tabla anterior que el tráfico viario es el que mayor afección genera sobre los centros educativos, seguido por los grandes ejes viarios, aeropuerto y muy limitado para el tráfico ferroviario y aeropuerto.

#### Centros sanitarios

	Ldía > 60 dBA	Ltarde > 60 dBA	Lnoche > 50 dBA
Centros expuestos por encima de los OCA	7	6	9

**Tabla nº 89:** Centros sanitarios afectados por niveles superiores a los OCAs. Total de fuentes

		Centros educativos expuesta a niveles superiores a los Objetivos de Calidad Acústica (END)		
		Ldía	Ltarde	Lnoche
Centros sanitarios	Tráfico viario	7	5	5
	Tráfico ferroviario	1	1	1
	Aeropuerto	0	0	0
	Industrias	0	0	0
	Grandes ejes viarios	3	3	4

Tabla nº 90: Centros sanitarios expuestos a niveles superiores a los OCAs por tipo de fuente

Hay que tener en cuenta que tan solo el Hospital Universitario y el Hospital Ntra. Sra. de los Dolores tienen hospitalización.

En la tabla anterior se puede observar que el tráfico viario es la principal fuente que afecta a los centros sanitarios. Destaca la nula afección sobre los centros sanitarios por las fuentes industriales y aeropuerto.

A continuación se realiza un sucinto diagnóstico de cada uno de los núcleos:

#### La Punta del Hidalgo

En el núcleo de La Punta del Hidalgo predominan los residenciales de baja densidad, si bien hay bloques de apartamentos utilizados como vivienda habitual que se consideran de alta densidad. Los principales puntos de conflicto son generados por el viario, especialmente la carretera TF-13, aunque también la Calle Corrales.

En cuanto a los edificios sensibles, hay afección sobre el Centro de Salud.

#### Bajamar

En el núcleo de Bajamar predominan también los residenciales de baja densidad si bien hay algunos edificios de alta densidad. Es también el viario la única fuente de ruido que afecta a la población, siendo la carretera TF-13 la única vía con incidencia sobre la contaminación acústica.

#### Tejina

En el núcleo de Tejina, donde hay predominancia de edificios residenciales de baja densidad, con algunos de alta, vuelve a ser el viario la única fuente de ruido. La TF-13, en su ramal que discurre por el interior del núcleo, así como la TF-16 son las principales vías por las que discurre el tráfico que genera el ruido. En menor medida, la TF-161.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el IES Antonio González y el Centro de Salud de Tejina.

#### Valle de Guerra

En Valle de Guerra, predominan los edificios residenciales de baja densidad el tráfico que discurre por el gran eje viario TF-16 es la principal fuente de ruido, si bien en menor medida, también afecta la Calle El Calvario.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el CEIP Lope de Guerra y ligeramente el CEIP Ayatimas.

#### Guamasa

En el núcleo de Guamasa predominan los usos residenciales de baja densidad. A la fuente de ruido del tráfico se une el aeropuerto. Sin duda alguna, la carretera TF-5 es la que mayor influencia tiene sobre la afección acústica, si bien a ésta se debe unir la TF-152, TF-156 y la calla Santa Rosa de Lima. Además de éstas, como se ha comentado, debe tenerse en cuenta la afección generada por el aeropuerto, al estar este núcleo próximo a la cabecera 30, normalmente de despegue de los aviones.

En cuanto a los edificios sensibles, está afectado el CEIP santa Rosa de Lima.

### Los Rodeos

En el núcleo de Los Rodeos, donde predominan los usos residenciales de baja densidad, ocurre algo similar al núcleo de Guamasa, al ser el tráfico que discurre por la TF-5 el principal foco de ruido, al que se debe sumar el tráfico de la carretera del Campo de Golf, la carretera TF-237 y el aeropuerto, por su proximidad a la cabecera 30, normalmente de despegue. También se localizan dos industrias consideradas como fuente de ruido, el Matadero Insular y el Grupo Sada – Frimancha, en ambos casos por los aparatos de aire acondicionado, que no afectan, por no haber en sus proximidades, a edificios residenciales, y por ende, a la población.

No hay edificios sensibles afectados.

### Coromoto - Aeropuerto

En el núcleo Coromoto – Aeropuerto hay una mezcla de edificios residenciales de baja densidad aunque en la zona del Coromoto, más próxima a la TF-5 hay presencia de residenciales de alta densidad. Se debe destacar también la presencia de edificios industriales y comerciales, por su proximidad al aeropuerto de Los Rodeos.

Como en los dos núcleos anteriores, el tráfico que discurre por la TF-5 es la principal fuente de ruido, al que se debe sumar el tráfico de la Avda. Cairasco y Cmno. La Villa. Además de esta fuente de ruido, el aeropuerto es otra fuente, especialmente por la cabecera 12, normalmente de aterrizaje.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el CEIP Camino la Villa, CPEIPS Mayco y CPEIPS Nuryana.

### Los Baldíos

En el núcleo de Los Baldíos predominan los usos residenciales de baja densidad y algún industrial disperso sin consideración de foco de ruido. La afección es escasa y tiene su origen en el tráfico rodado que discurre por las carreteras TF-24 y TF-265.

No hay edificios sensibles afectados.

### Geneto

En el núcleo de Geneto predominan los usos residenciales de baja densidad, si bien en la zona sur del núcleo hay residenciales de alta densidad de reciente construcción, además de los educativos

(colegios y facultades de Ciencias de la Universidad de La Laguna), además de comerciales e industriales dispersos.

La principal fuente de ruido, como en el resto de núcleos anteriores, es el tráfico que discurre, especialmente por la TF-5, TF-2, Cmno. San Miguel de Geneto, Cmno. San Bartolomé de Geneto, Bocatuerta y TF-265. El norte de este núcleo está afectado en periodo día por el ruido generado por el aeropuerto, especialmente por la cabecera 12, normalmente de aterrizaje.

Además, hay dos industrias consideradas como fuente de ruido, por lado Celgán, cuya afección es limitada no afectando a edificios residenciales, y por otro Prefabricados Julca, que afecta a edificios residenciales que se localizan lindando con esta industria y al CPEIPS Echeyde II.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectadas Facultades de ciencias de la ULL, el CPEIPS Santa Rosa de Lima, CPEE Acamán, CEIP Alonso Nava y Grimón y CPEIPS Echeyde II.

### Taco

El núcleo de Taco destaca por ser, junto con el de La Cuesta, el que mayor presencia de edificios industriales presenta. En cualquier caso, como se expuso en apartados anteriores, se trata en su gran mayoría de una industria ligera. Destacan los edificios residenciales de alta densidad, entremezclados con los de baja densidad, los citados industriales, comerciales y educativos.

En cuanto a la afección, el tráfico viario es la principal fuente de ruido, generado esencialmente por las carreteras TF-5 y TF-2, además de la carretera TF-194 (La Cuesta – Taco), TF-28, Avda. de Los Majuelos, Calle Vallehermoso, Calle José Obrero, Calle Candelaria y Calle Obrero.

Además del viario, se debe destacar la existencia de dos industrias consideradas como fuente de ruido, por un lado Desguaces Tenerife, cuya afección se limita al área de la propia industria, y JSP, cuya afección, además de generarse sobre otras industrias, tiene afección sobre un educativo, el IES Padre Anchieta.

Por último, también actúa como fuente de ruido, si bien los niveles que llegan a las fachadas de los edificios residenciales más próximos a la plataforma del tranvía no superan los objetivos de calidad acústica.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el CEIP Las Chumberas, IES Padre Anchieta, CEIP El Cardonal I, CEIPS Colón Grama, IES Marina Cebrían y CEIP San Matías.

## La Cuesta

En el núcleo de La Cuesta predominan los residenciales de alta densidad, además de los industriales, esencialmente en el sur del núcleo, educativos (Campus de Guajara y colegios) y sanitario (Hospital Universitario de Canarias).

La principal fuente de ruido es el tráfico viario que discurre por la TF-5, Radioaficionado, Avda. César Manrique, TF-194 (carretera La Cuesta – Taco), TF-180 (Avda. Los Menceyes), carretera Valle Tabares, Cmno. La Piterita, Calle Montaña Jedey y Calle Aries.

Además de esta fuente se debe tener en cuenta el ruido generado por el tranvía, considerado como una fuente independiente de ruido. Sin embargo, los niveles de inmisión en las fachadas de edificios residenciales más cercanos a la plataforma por la que discurre el tranvía son inferiores a los objetivos de calidad acústica.

Por último, también genera afección acústica, en periodo de día y tarde el aeropuerto, principalmente por cabecera 12 (normalmente de aterrizaje). Esta afección se produce en el noroeste del núcleo.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectadas Facultades del campus de Guajara, el CEIP Las Mantecas, el HUC, la Facultad de Medicina, el CPEIPS Ramiro de Maeztu, CEIP Ángeles Bermejo, CPEIPS Ntra. Sra. del Rosario, CPEIPS Cisneros Alter, CEIP Las Palmeras, CEE El Drago y el IES Domingo Pérez Minik.

## Zona Centro

En la Zona Centro predominan los edificios residenciales de alta densidad, además de educativos y administrativos.

El principal foco de ruido lo conforma el tráfico viario que discurre por la TF-5 y TF-13, TF-152, Avda. Trinidad, Avda. Candelaria, Calle San Antonio, Calle Tabares de Cala, Calle del Agua, Avda. Lucas Vega, Calle Antonio Glez Ramos.

Además de esta fuente de ruido, se debe tener en cuenta el ruido generado por el tranvía. En la zona centro el tranvía sí supone una afección, especialmente sobre los edificios de alta densidad que se localizan en los márgenes de la Avda. de la Trinidad.

Por último, en periodo de día y tarde se debe tener en cuenta el ruido generado por el aeropuerto, en la cabecera 12 (normalmente de aterrizaje). Su afección se centra en el suroeste del núcleo.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el IES Viera y Clavijo, IES La Laboral, Facultades de educación de la ULL, Escuela Oficial de Idiomas, CPEIPS La Salle La Laguna y el IES José de Anchieta.

## Casco

En el núcleo del Casco predominan los usos residenciales de alta y baja densidad, además de edificios administrativos y culturales y los educativos.

El principal y único foco de ruido es el tráfico viario que discurre por las calles del Agua, Tabares de Cala, Manuel de Ossuna, Anchieta, San Antonio, Quintín Benito, Cmno de la Rúa, Cmno de Las Peras.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectado el IES Canarias Cabrera Pinto.

## Las Mercedes

En el núcleo de Las Mercedes predominan los residenciales de baja densidad.

El único foco de ruido es el generado por el tráfico viario que discurre por la TF-13, TF-113 y en menor medida por la TF-12.

No hay edificios sensibles afectados

## Parque Rural de Anaga

En el Parque Rural de Anaga se produce afección en todos los márgenes de la carretera TF-12, teniendo en cuenta los objetivos de calidad acústica de este Espacio Natural Protegido.

## La Vega

En el núcleo de La Vega, predominan los residenciales de baja densidad, además de los educativos e industriales en el suroeste del núcleo.

El tráfico viario es la principal fuente de ruido. En el sur y suroeste el tráfico que discurre por la TF-5 y TF-152, y en el resto del núcleo destaca el ruido que genera el tráfico que transita por la Avda. Leopoldo de la Rosa Olivera, Paseo Oramas, Avda. Tabares Barlet y Pozo Cabildo.

En cuanto a los edificios sensibles, están afectados el CPEIPS Buen Consejo, IES San Benito y el IES La Laguna.

**Comparación de la afección respecto a otras ciudades de similares características**

Si se compara la población afectada del municipio de La Laguna con la de otros municipios nacionales de población aproximada y características similares se puede observar que está en la media de las ciudades con las que se compara, siendo muy inferior a León y Leganés y a Vitoria, respecto a esta última en periodo día.

CIUDAD	POBLACIÓN	Afección día (%población)	Afección noche (%población)
León	132.744	54,76	49,04
Almería	190.013	21,80	15,10
Leganés	186.066	52,10	39,00
Vitoria	240.900	41,76	27,31
Alcobendas	111.882	18,50	20,64
La Laguna	<b>153.009</b>	<b>26,3</b>	<b>27,4</b>

**Tabla nº 91:** Comparación del porcentaje de población afectada por encima de los OCAs entre La Laguna y otras ciudades con población y características similares

**17. CONCLUSIONES**

Se ha plasmado en el presente documento los trabajos desarrollados dentro de la FASE II. *Mapas Estratégicos del Municipio. Diagnóstico de la contaminación acústica del municipio*, en cumplimiento del pliego de prescripciones que lo regula y con la planificación temporal prevista.

En esta fase se han alcanzado los objetivos principales establecidos en el pliego de condiciones:

- Identificando las fuentes acústicas
- Creación del Modelo Acústico
- Generación de mapas de niveles sonoros atendiendo a las tipologías de fuentes
- Generación de los mapas de fachadas
- Generación de los mapas de conflicto
- Generación de los mapas de capacidad acústica
- Calculo de la población afectada

San Cristóbal de La Laguna a, 22 de mayo de 2015

Jefe de Proyecto:



**Fdo.: Fernando López Santos**  
Ingeniero Técnico Industrial / Ingeniero Acústico  
SINCOSUR, Ingeniería Sostenible, S.L.

Por Trazas Ingeniería, S.I.



**Fdo: Emilio J. Grande de Azpeitia**  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos