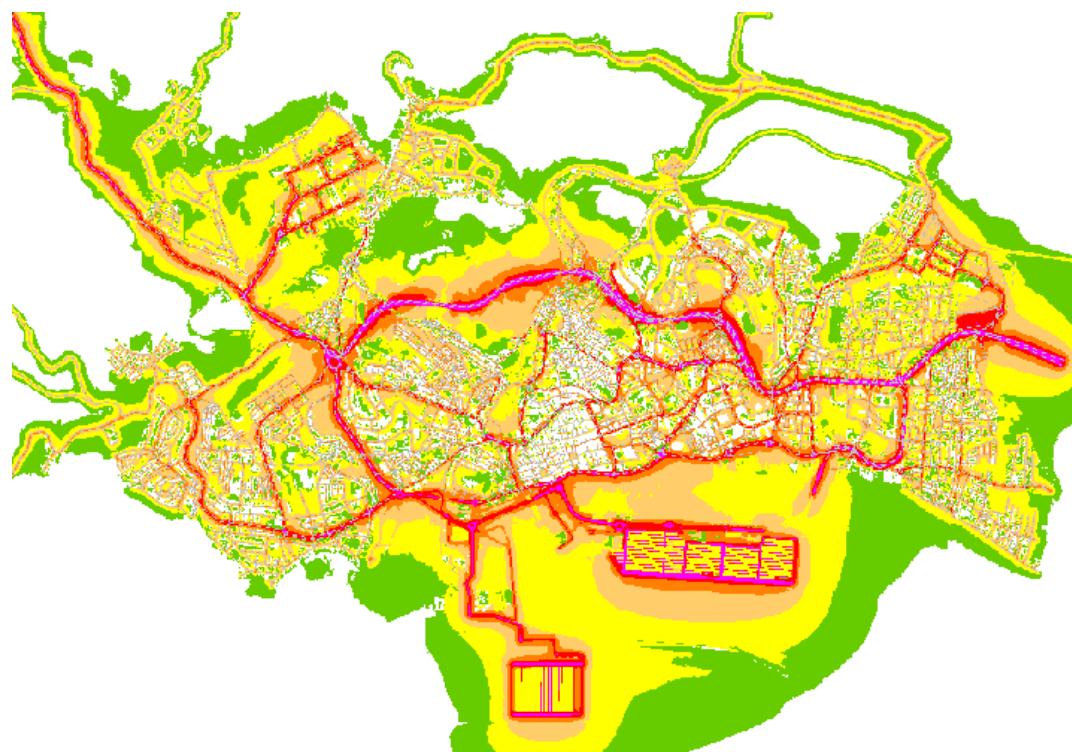


# ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS. EXPTE.: SN 02/17

## FASE 1: EVALUACIÓN PREVIA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS



EMPRESA CONSULTORA:



**S2 SINCOSUR**

**SEDE CENTRAL**

Avda. San Francisco Javier, 9  
Edificio Sevilla 2  
planta 5ª, módulo 27  
41018 - SEVILLA  
Tfno. 954510031 Fax: 954250684

**DELEGACIÓN ESTE**

Parque Científico Tecnológico de Almería  
(PITA) - Avda. de la Innovación, 15, Mód. 86  
04131 - ALMERÍA  
Tfno. 950530327

**DELEGACIÓN NORTE**

Centro Tecnológico TIC XXI  
C/Bari, 57 (Pla-2a)  
Planta 1ª Despacho 2  
50197 - ZARAGOZA  
Tfno. 652170975

e-mail: [general@sincosur.es](mailto:general@sincosur.es) [www.sincosur.es](http://www.sincosur.es)

FASE 1:  
EVALUACIÓN PREVIA Y ANÁLISIS DE LA  
INFORMACIÓN NECESARIA PARA EL DESARROLLO  
DE LOS TRABAJOS

## CONTENIDO

1.- INTRODUCCIÓN.....	5	7.2.- FASE 2. RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	28
2.- OBJETO.....	5	7.2.1.- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN NECESARIA.....	28
3.- DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	6	7.2.1.1.- DATOS GEOMÉTRICOS Y TOPOGRÁFICOS.....	28
3.1.- DEFINICIÓN DE LA UME .....	7	7.2.1.2.- USOS DEL SUELO.....	29
4.- IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO.....	9	7.2.1.3.- EDIFICACIÓN.....	29
4.1.- TRÁFICO VIARIO .....	9	7.2.1.4.- POBLACIÓN.....	30
4.1.1.- VÍAS URBANAS.....	9	7.2.1.5.- DATOS METEOROLÓGICOS.....	30
4.1.2.- CARRETERAS COMPETENCIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO.....	14	7.2.1.6.- MEDIDAS REALIZADAS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTE DE LUCHA CONTRA EL RUIDO	30
4.1.3.- CARRETERAS DE LA RED AUTONÓMICA Y PROVINCIAL.....	19	7.2.1.7.- ADMINISTRACIONES A CONSULTAR.....	30
4.2.- TRÁFICO FERROVIARIO .....	19	7.2.2.- ESTUDIOS PREVIOS DE PLANIMETRÍA Y ADAPTACIÓN DE FORMATOS.....	31
4.3.- FUENTES INDUSTRIALES.....	20	7.2.2.1.- CARTOGRAFÍA BASE.....	31
4.3.1.- PUERTO DE ALGECIRAS.....	20	7.2.2.1.1.- TRATAMIENTO DE LA CARTOGRAFÍA BASE.....	31
4.3.2.- POLÍGONO INDUSTRIAL LA MENACHA.....	21	7.2.2.1.2.- MODELO 3D.....	33
4.3.3.- POLÍGONO INDUSTRIAL CORTIJO REAL .....	21	7.2.2.2.- TRATAMIENTO DE VIARIOS.....	33
4.3.4.- ZONA INDUSTRIAL JUNTO A N-340 .....	23	7.2.2.2.1.- EJE 3D.....	33
4.3.5.- ZONA INDUSTRIAL CARRETERA CÁDIZ / A-7 P.K. 103.....	23	7.2.2.2.2.- TRAMIFICACIÓN.....	33
4.3.6.- NAVES JUNTO A N-350.....	23	7.2.2.2.3.- DEFINICIÓN DEL VIARIO .....	34
4.3.7.- NAVES JUNTO A LA LÍNEA FFCC .....	23	7.2.2.2.4.- INCORPORACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO Y GEOMETRÍA A LAS VÍAS.....	34
4.3.8.- NAVES CARRETERA DE MÁLAGA.....	24	7.2.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES.....	34
4.4.- FUENTES SONORAS AEROPORTUARIAS.....	24	7.2.2.3.1.- DELIMITACIÓN DE LOS RECINTOS DE EDIFICACIONES.....	34
4.5.- TRÁFICO MARÍTIMO .....	24	7.2.2.3.2.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE ALTURAS DE LAS EDIFICACIONES.....	35
5.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RECEPTORES SEGÚN SU SENSIBILIDAD AL RUIDO .....	24	7.2.2.3.3.- ASIGNACIÓN DEL USO Y POBLACIÓN DE LOS EDIFICIOS.....	35
6.- PLAN DE TRABAJO DEFINITIVO.....	26	7.2.2.3.4.- ASIGNACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LOS EDIFICIOS.....	37
7.- DEFINICIÓN DETALLADA DE LA METODOLOGÍA .....	28	7.2.2.4.- TRATAMIENTO PANTALLAS, OBSTÁCULOS Y VIADUCTOS.....	37
7.1.- FASE 1. ANÁLISIS PREVIO .....	28	7.2.3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE RUIDO .....	38
7.1.1.- EVALUACION PREVIA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION NECESARIA .....	28	7.2.4.- CARACTERIZACIÓN DE LOS FOCOS DE RUIDO .....	38
		7.2.4.1.- TRÁFICO VIARIO (CALLES Y CARRETERAS) .....	38
		7.2.4.2.- TRÁFICO FERROVIARIO .....	39

7.2.4.3.- FUENTES INDUSTRIALES .....	39	7.3.6.- GRADO DE EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN.....	46
7.2.5.- MEDIDAS ACÚSTICAS .....	39	7.3.6.1.- ZONIFICACIÓN ACÚSTICA.....	46
7.3.- FASE 3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO .....	39	7.3.6.2.- METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA POBLACIÓN AFECTADA .....	47
7.3.1.- INTRODUCCIÓN Y MANEJO DE DATOS Y PLANIMETRÍA EN EL SOFTWARE DE MODELACIÓN ACÚSTICA .....	39	7.3.7.- REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	48
7.3.2.- SOFTWARE DE SIMULACIÓN ACÚSTICA .....	40	7.3.7.1.- MAPAS DESCRIPTIVOS DEL MUNICIPIO .....	48
7.3.3.- MODELOS DE SIMULACIÓN .....	40	7.3.7.2.- MAPAS DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA.....	48
7.3.4.- CREACIÓN DEL MODELO 3D.....	40	7.3.7.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS.....	49
7.3.4.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA .....	40	7.3.7.4.- MAPAS DE FACHADAS EXPUESTAS.....	49
7.3.4.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	40	7.3.7.5.- MAPAS DE CONFLICTO.....	49
7.3.4.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS.....	41	7.3.7.6.- POBLACIÓN AFECTADA .....	50
7.3.4.4.- MODELADO DE TÚNELES .....	41	7.3.8.- COMPARATIVA MER 2013 – MER ACTUAL.....	50
7.3.4.5.- MODELADO DE VIADUCTOS.....	42	7.3.9.- EVALUACIÓN Y DOCUMENTACIÓN PARA EL PROCESO DE APROBACIÓN OFICIAL DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO POR PARTE DEL AYUNTAMIENTO. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A ENVIAR A LA AUTORIDAD COMPETENTE.....	52
7.3.4.6.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS .....	42	7.3.9.1.- MEMORIA PRELIMINAR .....	52
7.3.4.7.- ANÁLISIS PORMENORIZADO DEL MODELO.....	42	7.3.9.2.- MEMORIA FINAL Y DOCUMENTO RESUMEN.....	52
7.3.4.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO .....	43	7.3.9.3.- DOCUMENTO RESUMEN.....	53
7.3.5.- OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS .....	43	7.3.10.- DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN REQUERIDA POR LA COMISIÓN EUROPEA Y EL MINISTERIO.....	53
7.3.5.1.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO.....	43	7.3.10.1.- DATOS ESTADÍSTICOS.....	54
7.3.5.1.1.- TRAMIFICACIÓN Y FIRME DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO.....	43	7.3.10.2.- DOCUMENTOS Y PLANOS .....	54
7.3.5.1.2.- EDIFICIOS.....	43	7.3.10.3.- DATOS GEOESPACIALES.....	54
7.3.5.1.3.- CONDICIONES DE PROPAGACIÓN DE RUIDO FAVORABLE.....	43	7.3.10.4.- ARCHIVOS DE METADATOS .....	54
7.3.5.1.4.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS .....	43	7.4.- FASE 4. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y DESARROLLO DE UN PLAN DE ACCIÓN.....	55
7.3.5.1.5.- PROPAGACIÓN DEL SONIDO .....	43	7.4.1.- SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES .....	55
7.3.5.1.6.- ORDEN DE REFLEXIÓN.....	44	7.4.2.- IDENTIFICACIÓN DE CANDIDATOS A PUNTOS DE CONFLICTO. MÉTODO OPERATIVO.....	55
7.3.5.1.7.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.....	44	7.4.3.- DEFINICIÓN DE ZONAS DE CONFLICTO POR QUEJAS Y DENUNCIAS .....	60
7.3.5.1.8.- MALLA DE RECEPTORES.....	44	7.4.4.- VALIDACIÓN CANDIDATOS A PUNTOS DE CONFLICTO.....	60
7.3.5.1.9.- EVALUACIÓN DE FACHADAS DE EDIFICIOS .....	44		
7.3.5.2.- SIMULACIÓN DEL MODELO 3D.....	44		
7.3.5.3.- CALIBRACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO .....	45		

7.4.5.-	INDICADORES DE VIABILIDAD.....	61
7.4.6.-	PRIORIZACIÓN.....	62
7.4.7.-	ANÁLISIS MULTICRITERIO. ESTIMACIÓN DEL COSTE EFICACIA/BENEFICIO DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS .....	63
7.4.8.-	PROPUESTA DE ACTUACIÓN.....	64
7.4.9.-	OBJETIVOS DEL PLAN DE ACCIÓN.....	65
7.4.10.-	INFORMACIÓN ECONÓMICA .....	65
7.4.11.-	DISPOSICIONES PREVISTAS PARA EVALUAR LOS RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN.....	65
7.4.12.-	EVALUACIÓN Y DOCUMENTACIÓN PARA EL PROCESO DE APROBACIÓN OFICIAL DEL PLAN DE ACCIÓN POR PARTE DEL AYUNTAMIENTO. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A ENVIAR A LA AUTORIDAD COMPETENTE.....	65
7.4.12.1.-	MEMORIA PRELIMINAR DEL PLAN DE ACCIÓN .....	65
7.4.12.2.-	MEMORIA FINAL Y DOCUMENTO RESUMEN .....	66
8.-	CONCLUSION .....	67
9.-	PLANOS .....	68

## 1.- INTRODUCCIÓN

---

El Excmo. Ayuntamiento de Algeciras ha promovido la "Elaboración del Mapa Estratégico del Municipio de Algeciras" con el fin de atender el cumplimiento de la normativa vigente reguladora del ruido ambiental:

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002.
- Directiva (UE) 2015/996 de la Comisión de 19 de mayo de 2015 por la que se establecen métodos comunes de evaluación del ruido en virtud de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Ley 37/2003, del Ruido, de 17 de noviembre.
- 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.
- 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.
- 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.
- Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II 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 del ruido ambiental.
- La Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía.

- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía.
- Ordenanza Municipal de Protección Contra la Contaminación Acústica del Ayuntamiento de Algeciras (B.O.P. de Cádiz NUM.148. 4 de agosto de 2006)

La elaboración del mapa de ruido ha sido adjudicado a la empresa [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#), por el Excmo. Ayuntamiento de Algeciras, en base a un contrato suscrito de prestación de servicios de fecha veinte de noviembre de dos mil dieciocho.

El trabajo se encuentra estructurado según el pliego de condiciones en cinco fases:

- Fase 1: Evaluación Previa y Análisis de la información necesaria para el desarrollo de los trabajos
- Fase 2: Recogida de información y tratamiento informático.
- Fase 3: Obtención de los mapas estratégicos de ruido y datos asociados
- Fase 4: Diagnóstico acústico del municipio, zonificación acústica, conclusiones previas al plan de acción y plan de acción
- Fase 5: Entrega de los trabajos requeridos, información pública y desarrollo del Plan de Formación.

## 2.- OBJETO

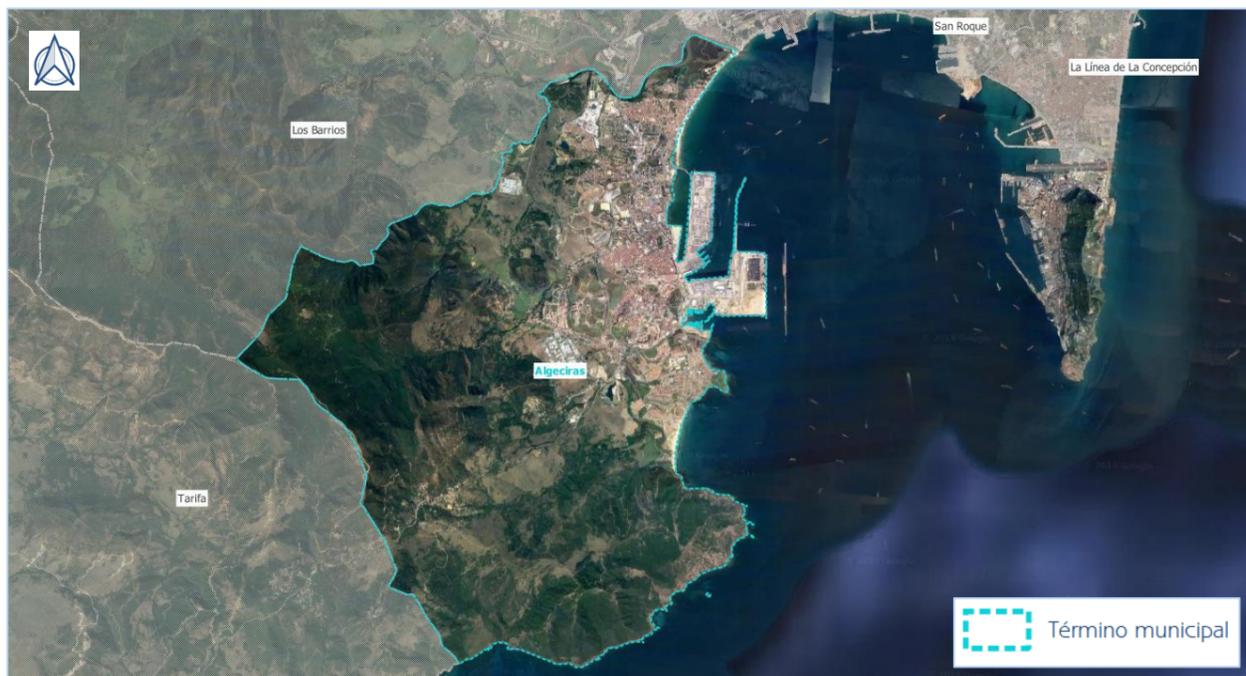
---

El objeto de este documento es la revisión del Mapa Estratégico de Ruidos de Algeciras (en adelante MER 2013) realizado en el año 2013 en lo relativo a la evaluación revisión y análisis de toda la información necesaria para la actualización del MER de Algeciras.

### 3.- DEFINICIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Algeciras es un municipio perteneciente a la provincia de Cádiz, situado en la Bahía de Algeciras, un enclave geográfico estratégico por hallarse en el Estrecho de Gibraltar, lugar de contacto entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico.

El término municipal, de 85,9 Km<sup>2</sup>, está delimitado por el río Palmones, que lo separa del municipio de Los Barrios al norte; y el Arroyo del Pilar, que lo separa del municipio de Tarifa al sur. El frente marítimo de la ciudad está en contacto con las aguas de la bahía de Algeciras y las del estrecho de Gibraltar.



En general, el clima de la zona del Campo de Gibraltar se puede definir como templado, de transición entre el mediterráneo y el oceánico, caracterizado por unas condiciones de temperaturas suaves y regulares y por precipitaciones irregulares y de carácter torrencial con una media anual situada en los 1.000mm. Es muy importante la influencia del viento; destacan el viento de levante y poniente, cuya distribución temporal de ambos es similar en invierno, sin embargo en verano el viento de levante es mayoritario. La humedad media de la ciudad es del 80%. La amplitud térmica de la ciudad es la más baja de cuantas se registran en Andalucía.

Por su población, Algeciras es el undécimo municipio de Andalucía y el tercero de la provincia tras Jerez de la Frontera y Cádiz. Es la ciudad más poblada del Campo de Gibraltar con una economía basada en su situación de nodo de comunicaciones con África y las industrias existentes en la comarca. El motor económico de la ciudad es su puerto, uno de los más importantes de España y de mayor crecimiento del mundo, particularmente en cuanto a tráfico de contenedores y que a su vez ocupa el primer puesto de tráfico de contenedores y buques del Mar Mediterráneo. Ello pone de manifiesto su excepcional importancia como nudo de transporte y comunicaciones y, especialmente, como enlace marítimo y centro distribuidor de mercancías también por vía marítima, al ser sólo una parte muy minoritaria de su tráfico el que entra o sale por tierra.



Algeciras es una ciudad de paso correspondiendo la mayoría de sus turistas a viajeros a la espera de realizar el paso del estrecho de Gibraltar o con destino a otras poblaciones cercanas de la Costa del Sol.

La Operación Paso del Estrecho (O.P.E.) tiene lugar cada año en los puertos de Algeciras, Almería, Alicante, Málaga, Tarifa, Motril Ceuta y Melilla para coordinar el tránsito de vehículos de ciudadanos norteafricanos desde Europa a África coincidiendo con las vacaciones de verano y el retorno en septiembre. Durante el año 2018 cruzaron el estrecho de Gibraltar en la O.P.E. un total de

3.241.679 pasajeros y 734.240 vehículos en ambas direcciones siendo el puerto de Algeciras el que soportó el mayor volumen de viajeros.

Algeciras es la segunda ciudad con mayor número de industrias de la comarca y dentro de las grandes ciudades andaluzas es la cuarta población con mayor cuota de actividades industriales correspondiendo la mayor parte con el sector manufacturero y de transformación de metales.

En cuanto a la población, según los últimos datos disponibles de 2018, Algeciras cuenta con una población de 121.414 habitantes, la evolución de la población desde que se realizó el Mapa Estratégico de Ruido de la segunda fase es la siguiente:

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
116.917	114.277	117.974	118.920	120.601	121.133	121.414

### 3.1.- DEFINICIÓN DE LA UME

En el MER 2013 definió la Unidad de Mapa Estratégico (UME) con el fin de cumplir con las exigencias de la Comisión Europea. En este documento la UME ha sido actualizada con los últimos datos de población publicados en el Instituto Nacional de Estadística a diciembre de 2018.

Para ello es necesario acudir al "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:

#### 1. Determinación de la aglomeración

a) La entidad territorial básica sobre la que se definirá una aglomeración será el municipio. No obstante, el ámbito territorial de la aglomeración podrá ser inferior al del municipio, por aplicación de los criterios que se describen en el apartado d).

b) A los efectos de la obligación de elaborar mapas estratégicos del ruido, se tendrá en cuenta única y exclusivamente el número de habitantes que integran la aglomeración. Este

número será el de los habitantes de derecho con arreglo al último censo realizado antes del año en que corresponda la comunicación al Ministerio de Medio Ambiente de la relación de aglomeraciones sobre las que deben realizarse este tipo de mapas.

Si con objeto de mejorar la protección de la población en algún lugar o zona en la que se produjesen variaciones estacionales de importancia que hiciesen aconsejable tener en cuenta la población transeúnte, la comunidad autónoma competente podrá incluir esta aglomeración urbana dentro de la relación, teniendo en cuenta la población de hecho o cualquier método por el que se valore la población transeúnte, advirtiendo esta circunstancia que será tenida en cuenta para la confección del mapa estratégico de ruido correspondiente.

c) Las comunidades autónomas podrán establecer, por aplicación de los criterios que se describen en el apartado d), aglomeraciones de ámbito supramunicipal.

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.

e) El tamaño, en número de habitantes, de la aglomeración será la suma total de los habitantes comprendidos en los sectores del territorio que constituyen la aglomeración, por aplicación de los criterios descritos en el apartado d).

## 2. Delimitación del ámbito territorial de la aglomeración.

El ámbito territorial de una aglomeración se delimitará trazando la línea poligonal cerrada que comprende a todos los sectores del territorio que conforman la aglomeración.

Se convierte, por tanto, en necesidad el determinar la **densidad de población** a partir de las secciones censales del municipio de Algeciras y los últimos datos disponibles del padrón, para determinar de forma inequívoca la extensión de la aglomeración.

La población para las secciones censales que integran el término Municipal de Algeciras es:

CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.
1100401001	944	1100401023	1557	1100402018	1168	1100404002	1993
1100401002	1348	1100401024	1176	1100402019	2396	1100404003	2220
1100401003	1466	1100401025	2512	1100402020	1865	1100404004	1353
1100401004	1276	1100401026	1594	1100403001	1071	1100404005	957
1100401005	796	1100401027	1179	1100403002	1121	1100404006	2429
1100401006	1446	1100402001	1929	1100403003	1313	1100404007	822
1100401007	1421	1100402002	1766	1100403004	1062	1100404008	768
1100401008	962	1100402003	1250	1100403006	1941	1100404009	1283
1100401009	978	1100402004	2353	1100403007	1269	1100404010	1871
1100401010	754	1100402005	1349	1100403008	970	1100404011	1391
1100401011	721	1100402006	1033	1100403009	931	1100404012	1493
1100401012	1641	1100402007	1339	1100403010	993	1100404014	1806
1100401014	1204	1100402008	1569	1100403011	1165	1100404015	1789
1100401015	901	1100402009	1212	1100403012	1346	1100404016	2216
1100401016	1494	1100402010	1526	1100403013	1718	1100404017	1685
1100401017	1451	1100402011	1269	1100403014	2351	1100404018	1800

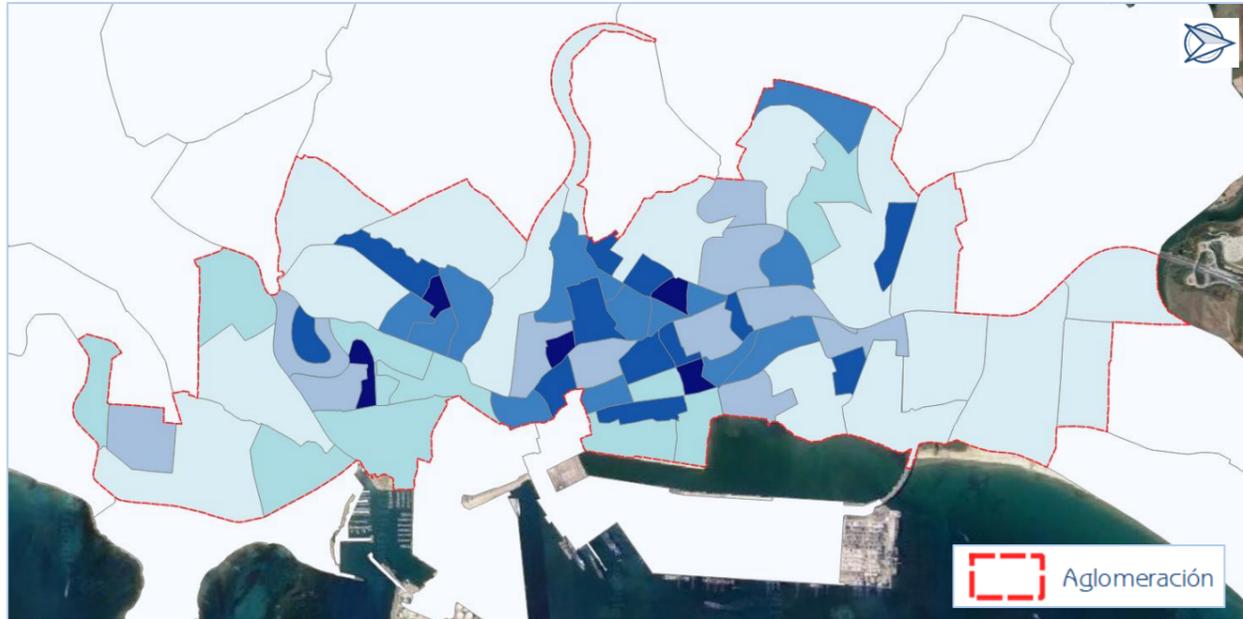
CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.	CÓD.SEC.	POB.
1100401018	1232	1100402012	1723	1100403015	898	1100404019	1312
1100401019	1577	1100402014	867	1100403016	826	1100404020	1853
1100401020	1096	1100402015	1577	1100403017	1514	1100404021	2716
1100401021	1867	1100402016	2130	1100403018	1001	1100404022	1498
1100401022	1364	1100402017	1887	1100404001	1232	1100404023	1272

En las siguientes imágenes se pueden 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>.



Para la definición de la aglomeración será necesario determinar además si las zonas que se representan en el gráfico anterior (densidad de población > 3.000 habitantes /km<sup>2</sup>) se encuentran a una distancia horizontal entre sus puntos más próximos igual o inferior a 500 metros.

El ámbito territorial de una aglomeración se delimita trazando la línea poligonal cerrada que comprende a todos los sectores del territorio que conforman la aglomeración. A continuación se presenta la propuesta de Unidad de Mapa Estratégico atendiendo a lo establecido en el Anexo VII del RD 1513/2005.



## 4.- IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

Una vez acotada el área de estudio, se analizan las peculiaridades del mismo desde el punto de vista acústico, identificando, situando y caracterizando cada una de las fuentes sonoras existentes en los núcleos urbanos.

En el municipio de Algeciras se identifican fundamentalmente las siguientes fuentes de ruido, atendiendo a las definidas por la Directiva 2002/49/CE y las definidas en el Mapa Estratégico de Ruido (MER) realizado en el año 2013.

Estas fuentes de ruido han sido revisadas y actualizadas con los datos que poseemos en la actualidad.

No obstante para la realización del presente trabajo se tendrá en cuenta el área de estudio delimitada en el MER realizado en el 2013 con el fin de poder comparar los resultados obtenidos.

### 4.1.- TRÁFICO VIARIO

#### 4.1.1.- VÍAS URBANAS

El punto de partida para estudiar el viario urbano de Algeciras lo conforma el Estudio de Movilidad y Accesibilidad del Plan General de Ordenación Urbana. Según este, el sistema viario de Algeciras se organiza en torno a dos ejes fundamentales:

- **Antigua travesía de la N-340:** recorre el municipio de norte a sur, funcionando como colector del resto del sistema viario.
- **Carretera de acceso al puerto, la Avenida del Carmen y la Carretera del Rinconcillo:** canaliza la mayor parte de los tráficos urbanos por el borde de la Bahía.

El resto del viario es secundario y se diferencian distintas estructuras:

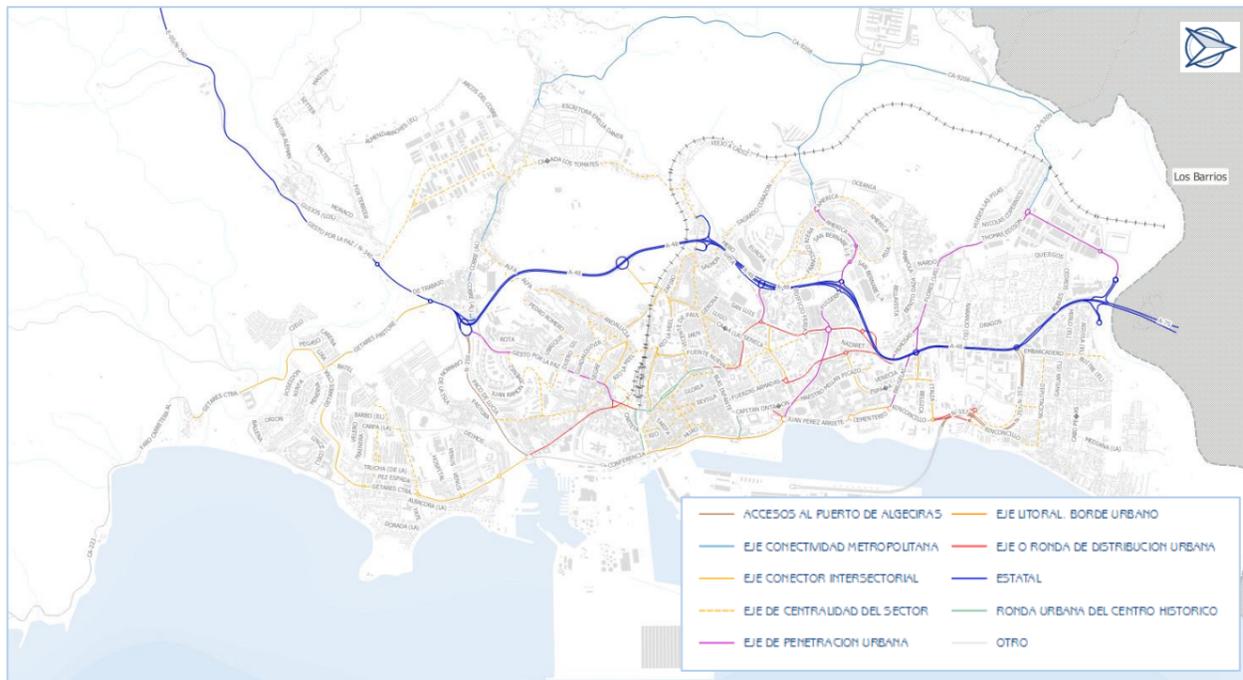
- **Centro de la ciudad, con la zona de La Bajadilla,** con un viario compacto y una trama escasamente jerarquizada, reflejo de una situación intermedia entre lo planificado y



espontáneo, producto del crecimiento urbano que ha sufrido la ciudad en los últimos seis siglos.

- **Distintos ensanches al núcleo antiguo** con secciones más amplias, distinguiéndose áreas con planeamiento previo en las que se ha cuidado la disposición de una trama viaria razonablemente bien dimensionada que permite una movilidad interior fluida y áreas de edificación espontánea, donde la movilidad es peor ya que la trama viaria se dispone sobre los espacios vacíos dejados entre las edificaciones.
- **Barriadas periféricas**, con un esquema de viario principal en forma de malla, sobre la que se superpone otra malla de carácter secundario.

Este documento establece, así mismo, una jerarquización del sistema viario, habiéndose tomado en cuenta para la elaboración de los trabajos de este proyecto:



La caracterización funcional del espacio viario público de Algeciras es la siguiente:

#### A. SISTEMA VIARIO URBANO PRINCIPAL

##### (i) Eje Litoral de Borde Urbano

1. Avda. Virgen del Carmen
2. Avda. de La Marina
3. Ctra. del Rinconcillo

##### (ii) Ejes de Penetración Urbana

4. Ctra. N-340 (El Saladillo- La Piñera)
5. Avda. Virgen de Palma
6. c/ Pulsera
7. Avda. Virgen del Carmen
8. Avda. de Bruselas
9. Avda. de las Flores
10. c/ Mimosas
11. Nuevo viario acceso Pol. Ind. La Menacha
12. c/ Huerta Pilas

##### (iii) Ejes y rondas de distribución urbana

13. Ctra. N-340 (Avda. La Cañá-Urb. Doña Casilda)
14. Prolongación Virgen del Carmen
15. Avda. Príncipes de España
16. Avda. Fuerzas Armadas
17. c/ Luis Cobos
18. c/ Fray Tomás del Valle
19. c/ Capitán Ontañón
20. Avda. Gesto por la Paz
21. c/ Carteya
22. Paseo de Victoria Eugenia

##### (iv) Ronda Urbana del Centro Histórico

23. c/ Ruiz Zorrilla
24. c/ Patriarca Doctor Pérez Rodríguez
25. c/ Málaga

- 26. Avda. San Bernardo
- 27. c/ Juan de la Cierva
- 8. c/ Blas Infante
- 29. Nuevo viario junto a las Murallas Merínies

## B. SISTEMA VIARIO URBANO SECUNDARIO

### (v) Ejes conectores intersectoriales

- 30. Ctra. del Faro
- 31. Ctra. de Getares.
- 32. c/ Andalucía
- 33. c/ Segre
- 34. c/ Los Arcos
- 35. Avda. de Agua Marina
- 36. Avda. Agustín Bálamo
- 37. c/ Cid Campeador
- 38. Avda. de La Cañá
- 39. c/ Domingo Savio
- 40. c/ Fuente Nueva
- 41. c/ Séneca
- 42. c/ Maestre de Santiago
- 43. c/ Maestro Millán Picazo
- 44. Avda. de España
- 45. Avda. de Italia
- 46. Avda. de Francia

### (vi) Ejes de centralidad del sector

- 47. c/ Barbo
- 48. c/ Pez Espada
- 49. c/ Juan Ramón Jiménez
- 50. c/ José de Espronceda
- 51. c/ Fernando de Herrero
- 52. c/ Fray Junipero Serra
- 53. c/ Reyes Católicos

- 54. c/ Eladio Intante
- 55. c/ Ubrique
- 56. c/ Pedro Romero
- 57. c/ Agustín Moniche
- 58. c/ Grazalema
- 59. c/ Ebro
- 60. c/ Iro
- 61. c/ Guadalquivir
- 62. c/ Espíritu Santo
- 63. c/ Guadiana
- 64. c/ Clemente XI
- 65. c/ Vicente de Paúl
- 66. c/ San Francisco
- 67. c/ María Auxiliadora
- 68. c/ Teniente Miranda
- 69. c/ Cayetano del Toro
- 70. c/ Segismundo Moret
- 71. c/ Duque de Almodóvar
- 72. c/ Monet
- 73. c/ Santacana
- 74. c/ Cristóbal Colón
- 75. c/ Ventura
- 76. c/ Pescadería
- 77. c/ Cánovas del Castillo
- 78. c/ Ojo del Muelle
- 79. c/ José Antonio
- 80. c/ Sevilla
- 81. c/ Juan Morrison
- 82. Camino de Cortijo Real
- 83. Calles principales Pol. Industrial Cortijo Real
- 84. Avda. América
- 85. c/ Rafael Alberti

- 86. c/ Francisco Riera
- 87. c/ Blas de Otero
- 88. c/ Vicente Aleixandre
- 89. Ctra. del Piojo
- 90. c/ Rafael Argeles
- 91. Avda. Ramón Puyol
- 92. Avda. Diputación
- 93. Ctra. del Rinconcillo

De cada vía del rango jerárquico se ha realizado un estudio de la misma. A continuación se muestra un ejemplo por cada tipo:

Avenida Virgen del Carmen	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango: Eje Litoral de Borde Urbano</li> <li>• Sentido de circulación: Doble</li> <li>• Carriles por sentido: Dos</li> <li>• Velocidad media: 50 Km/h</li> <li>• Aparcamientos: según el tramo, en ambos sentidos existe aparcamiento en batería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de pantallas acústicas: No</li> <li>• Pavimento: en buen estado</li> <li>• Ancho de la vía: 7 metros por sentido de circulación</li> <li>• Mediana: Si</li> </ul>

Avenida Bruselas	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango: Eje de Penetración Urbana</li> <li>• Sentido de circulación: Doble</li> <li>• Carriles por sentido: Dos</li> <li>• Velocidad media: 40 Km/h</li> <li>• Aparcamientos: en ambos márgenes de la calzada, en batería</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de pantallas acústicas: No</li> <li>• Pavimento: en buen estado</li> <li>• Ancho de la vía: 14 metros</li> <li>• Mediana: No</li> </ul>
Avenida Fuerzas Armadas	
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rango: Eje de Distribución Urbana</li> <li>• Sentido de circulación: Doble</li> <li>• Carriles por sentido: Dos</li> <li>• Velocidad media: 40 Km/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existencia de pantallas acústicas: No</li> <li>• Pavimento: en buen estado</li> <li>• Ancho de la vía: 14 metros</li> <li>• Mediana: No</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aparcamientos:</b> a ambos lados de la calzada, en batería</li> </ul>	
---	--

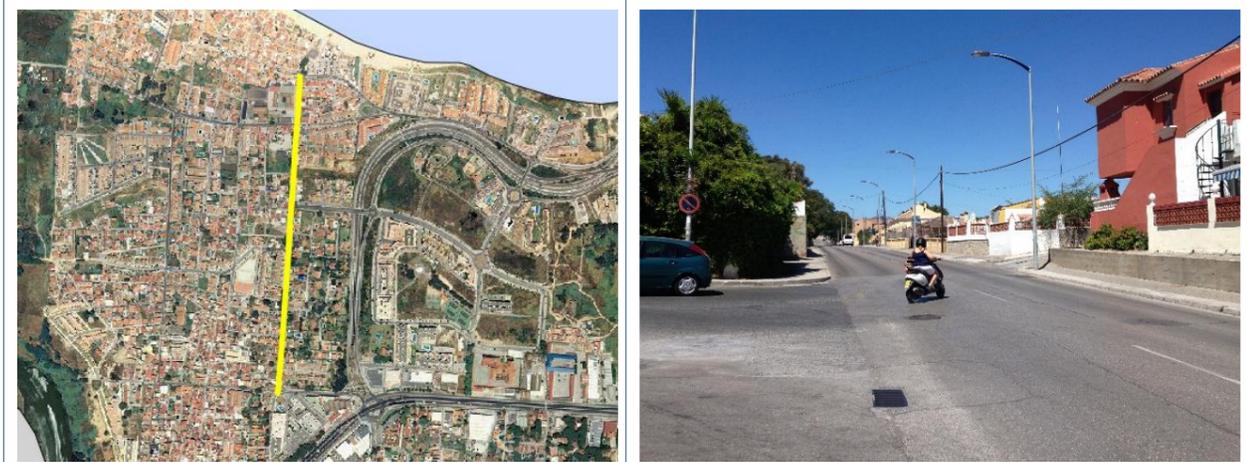
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rango:</b> Eje Conector Intersectorial</li> <li>• <b>Sentido de circulación:</b> Doble</li> <li>• <b>Carriles por sentido:</b> Dos</li> <li>• <b>Velocidad media:</b> 30 Km / h</li> <li>• <b>Aparcamientos:</b> en ambos lados de la calle existen aparcamientos en batería y en línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Existencia de pantallas acústicas:</b> No</li> <li>• <b>Pavimento:</b> en buen estado</li> <li>• <b>Ancho de la vía:</b> 14 metros</li> <li>• <b>Mediana:</b> Si</li> </ul>
--	---

**Calle Patriarca Doctor Pérez Rodríguez**



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rango:</b> Ronda Urbana del Centro Histórico</li> <li>• <b>Sentido de circulación:</b> Doble</li> <li>• <b>Carriles por sentido:</b> Uno</li> <li>• <b>Velocidad media:</b> 30 Km/h</li> <li>• <b>Aparcamientos:</b> no</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Existencia de pantallas acústicas:</b> No</li> <li>• <b>Pavimento:</b> en buen estado</li> <li>• <b>Ancho de la vía:</b> 7 metros</li> <li>• <b>Mediana:</b> No</li> </ul>
--	--

**Avenida Diputación**



<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Rango:</b> Eje de Centralidad del Sector</li> <li>• <b>Sentido de circulación:</b> Doble</li> <li>• <b>Carriles por sentido:</b> Uno</li> <li>• <b>Velocidad media:</b> 30 Km/h</li> <li>• <b>Aparcamientos:</b> Algunos, en línea</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Existencia de pantallas acústicas:</b>No</li> <li>• <b>Pavimento:</b> en buen estado</li> <li>• <b>Ancho de la vía:</b> 7 metros</li> <li>• <b>Mediana:</b> No</li> </ul>
---	---

**Avenida de España**



En cuanto a la distribución del tráfico motorizado en Algeciras, existen unos patrones muy característicos, en función de la localización de las actividades industriales, comerciales y de servicios en el municipio. En este sentido, los vehículos tienden a concentrarse en las vías de rango territorial exteriores al casco urbano, como la Ronda Intermedia (A-48), que asume también funciones de eje distribuidor principal de los tráficos de carácter urbano, conectando los barrios del norte y el sur de la ciudad y regulando los accesos a la ciudad central y a los principales destinos laborales, los polígonos industriales de La Menacha y Cortijo Real.

Los accesos Norte y Sur al Puerto de Algeciras, son las otras grandes vías urbanas que concentran un mayor volumen de tráfico al concentrar, sobre todo en el acceso Norte, tanto los tráficos exteriores en tránsito hacia el puerto como los tráficos de destino a los barrios de la ciudad Central. Otros accesos de carácter más local soportan intensidades menores, como es el caso de las avenidas de Agua Marina, Virgen de la Palma o Francia.

El eje de Paseo de la Conferencia, Avda. de la Marina, Avda. Virgen del Carmen, en su tramo Sur, y Juan Pérez Arriete constituye el eje litoral urbano que canaliza la mayor parte de los tráficos que atraviesan el centro urbano conectando los barrios del Sur y el Norte; este eje junto con Doctor Pérez Rodríguez-Ruiz Zorrilla-Luis Cobos configuran los dos corredores interiores paralelos que definen la movilidad y la accesibilidad a todos los barrios de la ciudad consolidada, y a su vez convierten al Casco Histórico en una "isla" rodeada de vías urbanas con unos volúmenes de tráfico excesivamente elevados, similares a los de cualquier carretera interurbana, lo que supone un efecto "barrera" que dificulta las relaciones transversales de carácter peatonal de Centro Urbano con los barrios vecinos del Oeste y con el mar al Este. En definitiva, se reproduce el modelo de anillos viarios que van cerrando y aislando cada vez más el centro de Algeciras, hasta terminar de asfixiarlo por el uso excesivo de modos motorizados privados como modo principal de acceso y movilidad municipal, llegando al colapso del sistema viario que no está dimensionado para soportar tales cargas de tráfico.

En cuanto a los tráficos de estas vías, no existen datos del volumen de vehículos de cada calle, siendo necesario establecer procedimientos en nuestro trabajo para aforar el viario urbano.

Así mismo, en Algeciras se distinguen una serie de carreteras y autovías que discurren por el interior del municipio:

#### 4.1.2.- CARRETERAS COMPETENCIA DEL MINISTERIO DE FOMENTO

##### 1. AUTOVÍA A-75/A-48

La A-75 es una autovía que discurre junto a la antigua N-340 a su paso por la provincia de Cádiz, hasta llegar a Algeciras, donde concluye y empieza el itinerario de la A-7 hasta Barcelona.

Constituye el principal eje de comunicación a escala territorial que permite, en primer lugar, la comunicación entre los principales núcleos de población de la Bahía de Algeciras, como son Tarifa, Algeciras y San Roque; y, en segundo lugar, la conexión de la bahía con la vertiente atlántica de la provincia y con la capital, Cádiz, y con Málaga, la Costa del Sol y la vertiente mediterránea de Andalucía.

El tramo, de longitud aproximada 6 km, que discurre por Algeciras constituye una vía de doble plataforma, con dos carriles por sentido, de unos 3,5 metros cada uno y arcén de 1,5 metros. La velocidad máxima varía según el tramo, entre 50 y 100 Km/h.



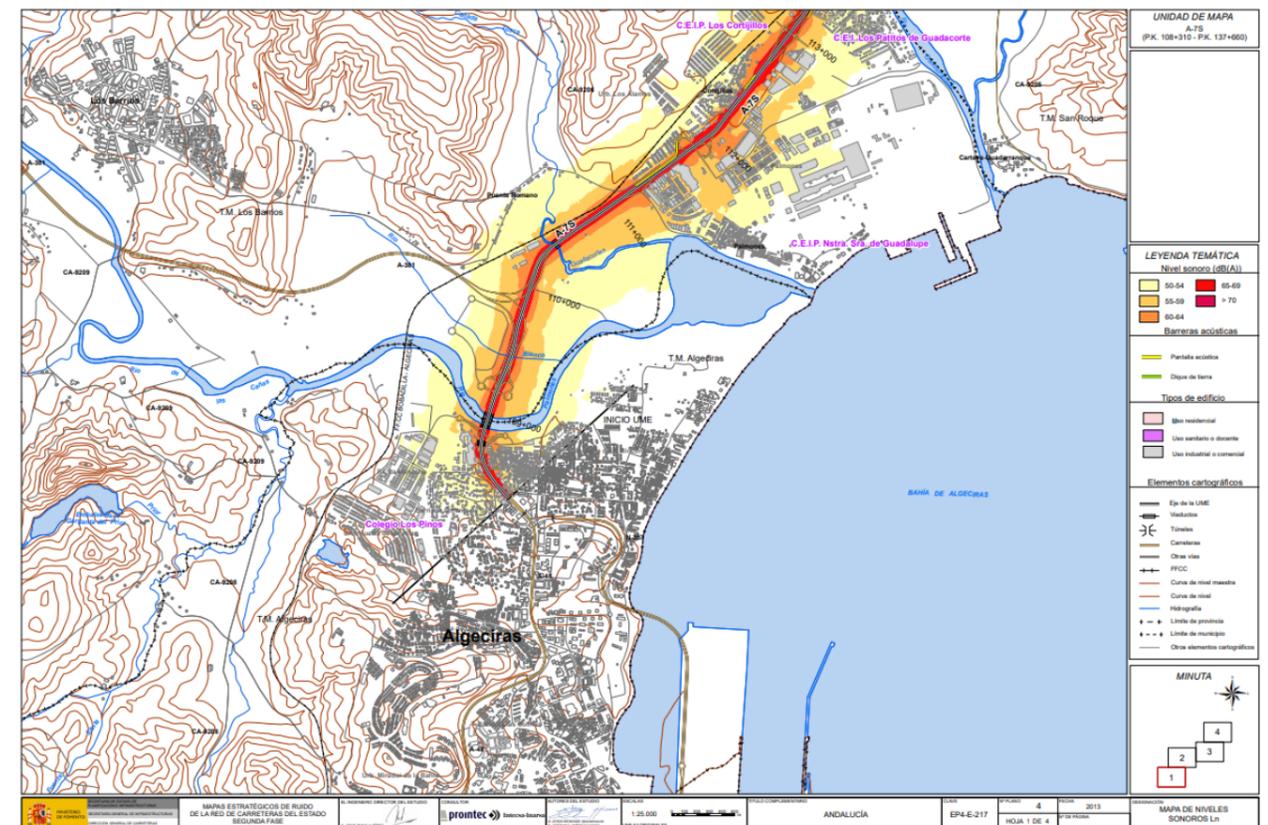
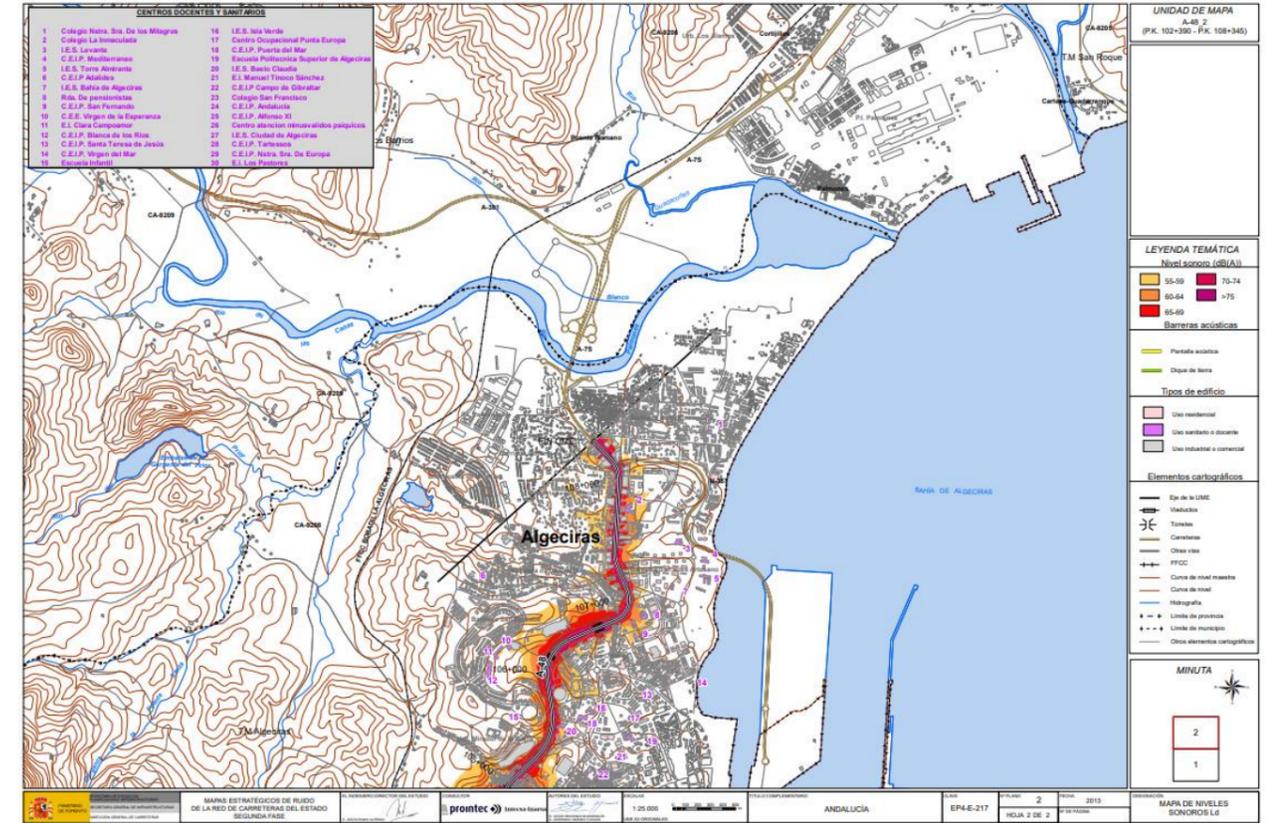
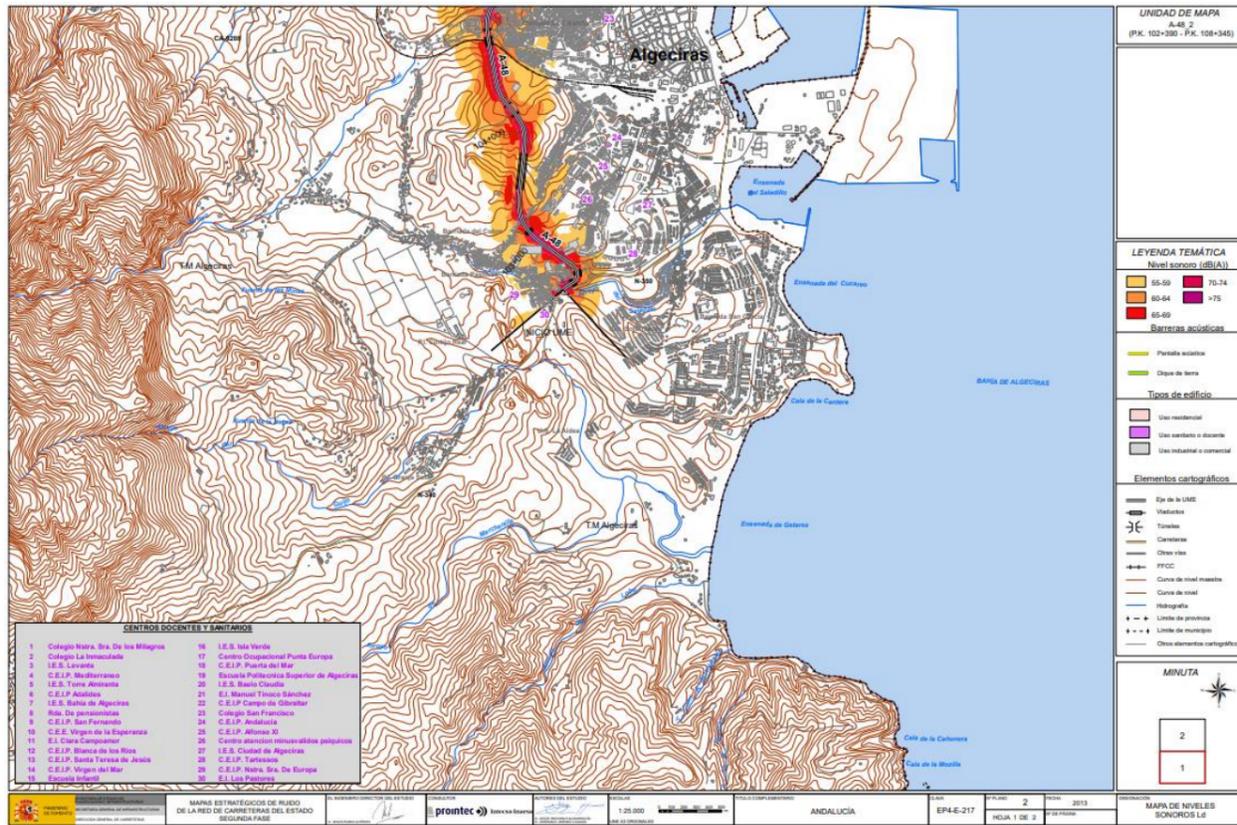
Esta vía concentra un tráfico muy elevado y cuenta con elementos de regulación de tráfico como semáforos y rotondas.

Las intensidades medias diarias (IMD) atendiendo al Mapa de tráfico de la DGC del año 2017 son:

CARRETERAS DEL ESTADO. MAPA DE TRÁFICO 2017							
NOMBRE	TIPO	PP.KK INICIO	PP.KK FIN	LONGITUD	IMD	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
A-75	MULTICARRIL	102+400	108+310	5,94	46.032	44.178	1.854
A-75	AUTOPISTA	108+310	109+880	1,57	79.128	75.153	3.975
A-75	AUTOPISTA	109+880	114+700	4,91	73.331	69.125	4.206

Esta autovía está considerada como eje viario y por lo tanto el Ministerio de Fomento realizó en el año 2013 su mapa de ruido correspondiente.

A continuación se muestran los MER realizados para el indicador Ldía en el año 2013:



## 2. CARRETERA N-350

La carretera N-350, de una longitud 1,3 Km, conecta la A-75 y la N-340 con el Puerto de Algeciras por el sur. Su inicio se encuentra en el cruce de la travesía con la A-75 y la N-340 en el PP.KK 103.



El tramo cuenta con una plataforma de doble sentido, con un carril por sentido, de ancho total 7 metros y arcén de metro y medio

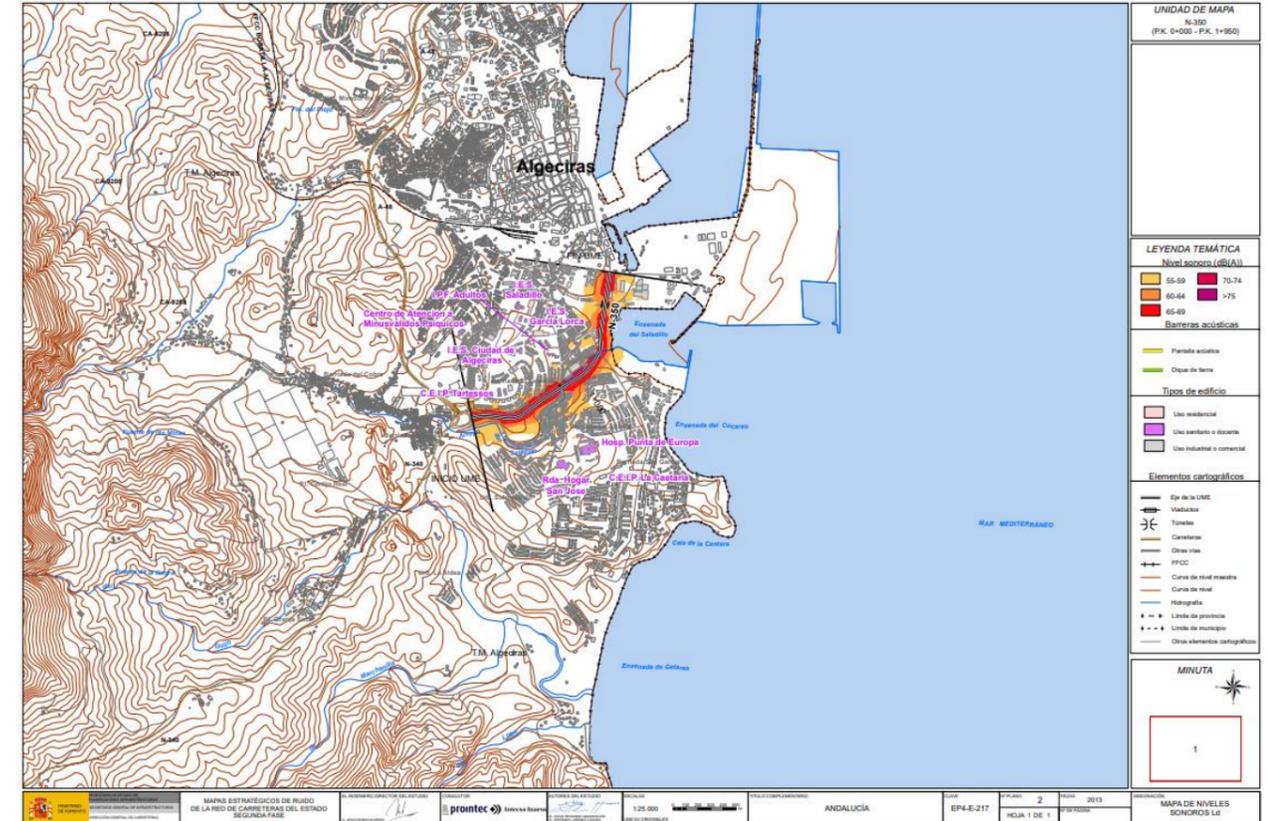
La velocidad de paso se encuentra en 80 Km/h.

La Intensidad Media Diaria (IMD) atendiendo al Mapa de tráfico de la DGC del año 2017 es:

CARRETERAS DEL ESTADO. MAPA DE TRÁFICO 2017							
NOMBRE	TIPO	PP.KK INICIO	PP.KK FIN	LONGITUD	IMD	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
N-350	CONVENCIONAL	0+000	1+950	2.13	19.902	18.717	1.185

La carretera N-350 está considerada gran eje viario y por lo tanto el Ministerio de Fomento realizó en el año 2013 su mapa de ruido correspondiente.

A continuación se muestran los MER realizados para el indicador L<sub>día</sub> en el año 2013:



## 3. CARRETERA N-357

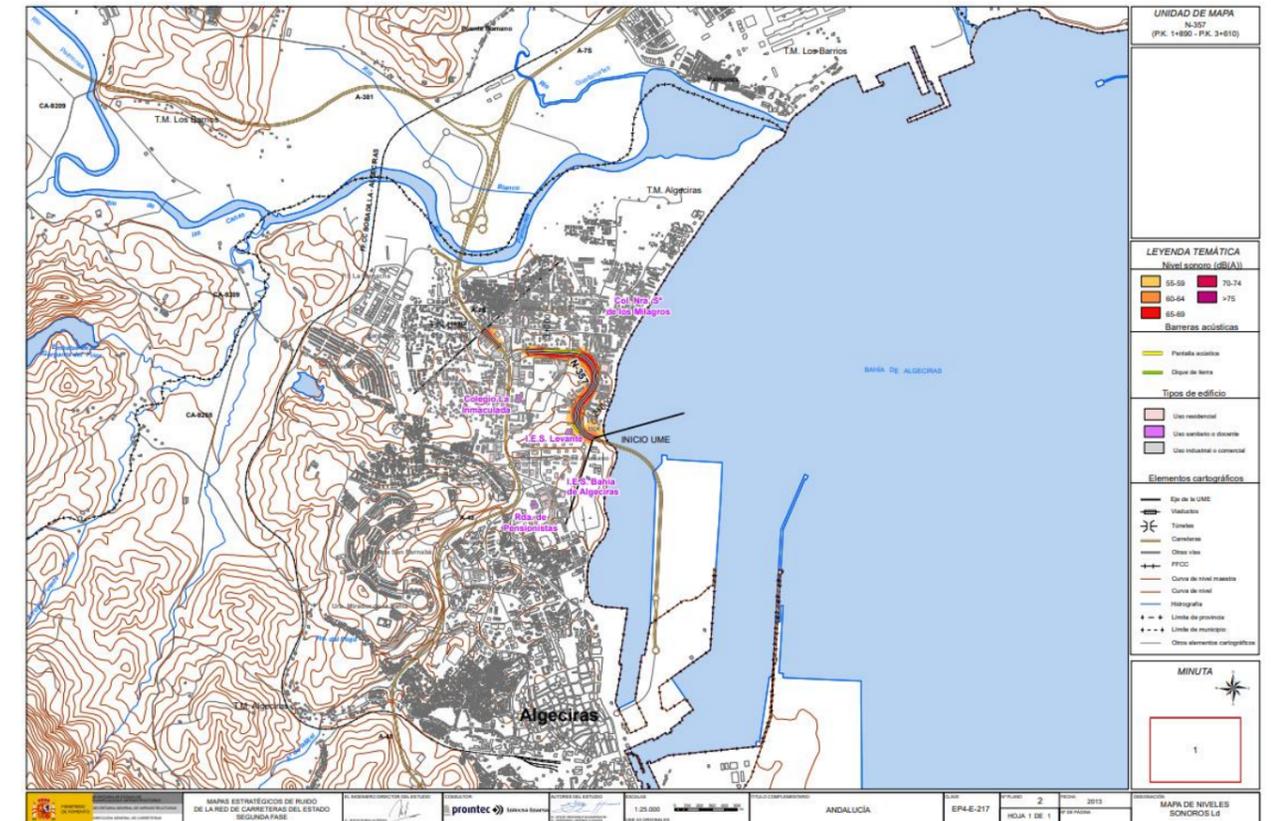
La carretera N-357 es una carretera nacional que enlaza la autovía A-75 con el puerto de Algeciras por su acceso norte. Esta vía tiene una importancia considerable en la época estival, ya que permite descongestionar el tráfico de la ciudad cuando llegan los meses de la denominada "Operación Paso del Estrecho".



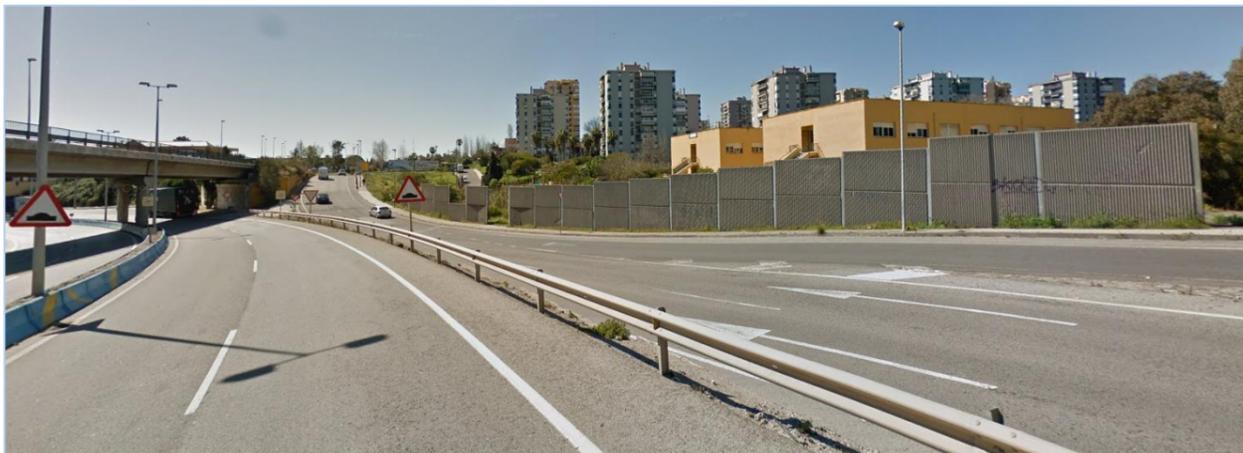
CARRETERAS DEL ESTADO. MAPA DE TRÁFICO 2017							
NOMBRE	TIPO	PP.KK INICIO	PP.KK FIN	LONGITUD	IMD	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
N-357	CONVENCIONAL	0+000	0+400	0,4	9.231	7.247	1.984
N-357	MULTICARRIL	0+400	2+100	1,7	9.231	7.247	1.984

La carretera N-357 está considerada gran eje viario y por lo tanto el Ministerio de Fomento realizó en el año 2013 su mapa de ruido correspondiente.

A continuación se muestran los MER realizados para el indicador Ldía en el año 2013:



Antes de entrar en los límites competenciales del Puerto de Algeciras, la carretera cuenta con dos salidas, una para acceder al propio puerto y otra con dirección centro ciudad, a través de la carretera del Rinconcillo y en su transcurso cuenta con edificios de carácter residencial en el margen izquierdo de la carretera, protegidos por pantalla acústica.



Con respecto a las características geométricas de la vía, cuenta con una longitud aproximada de 1,3 Km desde la conexión con la A-75 hasta la entrada en los límites competenciales del Puerto, con dos plataformas separadas por mediana de 7 metros de ancho aproximadamente cada una, y dos carriles por sentido. La velocidad de paso es de 70 Km/h.

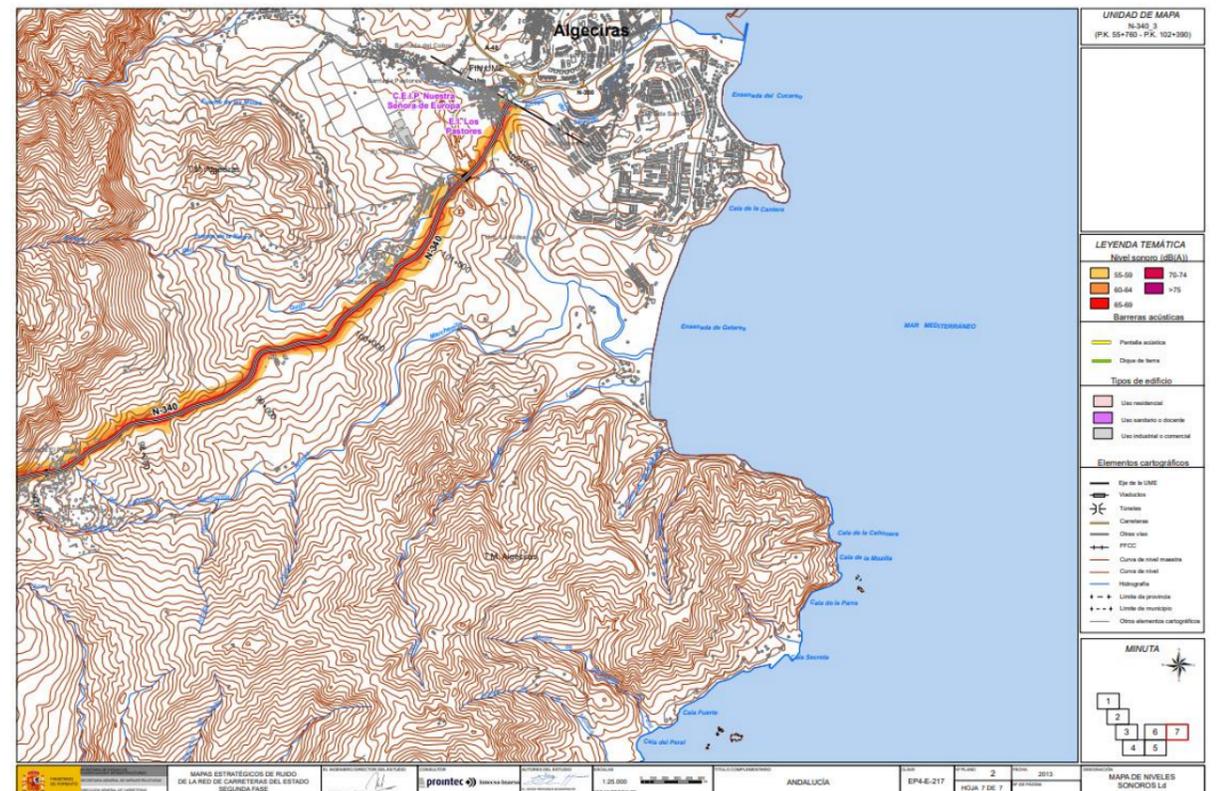
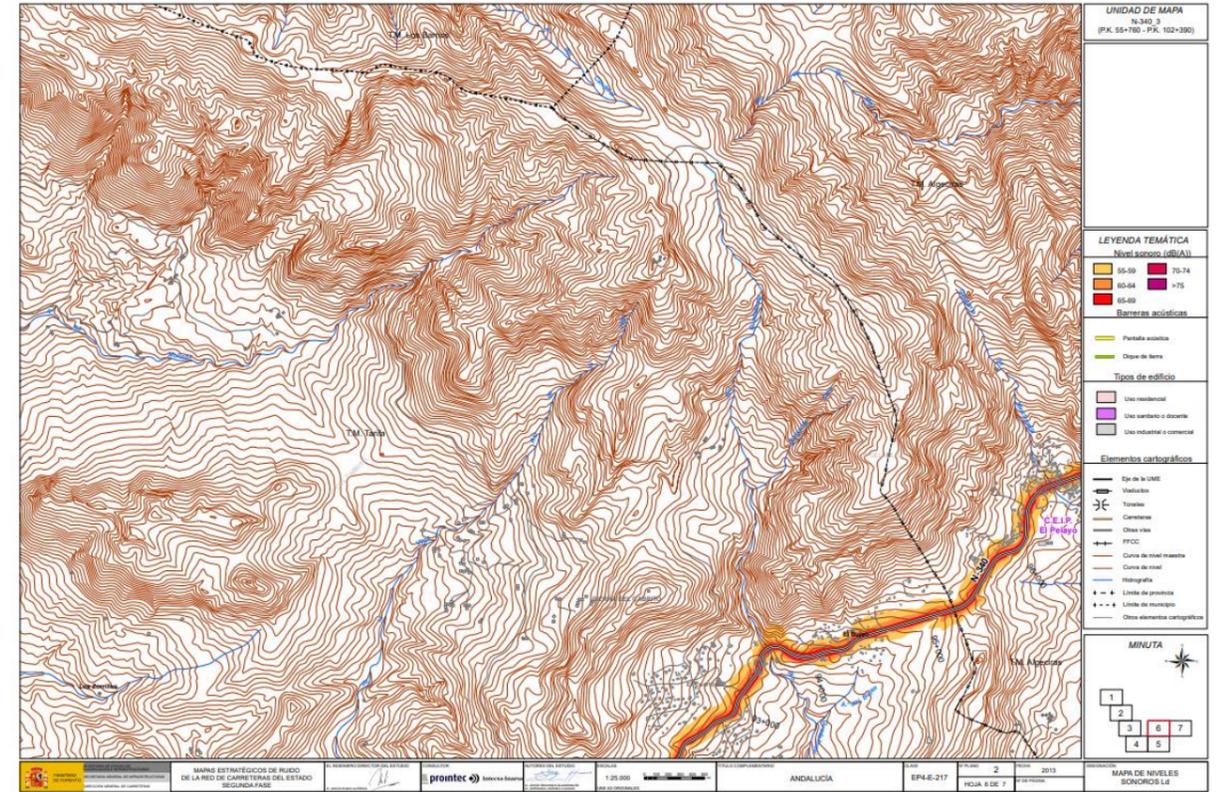
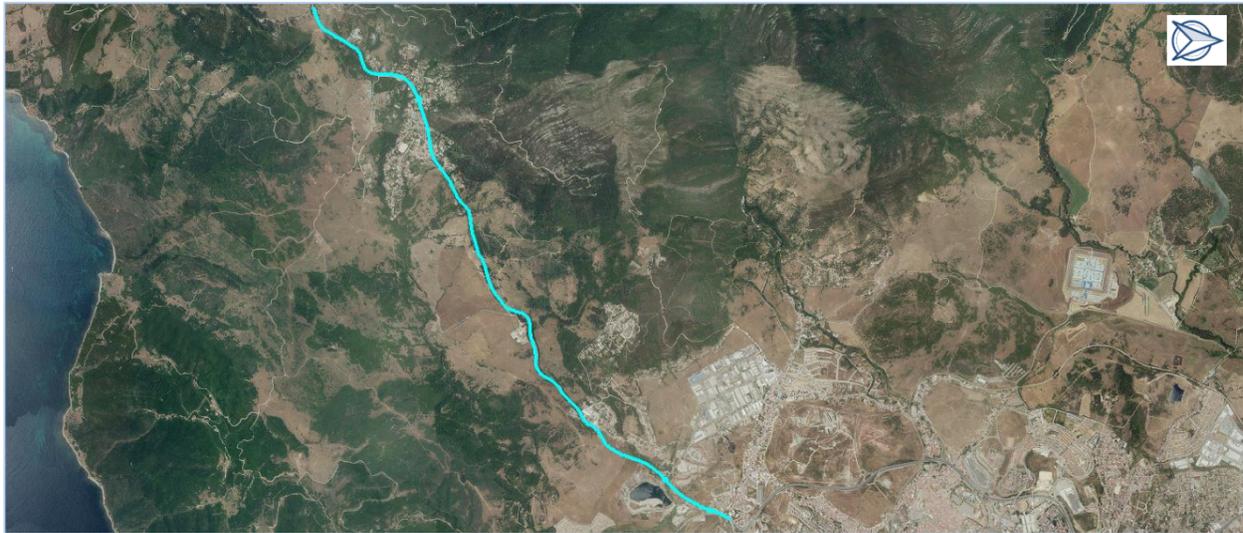
#### 4. CARRETERA N-340

La carretera N-340 es la carretera más larga de las carreteras nacionales de España, uniendo Cádiz con Barcelona por toda la costa del Mediterráneo. A su paso por Algeciras, ha duplicado su trazado, dando lugar a la nueva autovía A-48.

La Intensidad Media Diaria (IMD) atendiendo al Mapa de tráfico de la DGC del año 2017 es:

Así mismo, esta carretera da acceso al polígono industrial Cortijo Real y atraviesa el núcleo urbano de El Pelayo.

El tramo de esta carretera en el municipio, desde la A-75, cuenta con una longitud de aproximadamente 7,2 Km, siendo la carretera se doble sentido con un carril por sentido y velocidad de circulación 80 Km/h.



La Intensidad Media Diaria (IMD) atendiendo al Mapa de tráfico de la DGC del año 2017 es:

CARRETERAS DEL ESTADO. MAPA DE TRÁFICO 2017							
NOMBRE	TIPO	PP.KK INICIO	PP.KK FIN	LONGITUD	IMD	IMD LIGEROS	IMD PESADOS
N-340	CONVENCIONAL	83+260	96+170	12,94	12.493	11.940	553
N-340	CONVENCIONAL	96+170	102+390	6,22	12.493	11.940	553

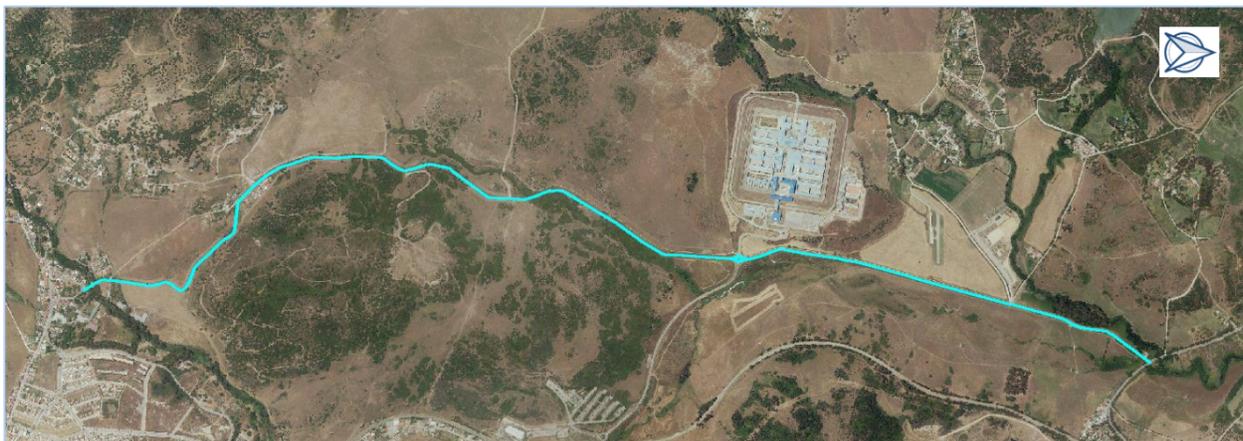
La carretera N-340 está considerada gran eje viario y por lo tanto el Ministerio de Fomento realizó en el año 2013 su mapa de ruido correspondiente.

A continuación se muestran los MER realizados para el indicador L<sub>día</sub> en el año 2013:

#### 4.1.3.- CARRETERAS DE LA RED AUTONÓMICA Y PROVINCIAL

##### 1. CARRETERA CA-9208

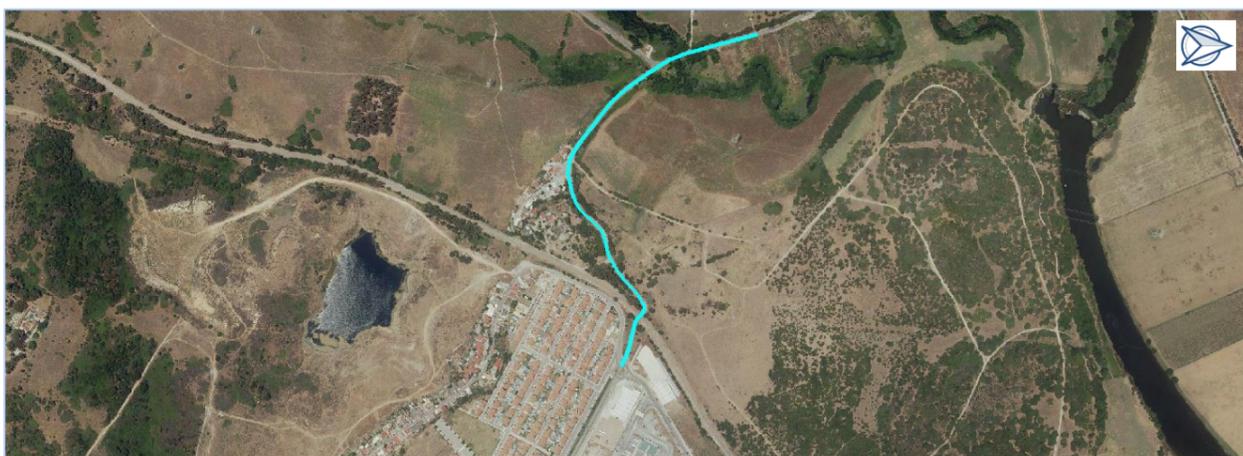
La carretera CA-9208, antiguamente denominada CA-P-2311, conecta la CA-9209 con la Avenida del Cobre, atravesando desde el norte el núcleo urbano de Algeciras por la periferia. Así mismo, da acceso al Centro Penitenciario Botafuego.



De longitud 4,80 Km, cuenta con una única plataforma de doble sentido y un carril por sentido, sin arcenes, con un ancho de 7 metros. La velocidad de la vía es de 70 Km/h.

##### 2. CARRETERA CA-9209

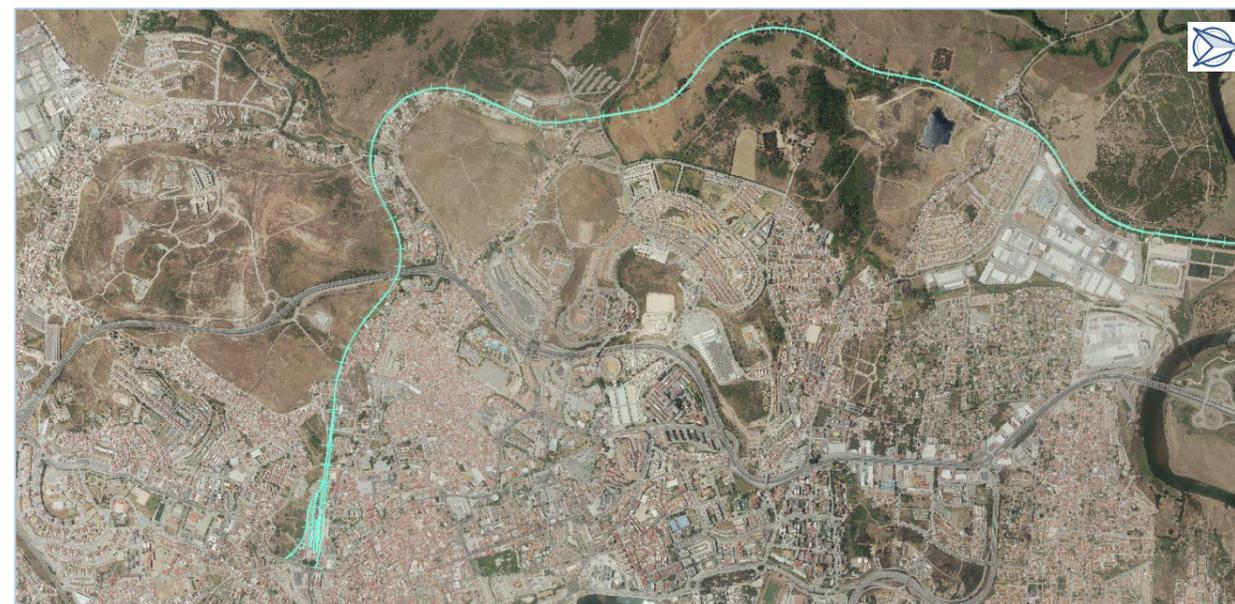
Esta carretera, antiguamente denominada CA-231, conecta el final del casco urbano de Los Barrios con el de Algeciras, dando acceso al polígono industrial La Menacha.



El tramo que discurre por el municipio solo tiene 600 metros aproximadamente de longitud. Cuenta con una única plataforma de un único sentido y carril, sin arcenes, con un ancho de 3,5 metros y velocidad de paso de 60 Km/h.

#### 4.2.- TRÁFICO FERROVIARIO

Por el municipio discurre la línea Algeciras – Bobadilla, que conecta el núcleo urbano del municipio con Bobadilla, Granada y Madrid, destinada al tráfico de pasajeros y mercancías. Además, existe otro tramo que alcanza el muelle Juan Carlos I del Puerto Bahía de Algeciras dedicado al tráfico de mercancías.



Como se parecía en la imagen anterior, esta línea penetra en Algeciras por el norte y finaliza en el núcleo urbano, concretamente en la Avenida Gesto por la Paz.

Cuenta con un reducido tráfico de trenes, no conformándose como gran eje ferroviario.

#### 4.3.- FUENTES INDUSTRIALES

En el municipio de Algeciras se distinguen como principales zonas industriales, las siguientes:

1. Puerto Bahía de Algeciras
2. Polígono Industrial La Menacha
3. Polígono Industrial Cortijo Real
4. Zona industrial junto a N-340
5. Zona industrial carretera de Cádiz /A-7 P.K. 103
6. Naves junto a N-350
7. Naves junto a la Línea FF.CC.
8. Naves carretera de Málaga

A continuación se muestra la ubicación de las principales zonas industriales a considerar, en amarillo se muestra un número que coincide con el número del polígono de la lista anterior:



#### 4.3.1.- PUERTO DE ALGECIRAS

El Puerto Bahía de Algeciras se encuentra al este del núcleo urbano del municipio. Con un récord histórico de 103, 2 millones de toneladas de tráfico total de mercancías en 2016, el Puerto de Algeciras se mantiene a la cabeza del sistema portuario nacional y ocupa el 4º puesto a nivel europeo tras los puertos de Róterdam, Amberes y Hamburgo. En cuanto a tráfico de contenedores (4,76 millones de TEUS) el Puerto Bahía de Algeciras ocupa el 5º lugar.



Dentro del complejo portuario, se distinguen áreas de actividad industrial y portuaria, incluyendo almacenes y actividades de tipo logístico. En convivencia con éstas existen áreas de actividades comerciales y oficinas.

En el Puerto de Algeciras existen multitud de fuentes acústicas, pudiéndose clasificar todas ellas como de tipo industrial:

- Tráfico viario del puerto
- Tráfico ferroviario del puerto
- Helipuerto
- Fuentes Industriales

#### 4.3.2.- POLÍGONO INDUSTRIAL LA MENACHA

El polígono industrial La Menacha se encuentra situado al norte del núcleo urbano de Algeciras, con accesos a través de la A-48 y la CA-9209. Cuenta con multitud de naves en las que se localizan distintas actividades industriales generadoras de muy poco ruido.



A destacar en este polígono, se encuentra las siguientes actividades:

- **Mercalgeciras**

Se dedica al almacenaje y posterior venta de productos de alimentación con horario de funcionamiento 24 h., aunque la máxima actividad se produce de 5:30 a 8:30.



El ruido provocado por esta actividad se debe fundamentalmente al tráfico de vehículos y al estacionamiento de los mismos fuera de la nave, ya que dentro de la misma el ruido es despreciable.

- **Servicios Auxiliares Marítimo (SAM) Algeciras**

Esta actividad se dedica a la reparación y almacenamiento de contenedores de transporte.



El ruido provocado por esta actividad surge del movimiento de contenedores, en el exterior de la planta, y del proceso de reparación, en el interior.

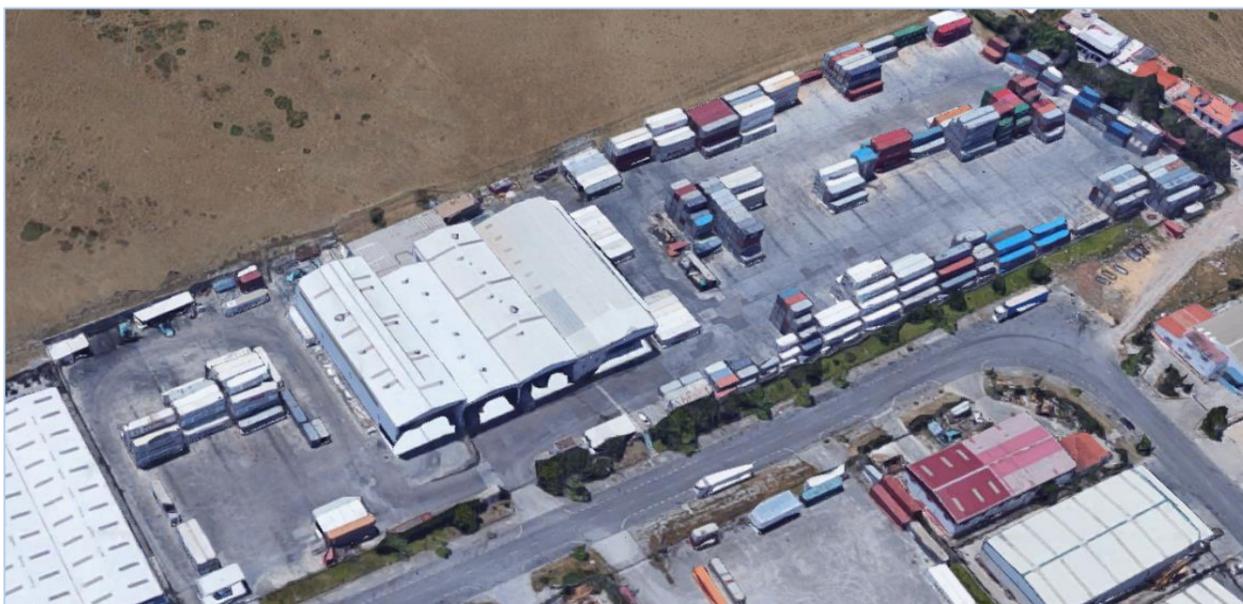
#### 4.3.3.- POLÍGONO INDUSTRIAL CORTIJO REAL

El polígono industrial Cortijo Real se encuentra localizado en el sur del municipio, con acceso a través de la carretera N-340. Las actividades más ruidosas se definen a continuación:



- **Reparación de contenedores Star Container Spain**

Esta actividad se dedica a la reparación y almacenamiento de contenedores de transporte con horario de funcionamiento de 6:00 h. a 22:00h. Se ubica en el Camino Cortijo Real, J4.



El ruido provocado por esta actividad surge del movimiento de contenedores, en el exterior de la planta, y del proceso de reparación, en el interior.

- **ITV**

En la parte norte del polígono se encuentra las naves de la Inspección Técnica de Vehículos (ITV) con horario de funcionamiento de 7:00 h a 20:00 h. Se ubica en la Calle Deseos, nº 2.



- **Chatarrería Hermanos Padilla**

Esta fuente sonora lo conforma una planta de recogida y manipulación de chatarra. Su horario de funcionamiento es de 8:00 h a 18:00 h. Se ubica la Calle Concordia, nº 9.



#### 4.3.4.- ZONA INDUSTRIAL JUNTO A N-340

Junto a la N-340 en la calle de los Guijos, al Sur del Polígono Industrial Cortijo Real se encuentra un conjunto naves industriales



#### 4.3.5.- ZONA INDUSTRIAL CARRETERA CÁDIZ / A-7 P.K. 103

Entre la A-7 y la carretera a Cádiz existen diversas edificaciones de carácter industrial, algunas de ellas abandonadas.



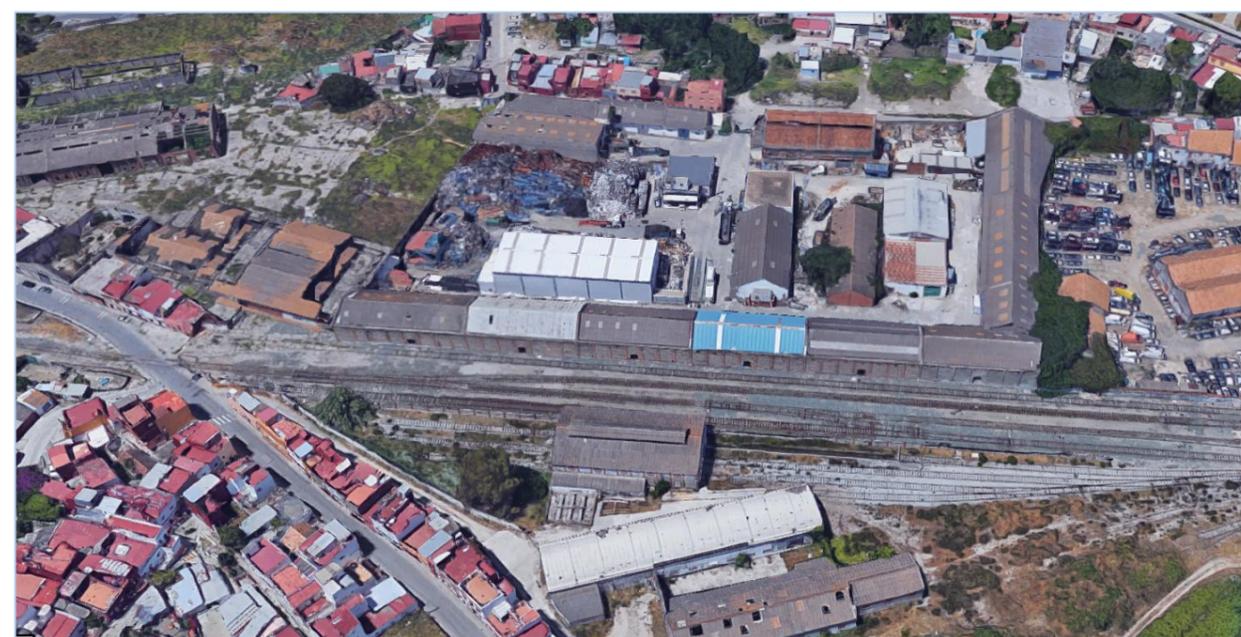
#### 4.3.6.- NAVES JUNTO A N-350

Entre la calle Ponce de León y la N-350 existe un conjunto de naves de carácter industrial.



#### 4.3.7.- NAVES JUNTO A LA LÍNEA FFCC

Junto a las vías del tren a la altura de la calle Pablo Díaz hay unas naves industriales. A continuación se muestra una imagen de las mismas:



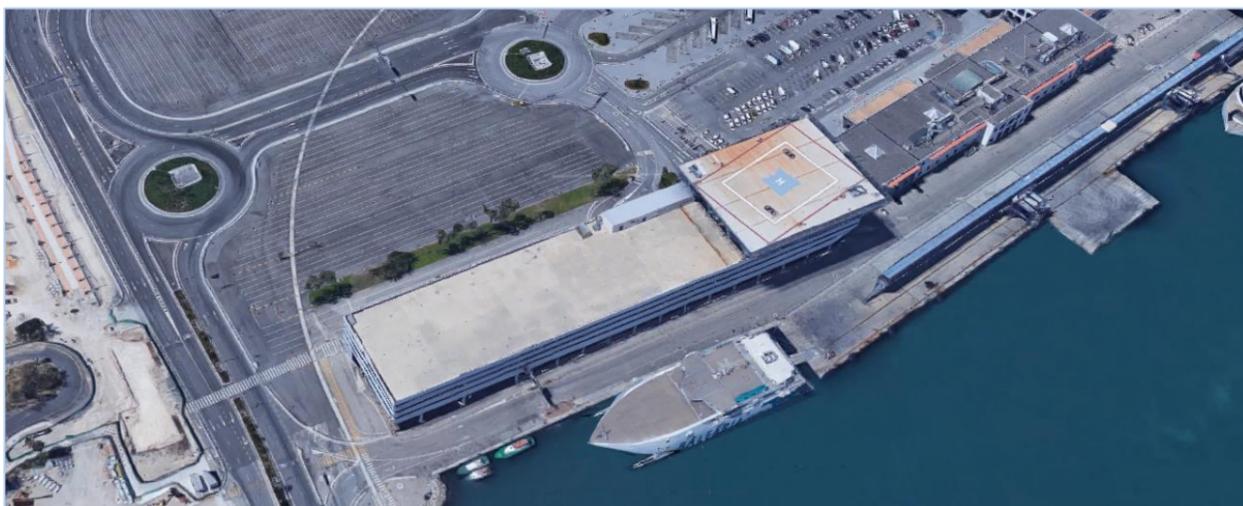
#### 4.3.8.- NAVES CARRETERA DE MÁLAGA

A ambos márgenes de la carretera de Málaga se ubican un conjunto de edificios de naturaleza industrial y/o terciaria intercalados con otra tipología de edificaciones como la Policía Local o El Colegio La Inmaculada de Algeciras. A continuación se muestra una imagen de la zona.



#### 4.4.- FUENTES SONORAS AEROPORTUARIAS

En el municipio de Algeciras existe una fuente sonora aeroportuaria: Helipuerto situado sobre el edificio de aparcamiento de la dársena de la Galera dentro del Puerto de la Bahía de Algeciras, junto a la Estación Marítima.



#### 4.5.- TRÁFICO MARÍTIMO

El ruido producido por este tipo de tráfico se desarrolla en su totalidad en el entorno del Puerto Bahía de Algeciras, considerándose su efecto acústico dentro del mismo. Así mismo, según la Directiva Europea, esta fuente de ruido no debe considerarse en el Mapa Estratégico de Ruido de una aglomeración.

### 5.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RECEPTORES SEGÚN SU SENSIBILIDAD AL RUIDO

Atendiendo a la tipología de edificaciones tenida en cuenta en el MER 2013 se ha realizado una revisión pormenorizada de las mismas. Incorporando edificaciones de nueva construcción, eliminando aquellas que ya no existen o modificando la geometría de las existentes.

A continuación se muestran algunos ejemplos:

NUEVAS EDIFICACIONES	
Año 2013	Actualidad
	



Posteriormente se han asignado los diferentes usos de las edificaciones atendiendo a su sensibilidad frente al ruido, a continuación se muestra la tabla con las diferentes tipologías de edificios creadas y el número de edificios que están dentro de cada tipología.

Tipología de edificaciones	Nº de Edificios *
Residencial	20.062
Sanitario	41
Docente	182

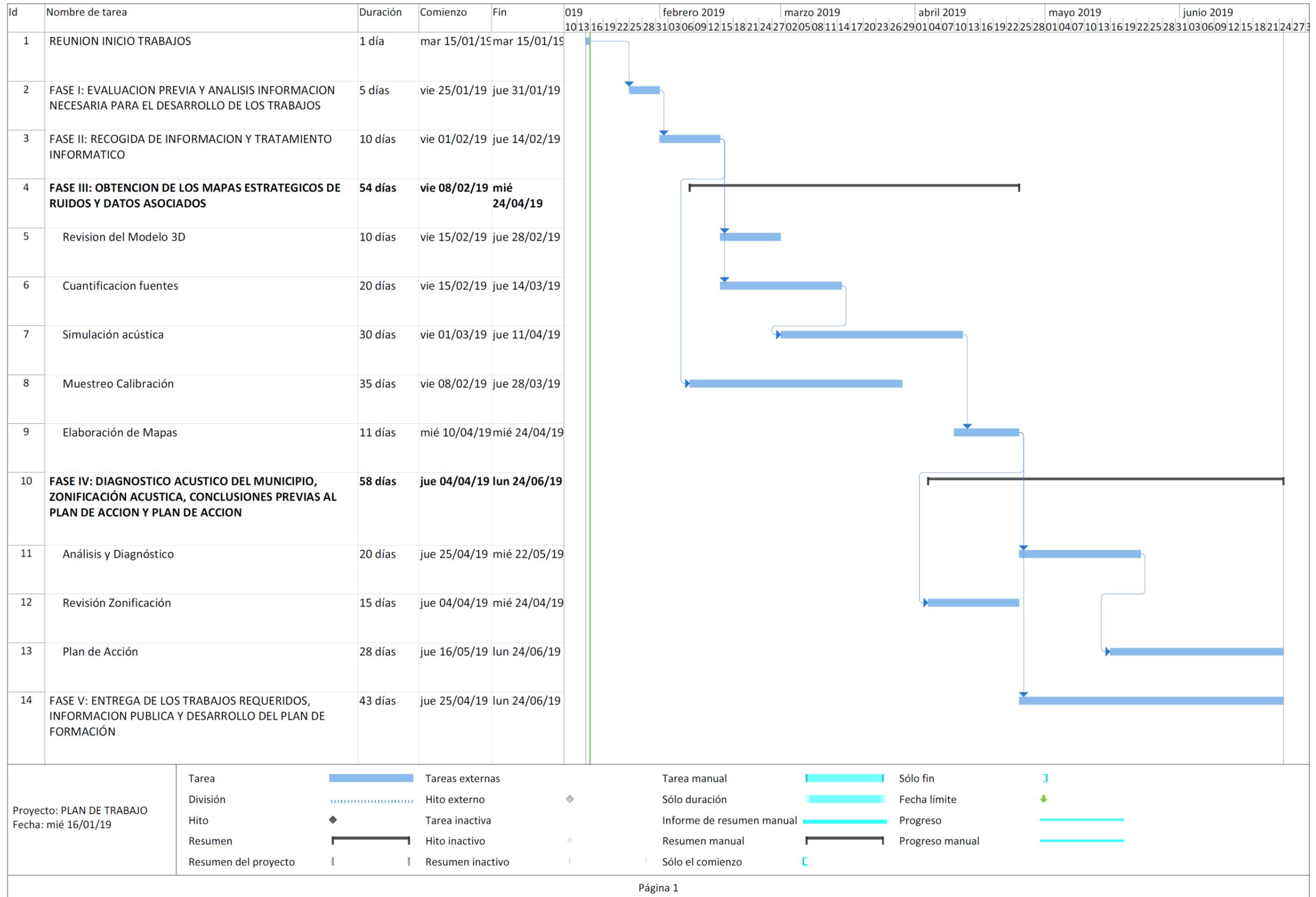
Tipología de edificaciones	Nº de Edificios *
Cultural	85
Terciario	363
Industrial	751
Infraestructura de servicios urbano (depuradoras, transformadores, ...)	57
Recreativo	55
Ocio	5
Otros	2.956

\* El número de edificios es el correspondiente al número de elementos de cada tipología de edificación. Por ejemplo, existen 182 edificios dentro del área de sensibilidad acústica con uso predominante docente habiendo sólo 66 edificios destinados a ese uso, el resto de edificios corresponden a gimnasios, capillas, almacén...

## 6.- PLAN DE TRABAJO DEFINITIVO.

---

De acuerdo a los conocimientos que posee [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#) de la ciudad de Algeciras como autor del MER 2013 y su experiencia en la prestación de servicios similares, plantea la siguiente planificación de acuerdo al plazo total ofertado de **CINCO MESES**.



## 7.- DEFINICIÓN DETALLADA DE LA METODOLOGÍA

SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L. propone aplicar la metodología que se presenta a continuación a la prestación del servicio:

### 7.1.- FASE 1. ANÁLISIS PREVIO

#### 7.1.1.- EVALUACION PREVIA Y ANÁLISIS DE LA INFORMACION NECESARIA

Nuestro trabajo comenzará con la elaboración de un análisis previo de la zona de estudio, revisando sus características más destacables y el estado actual en cuanto a contaminación acústica se refiere. Así mismo, se determinará la extensión de la aglomeración urbana del Municipio en base a los criterios establecidos por la legislación vigente, en cumplimiento de las exigencias que establece la Comisión Europea según la Directiva 2002/49/CE.

Para el desarrollo de los trabajos, será necesario situar y caracterizar las principales fuentes de ruido de la ciudad, entre las que se encuentran:

- Tráfico viario urbano
- Tráfico viario interurbano
- Tráfico ferroviario
- Fuentes industriales
- Fuentes aeroportuarias

### 7.2.- FASE 2. RECOGIDA Y TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

#### 7.2.1.- RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN NECESARIA

Definida la zona de estudio, será necesario obtener los datos a través de los cuales se podrá caracterizar el área de forma adecuada. Los datos básicos necesarios para esta tarea se enuncian y definen a continuación:

- Datos geométricos y topográficos
- Usos del suelo
- Zonificación
- Edificación
- Población
- Datos meteorológicos
- Medidas en materia de ruido
- Normativa ruido ambiental
- Inventario de pantallas acústicas y viaductos
- ...

##### 7.2.1.1.- DATOS GEOMÉTRICOS Y TOPOGRÁFICOS

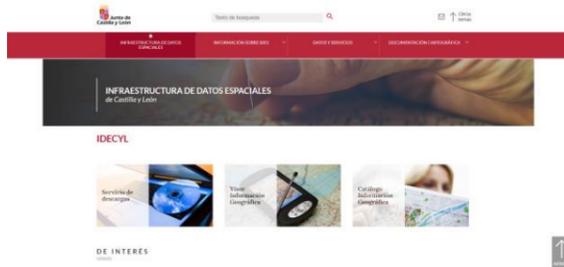
Los datos geométricos y topográficos necesarios para restituir en tres dimensiones el área de estudio se obtienen principalmente a través de tres vías: cartografía digital, datos catastrales y visitas de campo.

La cartografía digital de la zona se obtendrá a través de las siguientes entidades:

- Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)
- Proyecto CartoCiudad del Instituto Geográfico Nacional
- Infraestructura de datos espaciales de la Junta de Andalucía
- Dirección General del Catastro
- Base cartográfica del Ayuntamiento de Algeciras

Estos organismos proporcionan información en formato shape de elementos como edificaciones, puntos de cota, curvas de nivel, ejes de carreteras, entre otros.

Así mismo, todos los ficheros geográficos obtenidos contarán con el mismo sistema de referencia de coordenadas ETRS98/Zona 30, siendo necesario realizar proyecciones en los casos en los que no sea así.



Los datos geométricos y topográficos necesarios para restituir en tres dimensiones el área de estudio se obtienen principalmente a través de tres vías: cartografía digital, datos catastrales y visitas de campo.

En cualquier caso, la información obtenida debe encontrarse a una escala mínima de 1/5.000 y cumplir con los criterios establecidos en el pliego de condiciones técnicas.

### 7.2.1.2.- USOS DEL SUELO

En general se tendrán en cuenta los usos del suelo indicados en el correspondiente Plan General de Ordenación Urbana, siguiendo los criterios definidos en el Anexo V del Real Decreto 1367/2007.

### 7.2.1.3.- EDIFICACIÓN

Los datos de edificación se obtendrán a partir de la cartografía del Catastro y/o del Ayuntamiento, con datos de altura en número de plantas, que tendrán que convertirse a datos de altura en metros con respecto a la base del edificio.

A partir de datos municipales y de trabajo de campo se identificarán las edificaciones existentes atendiendo a la siguiente clasificación:

- **Residencial:** edificios destinados fundamentalmente a ser usados como viviendas, aunque dentro de los mismos puedan coexistir otros usos.
- **Sanitario:** hospitales, ambulatorios, clínicas y cualquier otro centro de atención médica.
- **Docente:** centros infantiles, colegios, institutos, universidades, escuelas y cualquier otro edificio en el que se realice actividad docente.

Para la determinación de las alturas de los edificios, dato necesario para la restitución del modelo tridimensional, será necesario acudir a los datos catastrales en el caso de que no se incluya esta información en la cartografía base digital. Será necesario tratar la información de forma adecuada mediante un sistema de información geográfico para convertir los datos de alturas catastrales (que generalmente se representan como número de plantas en números romanos) en datos numéricos representativos de la altura desde el suelo hasta la azotea, teniendo en cuenta que para edificios residenciales, sanitarios y educativos la primera planta tomará un valor de 4,5 metros y las sucesivas un valor de 3 metros.

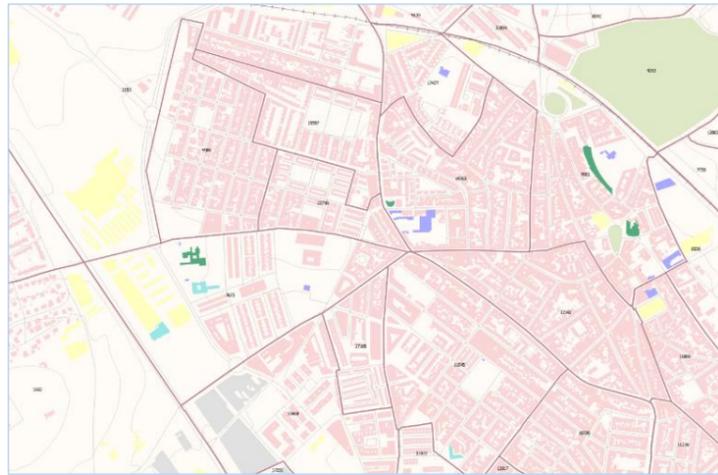
Una vez obtenida la información anterior, mediante visitas de campo se verificará la adecuación de los planos a la situación real. En caso de ser necesario, se actualizarán.

La información obtenida debe encontrarse a una escala mínima de 1/5.000 y cumplir con los criterios establecidos en el pliego de condiciones técnicas.

- **Cultural:** edificio destinado a la realización de actividades culturales.
- **Industrial:** edificaciones destinadas a la realización de actividades industriales
- **Recreativo:** edificaciones en las que se realizan actividades de ocio, incluyendo actividades deportivas o espectáculos.
- **Terciario:** edificios destinados en su mayoría a la realización de actividades comerciales, oficinas, espacios de hostelería, alojamiento o restauración.
- **Otro:** cualquier otra edificación no considerada en ninguna de las categorías anteriores.

#### 7.2.1.4.- 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 núcleos residenciales localizados en el municipio, tomando como dato de partida la población total para cada una de las secciones censales.



Mediante este dato, y la identificación de los edificios residenciales, será posible asignar los habitantes de cada edificio, de forma proporcional al área total del mismo (área en planta por número de plantas)

Toda la información estadística utilizada para la elaboración de los trabajos descritos en la presente licitación tendrá como fuente de origen el Ayuntamiento y el Instituto Nacional de Estadística (INE).

También será necesario obtener el número de viviendas afectadas por cada sección o distrito, dato que se obtiene a partir del total de viviendas por sección o distrito o, en caso de no disponer de dicha información, mediante la consideración de que en cada vivienda residen 2,7 habitantes.

En aquellos casos en los que se obtenga un dato inferior a un habitante por vivienda, se revisarán los cálculos en busca de errores y se realizarán visitas de campo para comprobar este hecho. En el caso de que sea correcto dicho dato, se justificarán los resultados adecuadamente (edificios desocupados, viviendas destinadas a segunda residencia, etc.)

#### 7.2.1.5.- DATOS METEOROLÓGICOS

Se contactará con la Agencia Estatal de Meteorología con el fin de obtener los datos meteorológicos necesarios con indicaciones de viento, precipitación y humedad para cada una de las estaciones que afectan al estudio.

#### 7.2.1.6.- MEDIDAS REALIZADAS EN EL PASADO Y MEDIDAS VIGENTE DE LUCHA CONTRA EL RUIDO

Se solicitará al Ayuntamiento el Mapa Estratégico de Ruido elaborado las medidas realizadas, vigentes o futuras para prevenir, reducir o eliminar el ruido al que se encuentre sometido el municipio

#### 7.2.1.7.- ADMINISTRACIONES A CONSULTAR

El presente punto resume las administraciones a consultar para la obtención de datos:

##### Gobierno estatal

- CNIG. Se obtendrá a través del Centro Nacional de Información Geográfica, perteneciente al Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Fomento, la cartografía base vectorial y raster del municipio.
- Catastro. Se obtendrá a través de la Sede Electrónica del Catastro, perteneciente al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, cartografía con información de altura de los edificios del municipio.
- RENFE / ADIF A través de estas entidades se obtendrá la información de los distintos tipos de trenes que circulan por las vías de Palencia y su tráfico, tanto para el caso de transporte

de pasajeros como de mercancías. Así mismo, se solicitarán los Mapas Estratégicos de Ruido de los grandes ejes ferroviarios de su competencia que discurran por el municipio.

- Ministerio de Fomento. Se solicitará a los servicios de carretera del Ministerio de Fomento las características y últimos datos de aforo de las vías de su titularidad que discurran por el municipio. De igual forma, se solicitarán los Mapas Estratégicos de Ruido (Fase II) de las carreteras de su competencia que discurran por el municipio.

#### Gobierno autonómico

- Junta de Andalucía. Se solicitarán las características y últimos datos de aforo de las vías de su titularidad que discurran por el término municipal, así como los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de su competencia que discurran por el municipio si estuvieran realizados.
- Diputación de Cadiz. Se solicitarán las características y últimos datos de aforo de las vías de su titularidad que discurran por el término municipal, así como los Mapas Estratégicos de Ruido de las carreteras de su competencia que discurran por el municipio si estuvieran realizados.

#### Ayuntamiento de Algeciras:

- Datos geométricos y topográficos a escala 1:5000 y 1:1000
- Plan General de Ordenación Urbana
- Usos del suelo
- Tipología de edificación del municipio
- Datos del Padrón municipal
- Datos meteorológicos
- Normativa local en materia de contaminación acústica
- Mapa Estratégico de Ruido.
- Inventario de barreras y viaductos en el municipio
- Inventario de infraestructuras viarias, ferroviarias de competencia municipal, así como los datos relativos a estos
- Identificación y caracterización de las vías de tráfico, incluyendo datos de aforo
- Líneas de autobuses
- Sistema de recogida de basura: localización de itinerarios y puntos de recogida

- Localización de zonas de ocio, parques y jardines, zonas recreativas
- Localización de zonas industriales
- Denuncias por ruido ambiental

#### 7.2.2.- ESTUDIOS PREVIOS DE PLANIMETRÍA Y ADAPTACIÓN DE FORMATOS

Una vez se disponga de los datos básicos para caracterizar la zona de estudio, será necesario realizar un análisis y tratamiento de los mismos para incorporar toda la información necesaria con la que deben contar los archivos geográficos para que, en las próximas fases de trabajo, se pueda configurar fácilmente el modelo tridimensional de simulación.

Para ello, será necesaria la utilización de un sistema de información geográfica (SIG) que permita manipular los datos geográficos en función de nuestras necesidades. [Sincosur Ingeniería Sostenible S.L.](#) ha apostado por la implantación de un sistema de trabajo basado en software libre de código abierto (**Quantum GIS**)

A continuación se describen algunas de las operaciones más comunes en la ejecución de este punto de trabajo:

##### 7.2.2.1.- CARTOGRAFÍA BASE

###### 7.2.2.1.1.- TRATAMIENTO DE LA CARTOGRAFÍA BASE

La cartografía base que se utilizará para la realización de la presente licitación será la suministrada por el Ayuntamiento y adicionalmente la publicada más recientemente por el CNIG y el Catastro.

Esta cartografía se incorporará a un Sistema de Información Geográfica (GIS) para su correcta gestión y representación mediante capas vectoriales y raster. Este tipo de sistemas funcionan como una base de datos de información geográfica que trabajan con elementos gráficos, tablas y metadatos. Los elementos se disponen en forma de capas apiladas, almacenadas de forma

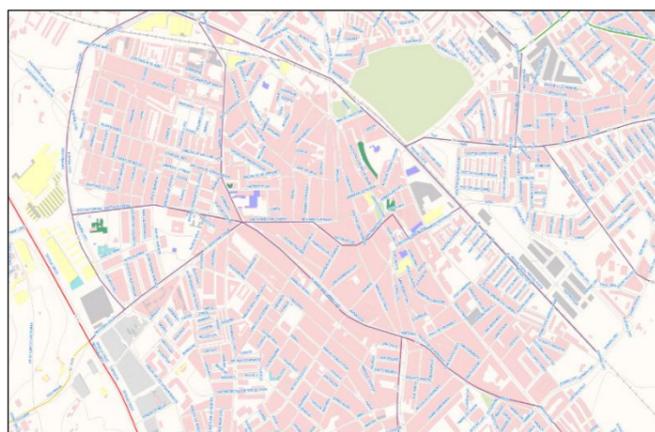
independiente y, mediante el análisis conjunto de estas, es posible obtener nuevas capas con más información.

Para el desarrollo de nuestro trabajo se ha decidido el uso del Sistema de Información Geográfico de distribución libre, **Quantum GIS**, dada su potencia y su capacidad de representación, edición y análisis de los datos geográficos.

Es importante tener presente que estos elementos constituyen la base de nuestro trabajo y la calidad de los mismos condicionará de forma directa la calidad del trabajo final.

Todos estos elementos geográficos servirán para elaborar una base cartográfica que represente el municipio, incluyendo elementos como:

- Provincias y municipios
- Núcleos de población
- Toponimia
- Curvas de nivel y topografía
- Vías de tráfico
- Vías de ferrocarril
- Edificios, depósitos y otros elementos
- Hidrografía
- Zonas verdes
- Obstáculos
- Pasos elevados y túneles
- Localización de edificios o puntos de interés
- ...



Así mismo, estos datos geográficos contendrán tablas atributivas que caractericen cada uno de los elementos, que habrá que completar durante el transcurso de nuestro trabajo.

A modo de ejemplo, se muestran algunas de las estructuras de datos atributivos definidas para las capas de edificios, carreteras y curvas de nivel:

### Edificios

Atributo	Tipo	Descripción
IDENTIF	Entero	Número identificador del edificio
REFCAT	Entero	Nº de referencia catastral
COORX	decimal	Coordenada x del centroide del edificio
COORY	decimal	Coordenada y del centroide del edificio
POB_EDIF	Entero	Población total en el edificio
PLAZAS	Entero	Nº de alumnos de los centros docentes
CAMAS	Entero	Nº de camas de los centros sanitarios
DENOMINA	Texto	Nombre del edificio, en caso de disponer
USO_PRINCI	Texto	Indica el tipo de edificio, según clasificación acústica
AREA	Decimal	Superficie en planta
ALTURA	Decimal	Altura absoluta del edificio
PLANTAS	Entero	Número de plantas
VIVIENDAS	Entero	Número de viviendas

### Carreteras

Atributo	Tipo	Descripción
NOMBRE	Texto	nombre de la vía
IMD	Entero	Intensidad Media Diaria
IMH_DIA	Entero	IMD por hora, para el periodo día
IMH_TARDE	Entero	IMD por hora, para el periodo tarde
IMH_NOCHE	Entero	IMD por hora, para el periodo noche
POR_PES_D	Decimal	Porcentaje de pesados, para el periodo día
POR_PES_T	Decimal	Porcentaje de pesados, para el periodo tarde
POR_PES_N	Decimal	Porcentaje de pesados, para el periodo noche
VEL_LIG	Entero	Velocidad de paso para vehículos ligeros
VEL_PES	Entero	Velocidad de paso para vehículos pesados

Atributo	Tipo	Descripción
ANCHO	Decimal	Anchura de la carretera

- Tipología
- Población
- Viviendas

#### Curvas de nivel

Atributo	Tipo	Descripción
ALTURA	Decimal	Cota

- Carreteras
  - IMD
  - Velocidad
  - % Pesados
  - Anchura
- Pantallas/Obstáculos
  - Coeficiente de absorción
  - Altura
- Emisores puntuales/lineales/superficiales
  - Altura del emisor
  - Longitud del emisor (cuando corresponda)
  - Extensión del emisor (cuando corresponda)
  - Potencia de emisión
  - Banda frecuencial de emisión
  - Tiempo de operación (día, tarde y noche)

#### 7.2.2.1.2.- MODELO 3D

Para la elaboración del modelo tridimensional es necesario asignar a cada elemento una serie de parámetros que caractericen de forma adecuada la emisión y propiedades de cada uno. Esto se puede realizar en el programa de forma manual para cada uno de los elementos, no obstante, esta forma de trabajo resulta poco productiva a largo plazo.

Es una garantía de trabajo, sobre todo si se trabaja con un gran volumen de información, como es nuestro caso, incluir los parámetros necesarios para caracterizar cada elemento dentro de la información atributiva que contiene cada archivo geográfico, mediante un sistema GIS, de forma que posteriormente se pueda configurar el modelo tridimensional de forma semi-automática en base a esta información almacenada.

Teniendo en cuenta esto, tendrán que existir archivos geográficos diferenciados, que no contengan nada más que un mismo tipo de elemento, independientemente del número de objetos que albergue, con cierta información esencial que la caracterice. A continuación se enumera una relación de los parámetros mínimos a incluir en los tipos de objetos más comunes:

- Curvas de nivel
  - Cota para cada curva con valor único en toda su extensión
- Edificios
  - Altura con respecto a la base
  - Coeficiente de absorción

#### 7.2.2.2.- TRATAMIENTO DE VIARIOS

##### 7.2.2.2.1.- EJE 3D

Para adecuar de forma precisa las características y morfología de las carreteras y viarios localizadas en el municipio 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.

##### 7.2.2.2.2.- TRAMIFICACIÓN

Una vez se haya realizado la tramificación de las vías en función de la variación de los parámetros que la caracterizan, habrá que almacenar dicha información en los archivos geográficos que representen los ejes de las carreteras.

Será necesario dividir el objeto correspondiente al eje de la vía en los tramos que se hayan detectado, de forma que cada uno de ellos pueda contar con atributos y parámetros independientes que serán añadidos posteriormente mediante el sistema de información geográfica correspondiente.

**7.2.2.3.- DEFINICIÓN DEL VIARIO**

Se definirán dos capas diferenciadas de ejes:

- **Eje de la vía**  
Constituye una línea única que servirá para definir la carretera, discurriendo por el punto medio de la plataforma. Si existen plataformas separadas, se constituirá un eje por cada plataforma.
- **Eje de modelización**  
Estos ejes representan cada uno de los sentidos de circulación, siendo de especial interés para la realización de los cálculos acústicos. Considerando la intensidad media diaria de una vía cualquiera, se asignará la mitad del tráfico correspondiente de cada tramo a cada uno de los ejes de modelización.

Cada una de estas capas contará con la información que se menciona en el siguiente punto.

**7.2.2.4.- INCORPORACIÓN DE LOS DATOS DE TRÁFICO Y GEOMETRÍA A LAS VÍAS**

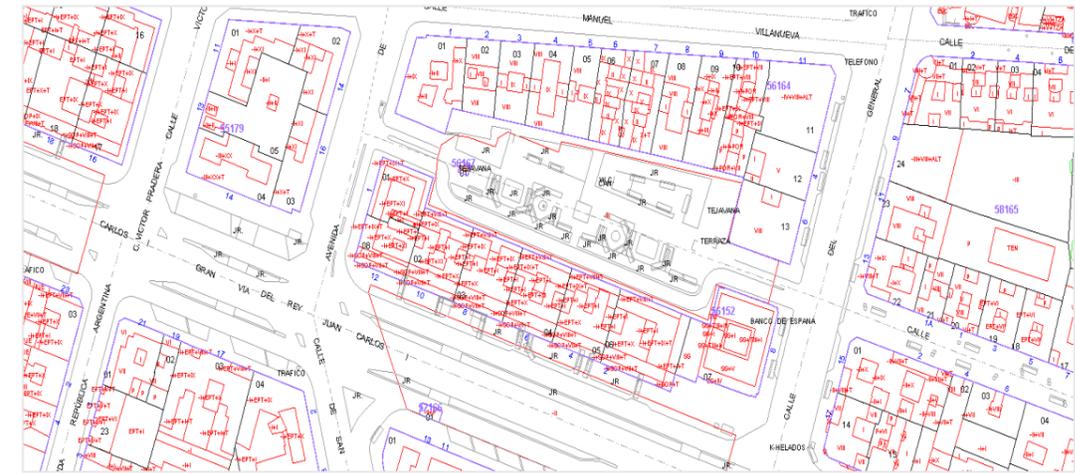
De cada uno de los ejes propuestos se elaborará un elemento geográfico independiente que contendrá las vías subdividida en un número concreto de tramos.

**7.2.2.3.- TRATAMIENTO DE LAS EDIFICACIONES**

Para la identificación de las edificaciones sobre las que se realizarán los estudios se deberán aplicar una serie de procedimientos que aseguren su correcta caracterización.

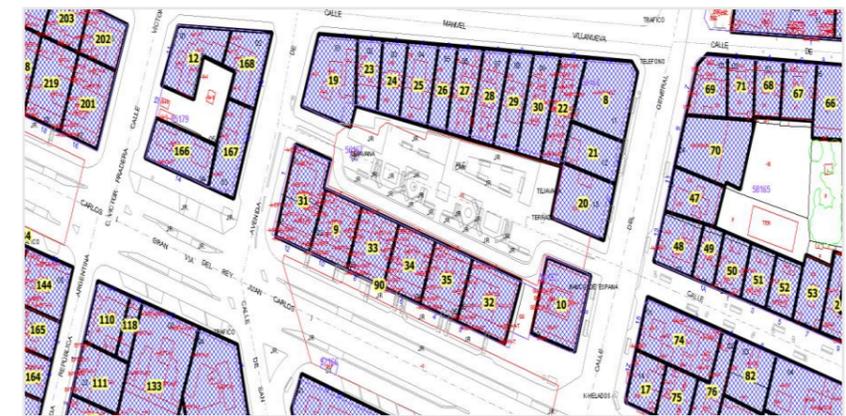
**7.2.2.3.1.- DELIMITACIÓN DE LOS RECINTOS DE EDIFICACIONES.**

Para delimitar los recintos que conformarán la entidad de edificaciones se procederá a partir de la cartografía base disponible que permita realizar una diferenciación clara de estos. Para ello se utilizará la cartografía digital 1:1.000 del Catastro, que ya ha sido definida por los procesos de tratamiento de la cartografía base, mencionados en apartados anteriores.



A partir de la cartografía base se puede obtener una delimitación preliminar de los recintos que conformarán las edificaciones como puede observarse en la imagen anterior. Pero esta delimitación previa va a tener información que es necesario filtrar para evitar sobrecargar el sistema, ya que se

obtienen todos los bloques de distinta altura conforman la edificación, nosotros lo que nos interesa es una identificación de las viviendas a ser que y a



analizadas. Por eso se procederá a fusionar estos recintos de forma que se pueda caracterizar la edificación.

Para la delimitación de los recintos de edificaciones nos apoyaremos en la identificación de estos a partir de las referencias catastrales, como puede observarse en la imagen anterior.

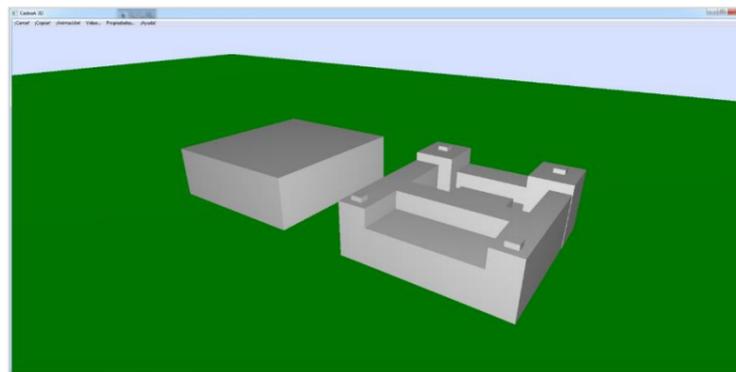
#### 7.2.2.3.2.- TRATAMIENTO DE LOS DATOS DE ALTURAS DE LAS EDIFICACIONES.

Para determinar la altura de las edificaciones se tomarán los datos obtenidos del Catastro, que cuentan con 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.

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.

Considerando un detalle 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.

Ya que la información de altura edificio se obtiene a partir de datos catastrales, habrá que considerar la realización de aproximación, pues estos proporcionan información de altura de cada bloque, azotea, nave, patio, etc. Es necesario,



del los una a

partir de todas estas alturas, definir una única para cada manzana que caracterice de forma adecuada todo el conjunto.

Para ello, haciendo uso de las herramientas GIS disponibles, en primer lugar habrá que determinar para cada una de las alturas catastrales, la manzana a la que pertenecen. Posteriormente habrá que definir un criterio para establecer una altura única a partir de todas las que formen una misma manzana.

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.

#### 7.2.2.3.3.- ASIGNACIÓN DEL USO Y POBLACIÓN DE LOS EDIFICIOS

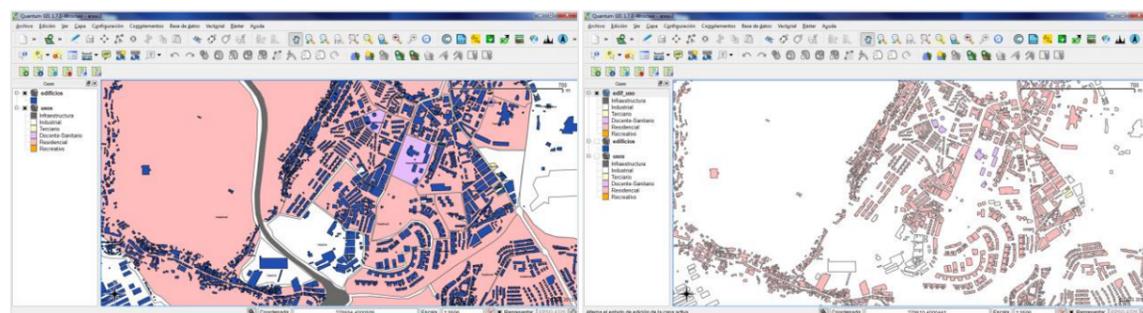
Para la asignación del atributo de uso de la edificación se utilizará como punto de partida la zonificación acústica y el Plan General de Ordenación Urbana. Se propone dividir los usos en ocho grandes grupos que permitirán caracterizar las edificaciones de forma más clara:

- **Residencial:** edificios destinados fundamentalmente a ser usados como viviendas, aunque dentro de los mismos puedan coexistir otros usos.
- **Sanitario:** hospitales, ambulatorios, clínicas y cualquier otro centro de atención médica.

- **Docente:** centros infantiles, colegios, institutos, universidades, escuelas y cualquier otro edificio en el que se realice actividad docente.
- **Cultural:** edificio destinado a la realización de actividades culturales.
- **Industrial:** edificaciones destinadas a la realización de actividades industriales
- **Recreativo:** edificaciones en las que se realizan actividades de ocio, incluyendo actividades deportivas o espectáculos.
- **Terciario:** edificios destinados en su mayoría a la realización de actividades comerciales, oficinas, espacios de hostelería, alojamiento o restauración.
- **Otro:** cualquier otra edificación no considerada en ninguna de las categorías anteriores.

Para la asignación del uso de los edificios, en caso de disponer de información sobre el uso del suelo, el procedimiento, a grandes rasgos, consiste en intersectar la entidad de edificios con los recintos del mapa de usos del suelo. De esta forma tendremos una primera aproximación a los usos de las edificaciones.

En la figura posterior se observa cómo se asigna la información de los usos a los edificios de forma automática mediante operaciones de geoprocésamiento. Para facilitar la comprensión, se han coloreado los distintos usos del suelo conforme al tipo.



Reparto de los usos del suelo: residencial (rosa), industrial (blanco), sanitario (púrpura), infraestructuras (gris)

Otro de los atributos que más importancia va a tener en lo referente a la entidad de edificaciones es la población asignada a cada una de estas. Para determinar la población y las viviendas asignadas a cada edificación se realizará mediante dos procedimientos:

a. Solicitud de los datos de población del Padrón Municipal. A partir de esta información es posible asignar la población a un número de portal, lo que implica tener una información bastante realista de la población. Esta información puede ser georreferenciada y de esta forma aplicada a cada edificación, como se puede observar en la siguiente imagen.



de la

Esta información también deberá ser revisada para evitar posibles fallos en la asignación.

b. Estimación de la población. En el caso de no poder acceder a la información de los padrones municipales, será necesario realizar una estimación de la población. Para poder realizar un reparto de población de forma más precisa se utilizará la división territorial de menor dimensión, es decir, las secciones censales.

Debido a que este dato es de vital importancia para la determinación de posteriores procesos, se considera necesario indicar cuál es la metodología utilizada para la obtención de este atributo. Por este motivo se añade un campo denominado ORIGEN\_PERS donde se deberá identificar la metodología de asignación de los habitantes.

A partir de esta indicación se podrá verificar la exactitud de los datos, ya que la asignación perteneciente al Padrón Municipal indicará que la población asignada es real, mientras que la población que sea asignada por estimación, puede contener cierto grado de error, que se intentará reducir por medio de un proceso propio que permita realizar un reparto más equitativo.

Para la determinación de la población y las viviendas de cada edificio, según el criterio de estimación de población a partir del número total de habitantes por secciones censales, se ha diseñado un criterio por el cual se reparten de forma proporcional los residentes. Este criterio se

ha ideado como una distribución proporcional a la superficie total construida de un edificio (metros cuadrados en planta por número de plantas).

Los pasos para obtener estos datos se definen a continuación:

- Durante la delimitación de las edificaciones se ha obtenido el número de plantas de la edificación
- Determinar la superficie del recinto de edificación y la superficie estimada construida (superficie en planta por número de plantas)
- Determinar la superficie total construida existente dentro de cada sección censal.
- Obtener, para cada sección censal, un coeficiente de población en función de la superficie total construida y la población existente.
- Aplicar el coeficiente correspondiente según la sección censal a cada uno de los edificios, (en función de la superficie total construida) obteniendo la población que alberga.

Para realizar la estimación del número de viviendas según cada edificación, se considera una vivienda por cada 2,7 habitantes.

#### 7.2.2.3.4.- ASIGNACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE LOS EDIFICIOS

Este coeficiente se asignará en función de la fachada de la edificación, estableciendo, en caso de no conocer los coeficientes de absorción reales, los recomendados por defecto en la guía de buenas prácticas de WG-AEM:

- Completamente reflectante = 0
- Pared plana de ladrillo, reflectante = 0.2
- Edificio con balcones y miradores = 0.4
- Pared absorbente = 0.6

Incluir este coeficiente entre los atributos de los datos geográficos de los edificios facilitará la labor al configurar los parámetros del modelo acústico en el software de predicción.

#### 7.2.2.4.- TRATAMIENTO PANTALLAS, OBSTÁCULOS Y VIADUCTOS

Será necesario identificar todas las barreras y obstáculos que puedan interferir en la propagación del sonido. Así mismo, habrá que localizar viaductos y pasos inferiores con el fin de afinar la realización del modelo tridimensional.

La identificación de estos elementos debe realizarse mediante visitas de campo a las zonas de estudio, tomando datos característicos de los mismos que permitan representar cada uno de ellos. Los parámetros resultantes se añadirán posteriormente mediante un sistema de información geográfica.

Todos los objetos de un mismo tipo deben agruparse dentro de una única capa geográfica, con atributos diferenciados, manteniendo la misma estructura de datos. Cada tipo de objeto contará con una estructura de datos independiente, que recogerá los parámetros que caractericen adecuadamente cada uno de los objetos.

Se asignarán subtramos a cada objeto en función de las variaciones de los parámetros que lo caractericen. A continuación se detalla una relación con la estructura de datos propuesta para cada uno de los tipos mencionados:

#### Pantallas, barreras y viaductos:

Nombre del campo	Tipo de dato	Definición
EMPLAZAMIENTO	TEXTO	Lugar de emplazamiento del obstáculo
PK_inicio	Texto	PK del inicio del obstáculo
PK_fin	Texto	PK del final del obstáculo
LONGITUD	Decimal	Longitud total de la pantalla
MARGEN	Texto	Margen de la carretera en la que se sitúa el obstáculo: I (izda) o D (drcho)
ALTURA	Decimal	Altura en metros del obstáculo

### 7.2.3.- IDENTIFICACIÓN DE LOS FOCOS DE RUIDO

Se identificarán fundamentalmente los siguientes focos de ruido:

- Tráfico Viario
- Tráfico Ferroviario
- Tráfico Aeroportuario
- Ruido Industrial

### 7.2.4.- CARACTERIZACIÓN DE LOS FOCOS DE RUIDO

El procedimiento de caracterización de cada fuente se describe a continuación:

#### 7.2.4.1.- TRÁFICO VIARIO (CALLES Y CARRETERAS)

Para caracterizar acústicamente cada una de las vías de tráfico habrá que determinar, como mínimo, los siguientes parámetros:

- Pavimento de la vía y estado del mismo
- Plataformas, ejes y anchura
- Número de carriles por sentido
- Número de vehículos anuales, día, tarde y noche
- Flujo de paso de vehículos día, tarde y noche
- Velocidad de paso para vehículos ligeros/pesados día, tarde y noche (se atenderá a las 5 clasificaciones que define el método CNOSSO5-EU)
- Altura del eje de la vía

Dado que es habitual que estos parámetros varíen a lo largo de las vías de tráfico viario, para caracterizarlas con el máximo grado de detalle, se realizará una segmentación de las mismas en función de las variaciones de los parámetros, estableciendo tramos a lo largo de las carreteras que permitan plasmar estos cambios a la hora de generar el modelo informático tridimensional

para el cálculo acústico. Se considerarán tantos tramos como variaciones existan, independientemente de la longitud o el número de tramos. Para obtener esta información será necesario realizar visitas de campo y comprobar in-situ las variaciones a lo largo de la carretera.

Disponiendo de estos parámetros, se puede determinar el nivel de emisión de la carretera.

Para la determinación de la velocidad se puede recurrir al promedio de velocidad de un parque de vehículos. Dicho promedio se puede definir del modo siguiente:

- Velocidad mediana V50: velocidad que alcanza o excede el 50 % de todos los vehículos.
- Velocidad mediana V50 más la mitad de la desviación típica de las velocidades.

Si los datos disponibles no permiten un cálculo preciso de las velocidades medias, se puede adjudicar a cada segmento de la vía la velocidad máxima permitida en el mismo. Cada vez que cambia el límite de velocidad autorizado, se definirá un nuevo segmento. Todos los datos de velocidad, determinados con cualquiera de estos métodos, que resulten inferiores a 20 km/h se fijan en 20 km/h.

Se detallarán las características geométricas de los tramos de cada vía, así como los tráficos considerados, aportando datos de intensidad horaria representativa, velocidad media y porcentaje de vehículos ligeros y pesados, para cada uno de los siguientes periodos:

- Día: 07:00 – 19:00
- Tarde: 19:00 – 23:00
- Noche: 23:00 – 07:00

En la obtención de los datos de intensidad media diaria (IMD) es posible que no se mencione la distribución de vehículos para los periodos día, tarde y noche. Si la fuente no cuenta con datos más precisos, considerando que el periodo día son 12 horas, el periodo tarde 4 horas y el periodo noche 8 horas, se puede realizar la siguiente aproximación, según el documento de buenas prácticas de WG-AEN.

- Asignar al periodo día el 70% del IMD
- Asignar al periodo día el 20% del IMD
- Asignar al periodo día el 10% del IMD

Esta aproximación se realiza en base a un análisis de varios años del tráfico de Berlín, utilizando datos de flujo de tráfico por horas, obtenidos a partir de estaciones de conteo automáticas instaladas en lugares fijos. No obstante, para obtener una mayor precisión, se pueden realizar aforos en zonas concretas de la zona de estudio para analizar la distribución de coches a lo largo de los tres periodos para la carretera de estudio.

Los datos de velocidad y las características de la carretera (anchura, tipo y estado del pavimento, etc.) se obtendrán mediante visita de campo.

#### 7.2.4.2.- TRÁFICO FERROVIARIO

Los datos de frecuencia de paso para los distintos periodos del día, así como las características de los trenes, tanto para el caso de transporte de pasajeros como de mercancías, se obtendrán a través de ADIF y RENFE.

Actualmente se encuentran publicados los MER en la web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de los grandes ejes ferroviarios de la segunda fase.

#### 7.2.4.3.- FUENTES INDUSTRIALES

El procedimiento para caracterizar una actividad industrial engloba dos fases:

- **Estudio detallado de las fuentes de ruido de la actividad industrial**
  - o Localización de fuentes, descripción, periodos de funcionamiento, características singulares, etc.
- **Mediciones acústicas de las fuentes de ruido de la actividad industrial**
  - o Determinación del espectro sonoro

#### 7.2.5.- MEDIDAS ACÚSTICAS

De acuerdo al pliego de prescripciones técnicas se llevarán a cabo:

- Medidas de corta duración,
- Medidas de larga duración
- Medidas de caracterización de la potencia acústica de emisión de las fuentes de ruido de naturaleza industrial.

#### 7.3.- FASE 3. ELABORACIÓN DE MAPAS DE RUIDO

##### 7.3.1.- INTRODUCCIÓN Y MANEJO DE DATOS Y PLANIMETRÍA EN EL SOFTWARE DE MODELACIÓN ACÚSTICA

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, estaremos en disposición de elaborar los modelos acústicos que determinen el Mapa Estratégico de la Ciudad.

Para el cálculo y representación de los mapas se diferenciarán los siguientes focos:

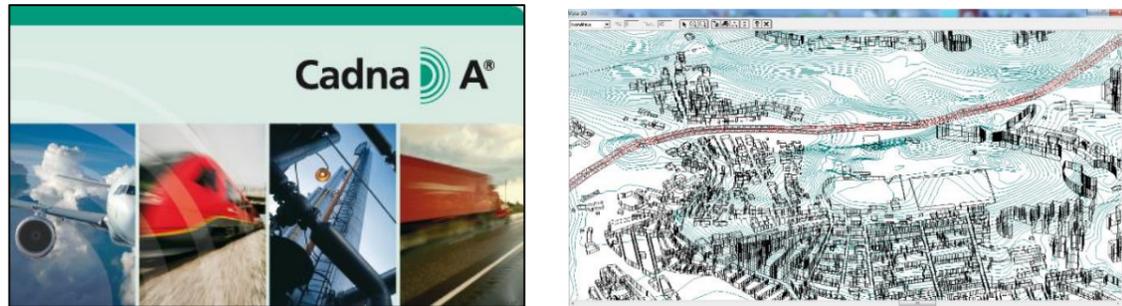
- Tráfico Viario:
  - o Tráfico Urbano
  - o Grandes ejes viarios (IMD > 8000 veh/día)
- Tráfico ferroviario
- Industria
- Aeroportuario (Helipuerto)
- TOTAL de emisores

Posteriormente los cálculos realizados se incorporaran al sistema GIS y acústico para su tratamiento. Para cada tipología de focos y para la suma de todos se calculará la población afectada a 4 metros de altura y a todas las alturas.

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

### 7.3.2.- SOFTWARE DE SIMULACIÓN ACÚSTICA

Para elaborar el modelo acústico tridimensional del municipio y procesar el cálculo matemático se utilizarán 2 licencias del programa CadnaA. Estas licencias están instaladas en dos Workstation, una con 32 microprocesadores y otra con 8 procesadores que pueden simultanear el cálculo sobre el mismo mapa de forma que sea posible ejecutar los cálculos en un tiempo reducido.



### 7.3.3.- MODELOS DE SIMULACIÓN

Conforme a la Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre, por la que se modifica el Anexo II 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 del ruido ambiental, se sustituyen los métodos de cálculo de los índices de ruido Lden y Ln utilizados actualmente para la evaluación del ruido industrial, del ruido de aeronaves, del ruido de trenes y del ruido del tráfico rodado, por una metodología común de cálculo desarrollada por la Comisión Europea a través del proyecto «Métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU)», de obligado cumplimiento a partir del día 31 de diciembre de 2018.

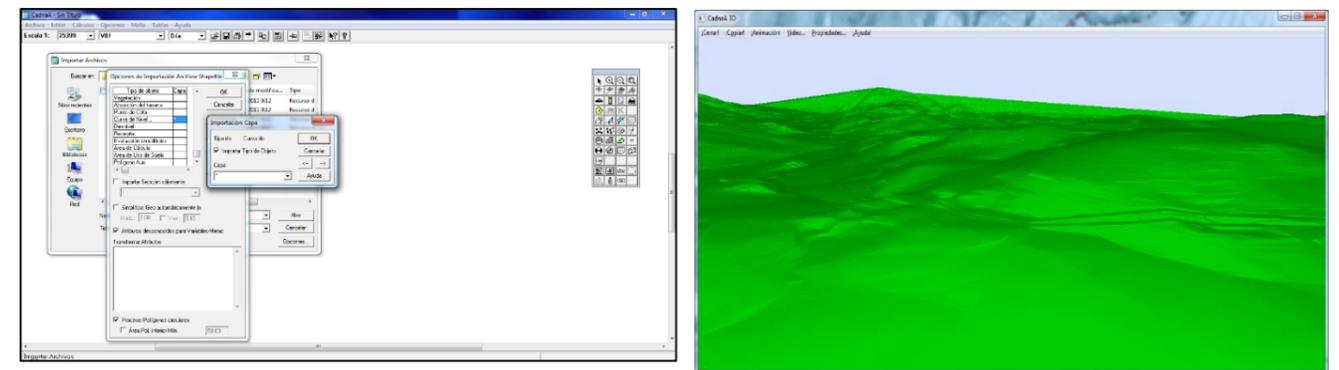
### 7.3.4.- CREACIÓN DEL MODELO 3D

A partir de la información obtenida, georreferenciada, en la síntesis informativa es posible construir el modelo. A continuación se detallan los pasos necesarios para tal efecto:

#### 7.3.4.1.- INCORPORACIÓN DE LA TOPOGRAFÍA

El primer paso será la incorporación de la geometría del terreno del área de estudio mediante curvas de nivel. Para ello, los datos fuente en formato shape deben disponer de la información de coordenadas Z.

Hecho esto, habrá que asignar a cada curva el valor de cota correspondiente almacenado en el archivo geográfico, de forma automática mediante los comandos de los que dispone el programa predictivo. De esta forma será posible visualizar en tres dimensiones el terreno del área de estudio:



#### 7.3.4.2.- INCORPORACIÓN DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

Los datos geométricos de las vías de tráfico rodado bajo estudio se importan en formato shape 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 eje de la carretera.



En este punto será necesario comprobar si algún edificio ha quedado enterrado o semienterrado por las características geométricas del suelo. Es poco probable que ocurra esto si la topografía original cuenta con un nivel de detalle de 1 metro.

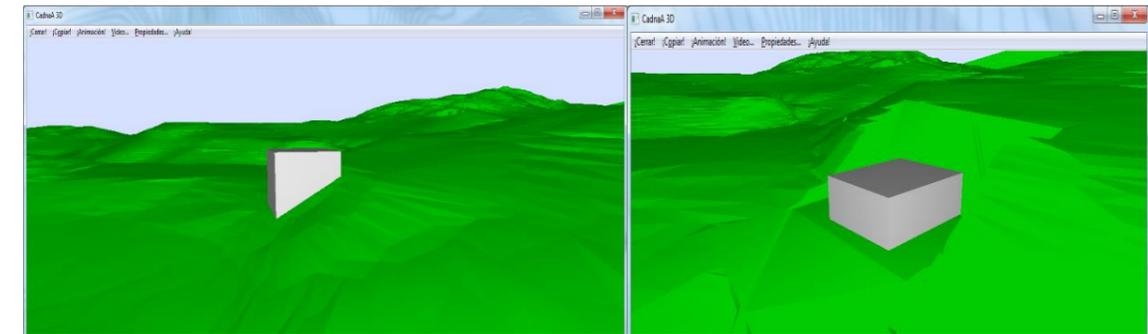
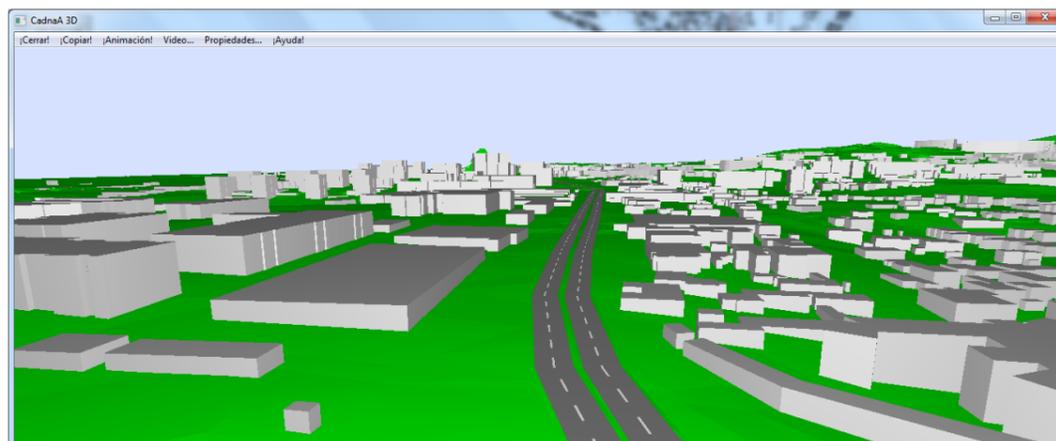
Para apreciar este fenómeno, se ha dibujado un edificio dentro de una zona de terreno irregular y se ha realizado una corrección básica del terreno, modificando de forma adecuada las curvas de nivel.

### 7.3.4.3.- INCORPORACIÓN DE LOS EDIFICIOS

De forma análoga a como se realiza con las carreteras, después de importar los datos en formato shape de los edificios, para configurar de forma automática los parámetros correspondientes habrá que hacer uso de las siguientes variables:

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

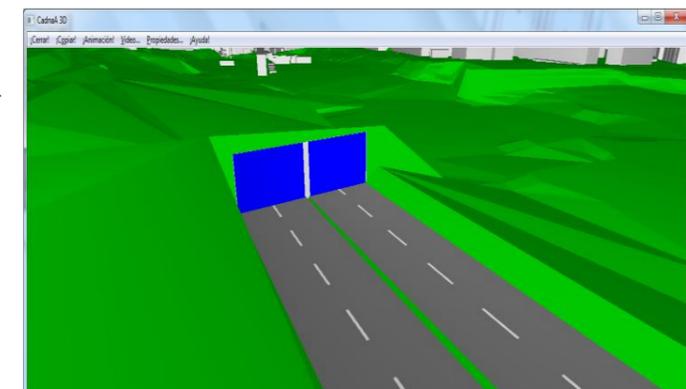
Una vez configurados los elementos, la vista tridimensional mostrará lo siguiente:



### 7.3.4.4.- MODELADO DE TÚNELES

Los túneles se modelarán como focos de ruido superficiales verticales atendiendo a las recomendaciones del software CadnaA, que asignan 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.

Como se puede observar en la figura, detrás de cada emisor superficial vertical (elemento azul) habrá que colocar una barrera acústica (elemento gris) con absorción total para evitar la radiación de sonido hacia atrás.



### 7.3.4.5.- MODELADO DE VIADUCTOS

Se atenderán a las recomendaciones nacionales e internacionales a la hora de modelar estos elementos, intentando siempre obtener el máximo grado de detalle para representar el viaducto de la forma más exacta 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.



Es importante que los extremos de la carretera descansen sobre el terreno, por lo que habrá que modificar las curvas de nivel y adaptar el terreno en el caso de que esto no sea así.

Las columnas y otros elementos que aparezcan en el puente se incluirán en el modelo digital, siempre procurando obtener el máximo grado de detalle.

### 7.3.4.6.- INCORPORACIÓN DE PANTALLAS ACÚSTICAS

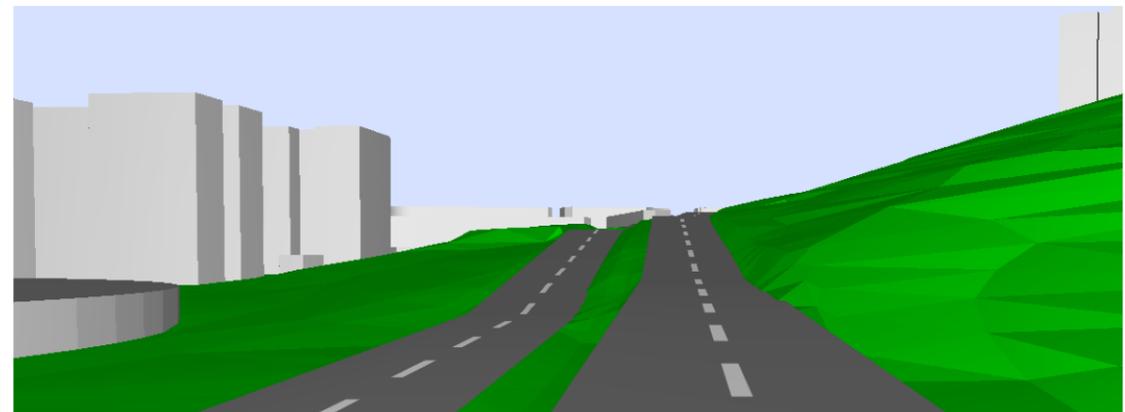
Se incorporarán las pantallas acústicas y otras barreras no contempladas en la topografía, especificando su altura y las condiciones de absorción del sonido. Así mismo, se indicará si la pantalla descansa sobre el suelo o se encuentra

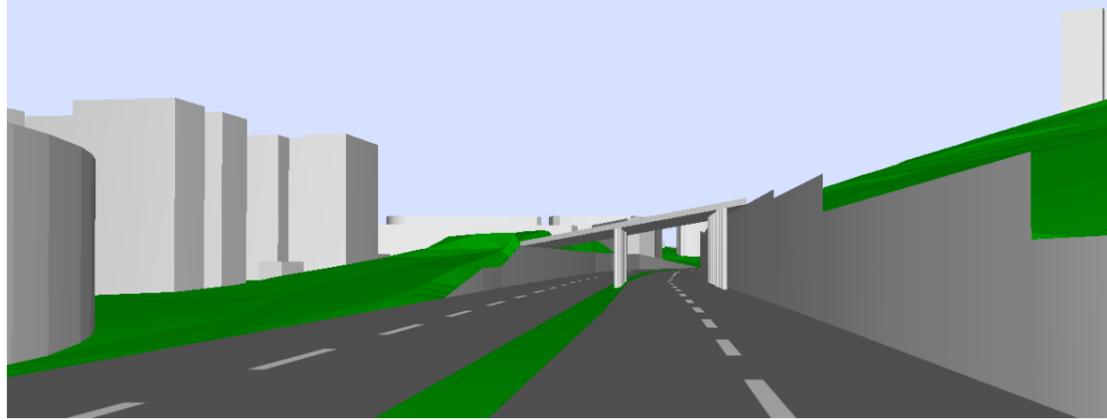


elevada sobre el mismo y si la terminación superior es de algún tipo en concreto (cilíndrico, forma T o voladizo).

### 7.3.4.7.- ANÁLISIS PORMENORIZADO DEL MODELO

Se revisará el modelo de forma minuciosa, comparando los datos obtenidos en las visitas de campo (fotografías, alturas edificios, obstáculos existentes) con el modelo tridimensional, para modificar o incorporar aquellos elementos que no se tengan en cuenta en los datos fuente. Este proceso asegura que el modelo recreado se ajuste completamente 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.





#### 7.3.4.8.- INCORPORACIÓN DE ÁREAS DE ABSORCIÓN DEL SUELO

Se determinarán 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 considerarán reflectantes, y las no urbanas, absorbentes. No obstante, en el caso de zonas concretas que no sigan este patrón, se incorporarán zonas de absorción más pequeñas, configuradas según proceda. La correcta distinción de las zonas de terreno absorbente y reflectante contribuirá a reducir la posible incertidumbre de los niveles acústicos calculados.

#### 7.3.5.- OBTENCIÓN DE LOS PARÁMETROS ACÚSTICOS

##### 7.3.5.1.- CONFIGURACIÓN DE CÁLCULO

Una vez elaborado el modelo tridimensional de la zona de estudio, será necesario configurar adecuadamente los parámetros de cálculo, de acuerdo a la Directiva 2002/49/CE, para que el resultado se adecúe lo máximo a situación acústica real. Se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

##### 7.3.5.1.1.- TRAMIFICACIÓN Y FIRME DE LAS VÍAS DE TRÁFICO RODADO

La configuración de las vías de tráfico rodado se realiza en el momento de tratar los datos en formato shape, para que a la hora de cargar la información sea posible asignar de forma automática la configuración de cada elemento. Por este motivo, los criterios de configuración relacionadas con la longitud de la vía, coeficiente de absorción, aforos, etc., se detallan en apartados anteriores.

##### 7.3.5.1.2.- EDIFICIOS

Los edificios vendrán caracterizados por su altura, tipo, población asignada y absorción. Estos datos se incluyen en el fichero shape en la fase de síntesis informativa y se introducen en el momento de incorporar los edificios en el modelo.

##### 7.3.5.1.3.- CONDICIONES DE PROPAGACIÓN DE RUIDO FAVORABLE

Se configurarán los valores correspondientes a un 50% en periodo diurno, 75 % en periodo de tarde y 100% en periodo nocturno.

##### 7.3.5.1.4.- CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Se introducirán los datos correspondientes al área bajo estudio, obtenidos de las estaciones meteorológicas existentes más cercanas.

##### 7.3.5.1.5.- PROPAGACIÓN DEL SONIDO

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.

Asimismo, se establecerá como distancia mínima de propagación del sonido una distancia de 2 Km, parámetro que en el sistema de cálculo se configura como el radio máximo de búsqueda.

#### 7.3.5.1.6.- ORDEN DE REFLEXIÓN

El número de reflexiones que se considera en el método de cálculo para obtener los niveles de ruido en cada uno de los receptores es de 2 para todo el estudio.

#### 7.3.5.1.7.- PARÁMETROS DE EVALUACIÓN

El programa de simulación contempla los parámetros de evaluación de acuerdo a las especificaciones de la norma, siendo los relativos a los periodos horarios correspondientes a  $L_{\text{dia}}$ ,  $L_{\text{tarde}}$ ,  $L_{\text{noche}}$ , y  $L_{\text{den}}$ , todos en dB, a una altura de evaluación de 4 metros.

#### 7.3.5.1.8.- MALLA DE RECEPTORES

La evaluación sonora se realiza mediante mallas de receptores a 4 metros de altura sobre el terreno con una separación entre receptores de 10 metros.

#### 7.3.5.1.9.- EVALUACIÓN DE FACHADAS DE EDIFICIOS

Se asignan receptores a una altura de 4 metros, a 0.1 metros de la fachada de los edificios, con una separación máxima entre receptores de 3 metros. El cálculo no tiene en cuenta la reflexión de la fachada evaluada pero sí las reflexiones de las fachadas de los edificios circundantes.

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

#### 7.3.5.2.- SIMULACIÓN DEL MODELO 3D

Una vez realizado y configurado el modelo tridimensional, será necesario que el programa de simulación comience el cálculo para obtener los niveles sonoros de los indicadores definidos.

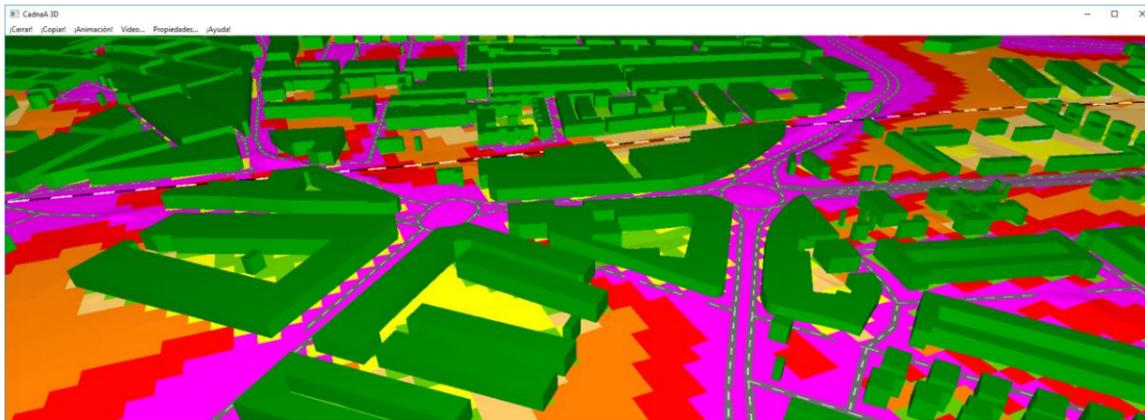
Para optimizar los recursos y minimizar el tiempo requerido para tal efecto, el proceso de cálculo se distribuye entre diferentes equipos dedicados de forma exclusiva, mediante la tecnología PCSP (*Program Controlled Segmented Processing*) que permite dividir el modelo en sub-regiones de malla de cálculo que se pueden procesar de forma independiente.

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 detendrán el proceso. En este punto, será posible cargar todas las hojas calculadas y ver el resultado final, mostrando los niveles de ruido para cada uno de los indicadores configurados.

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.

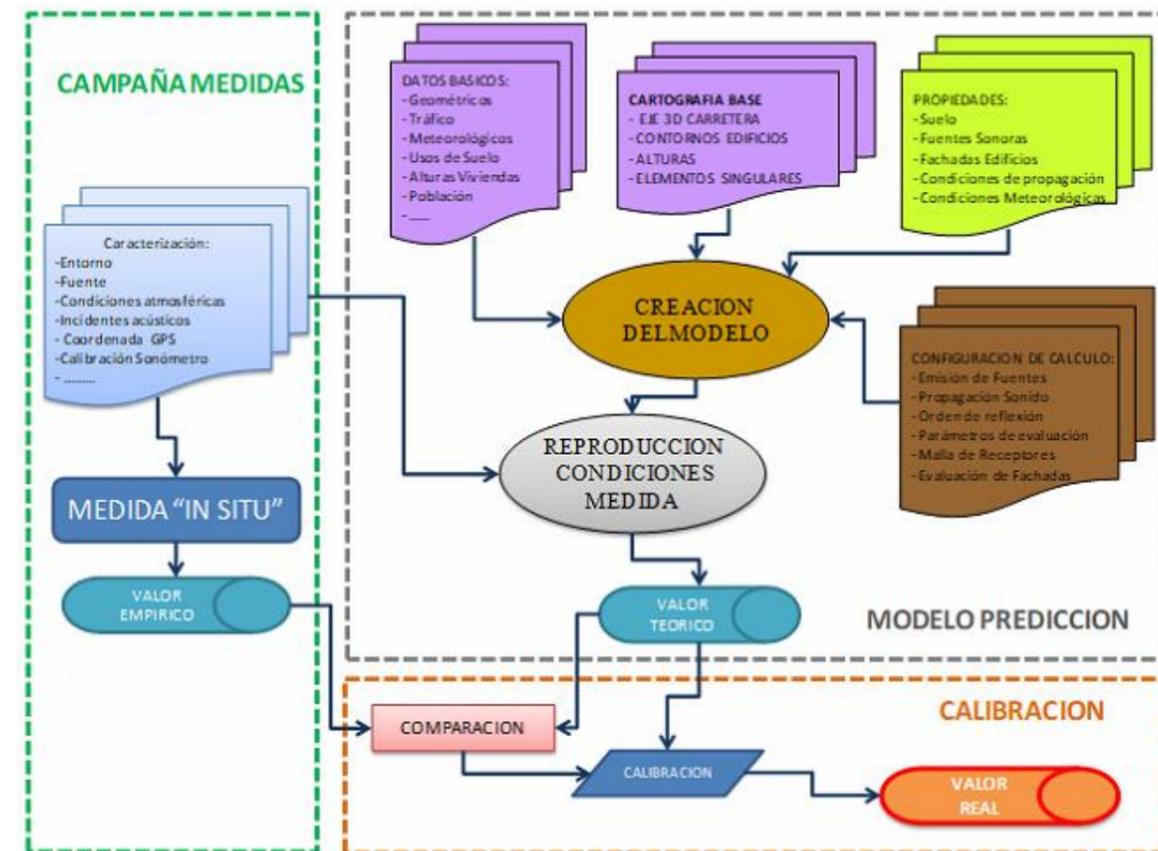
A continuación se muestra imágenes de un modelo acústico realizado:



### 7.3.5.3.- CALIBRACIÓN DEL MODELO ACÚSTICO

En el caso de detectar una irregularidad notoria en los resultados obtenidos mediante simulación acústica, se podrá realizar una calibración del modelo. Para ello se realizarán mediciones concretas en el escenario real para comparar con los resultados proporcionados por el programa de simulación, siempre considerando condiciones similares en ambos escenarios. Esto permitirá detectar posibles errores en la configuración del modelo, minimizando la incertidumbre de los niveles acústicos obtenidos.

La hipótesis que se plantea de partida, eje de una tesis doctoral que se está desarrollando en la Universidad de Cádiz, se puede ver en el siguiente esquema:



Como se puede observar se trata de simular las condiciones de la medida realizada en el modelo de predicción utilizado para la obtención de los mapas estratégicos de ruidos y obtener el resultado que determina el modelo.

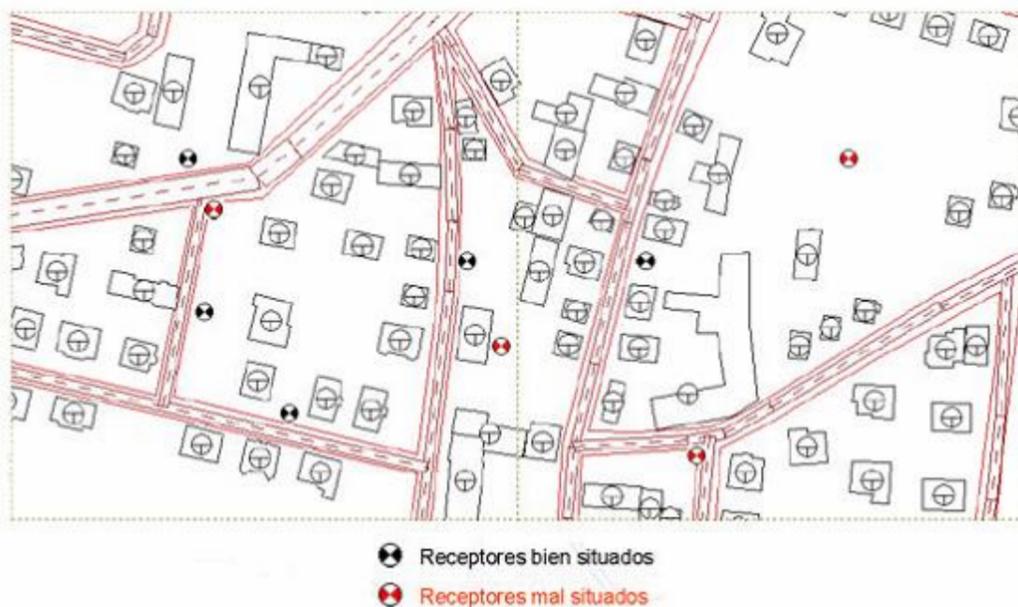
Una vez obtenido este dato se comparará con el resultado de la medición y según la distancia a la fuente, se considerarán los siguientes umbrales de error permitido:

- 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.](#)

Si estos valores son sobrepasados se revisará el modelo y la medida realizada.

Los receptores que se incorporen al mapa acústico teórico en el software de simulación, coincidente con las mediciones, deberán atender a criterios geométricos adecuados, como se puede observar en la siguiente imagen:



### 7.3.6.- GRADO DE EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN

En este apartado se responden las preguntas acerca de cómo se analizarán e interpretarán los resultados obtenidos del cálculo del MER y de cómo se evaluará la población afectada por el ruido, pero antes de nada habrá que revisar la zonificación acústica existente en la ciudad.

#### 7.3.6.1.- ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

Las áreas del término municipal de Algeciras deben clasificarse, conforme a las directrices establecidas por la Ley del Ruido y los Reales Decretos que la desarrollan, 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, se deberán tener en cuenta la existencia en el mismo de zonas de servidumbre acústica y de reservas de sonido de origen natural.

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.

Así mismo, 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 estas y las zonas de servidumbre acústica y reservas de sonido de origen natural, 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 este 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.

La delimitación de la extensión geográfica de un área acústica estará definida gráficamente por los límites geográficos marcados en un plano de la zona a escala mínima 1/5.000, o por las coordenadas geográficas o UTM de todos los vértices y se realizará en un formato geocodificado de intercambio válido.

Por último, en los sectores del territorio gravados por servidumbres acústicas las inmisiones podrán superar los objetivos de calidad acústica aplicables a las correspondientes áreas acústicas, y se podrán establecer limitaciones para determinados usos del suelo, actividades, instalaciones o edificaciones, con la finalidad de, al menos, cumplir los valores límites de inmisión establecidos para aquéllos. En las zonas gravadas por estas servidumbres se deberán respetar las limitaciones que imponga el organismo responsable de las mismas, o bien tramitar la modificación de dicha servidumbre de acuerdo con lo previsto en el Artículo 11 del Real Decreto 1367/2007.

Se realizará una revisión de la zonificación acústica existente incorporando aquellos nuevos desarrollos urbanos no contemplados en la zonificación acústica actual.

### 7.3.6.2.- METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA POBLACIÓN AFECTADA

Para determinar la población afectada por el ruido será necesario por un lado identificar los edificios de carácter sensible (residencial, docente-cultural y sanitario) y realizar cálculos de niveles de exposición en fachada según la metodología expuesta a continuación:

#### Evaluación a 4 metros de altura

Se calculará el nivel de ruido máximo en fachada de cada edificio 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.

Posteriormente, conociendo los datos censales de la zona, se determinará la población de cada edificio mediante operaciones en el sistema de información geográfica.

El siguiente paso será intersecar el dato de población de cada edificio con el nivel máximo de ruido que soporta la fachada más expuesta, obteniendo y elaborando las tablas de población expuesta a los niveles que se detallan a continuación:

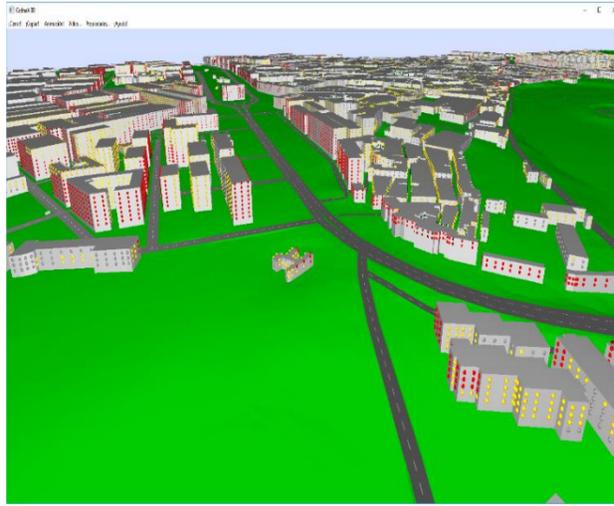
- $L_{dia}$ , 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- $L_{tarde}$ , 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- $L_{noche}$ : 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- $L_{den}$ : 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

La elaboración de esta tabla cumple con la exigencia de la normativa y permite realizar comparativas de forma objetiva con la población afectada de otra zona de estudio. No obstante, hay que tener en cuenta que este procedimiento considera toda la población del edificio condensada en una planta situada a nivel de 4 metros, así como en la fachada más expuesta, lo cual es falso.

### Evaluación a todas las alturas

Para afinar los resultados y proporcionar datos más certeros sobre la población expuesta a niveles superiores a los marcados por los objetivos de calidad acústica se realizará un cálculo a todas las alturas de los niveles en fachada.

Conociendo el número de plantas y número de viviendas por planta se podrá realizar una asignación de la población en función de las plantas para cada edificio. Esto se realizará mediante las herramientas de los sistemas de información geográfica.



Posteriormente, será necesario realizar un cálculo de los niveles en fachada a todas las alturas, considerando como altura mínima 4 metros y una altura de piso de 3 metros.

El siguiente paso será intersecar el dato de población de cada edificio por planta con el nivel máximo de ruido que soporta la fachada más expuesta, obteniendo y elaborando las tablas de población expuesta a los niveles que se detallan a continuación:

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

Finalmente, se hará uso de los valores de nivel de ruido de inmisión marcados por los objetivos de calidad acústica de la legislación vigente en materia de contaminación acústica para determinar la población afectada y su grado de afección.

### 7.3.7.- REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

En este apartado se concretarán los mapas que se realizarán para la ejecución del presente contrato en el municipio:

#### 7.3.7.1.- MAPAS DESCRIPTIVOS DEL MUNICIPIO

Se realizarán distintos planos del municipio que caractericen el entorno y las fuentes sonoras existentes. En el Anexo cartográfico se incorpora un ejemplo de mapa descriptivo.

1. **Área de estudio:** Se generarán mapas que localicen e identifiquen los núcleos de población estudiados en el Mapa Estratégico de Ruido. Así mismo, se obtendrá un plano representativo de la UME de la aglomeración.
2. **Localización de las fuentes de ruido:** Este mapa representará la localización de cada una de las fuentes sonoras que se tendrán en cuenta para la elaboración del MER del municipio
3. **Tipología de la edificación:** Se realizará un mapa que represente la tipología de las edificaciones.
4. **Jerarquía Viaria:** Se realizará un mapa que represente la jerarquía viaria de las vías de la ciudad
5. **Aforos:** Se realizará un mapa en el que se localice la ubicación de los puntos de aforos de vehículos tanto de la red urbana como interurbana
6. **IMD:** Se realizará un mapa en el que se represente la IMD de cada una de las vías tenidas en cuenta en la realización del MER.

#### 7.3.7.2.- MAPAS DE ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

Una vez realizada la revisión de la zonificación acústica del Municipio se realizarán planos de la zonificación acústica global y zonificación acústica en detalle a escala 1:5.000.

### 7.3.7.3.- MAPAS DE NIVELES SONOROS

Se elaborarán planos de niveles sonoros representando los siguientes indicadores, **para cada fuente de ruido y para el conjunto total**:

- o  $L_{dia}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o  $L_{tarde}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o  $L_{noche}$ , representando niveles de 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- o  $L_{den}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

Para ello se hará uso de la cartografía base obtenida en la síntesis informativa y de los archivos shape con las isófonas de los índices de ruido calculados. Se utilizara como escala de representación la 1:5.000. En el anexo cartográfico se adjunta un ejemplo de mapa de niveles sonoros.

### 7.3.7.4.- MAPAS DE FACHADAS EXPUESTAS

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  $L_{dia}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o  $L_{tarde}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o  $L_{noche}$ , representando niveles de 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB
- o  $L_{den}$ , representando niveles de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB

Se utilizara como escala de representación la 1:5.000. En el anexo cartográfico se adjunta un ejemplo de mapa de niveles sonoros.

### 7.3.7.5.- MAPAS DE CONFLICTO

Los indicadores y los niveles límites de referencia que permiten evaluar la calidad acústica del Término de Municipal son los establecidos en 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:

TIPO DE ÁREA ACÚSTICA		Índices de ruido		
		$L_d$	$L_e$	$L_n$
<b>e</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultura que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
<b>a</b>	Sectores del territorio con predominio de uso del suelo residencial	65	65	55
<b>d</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en C)	70	70	65
<b>c</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
<b>b</b>	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
<b>f</b>	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen (1)	(2)	(2)	(2)

(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.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos, de acuerdo al RD 1038/2012

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

Resulta necesario elaborar un procedimiento para, una vez obtenidos los mapas de niveles acústicos, poder determinar las zonas en las que se incumplen los objetivos de calidad acústica, para así poder definir puntos y zonas de actuación donde reducir los niveles sonoros.

Es en este punto donde entra el mapa de conflicto. Su objetivo es representar aquellas zonas de la zonificación acústica en la que se superan los límites establecidos, señalando el indicador más desfavorable y el número de decibelios en que se supera el objetivo de calidad acústica correspondiente.

Por lo tanto, será necesario disponer de antemano de la zonificación acústica y del mapa de ruido para cada uno de los indicadores, debiendo mezclar, para cada indicador, la información de ambas capas mediante tratamiento geográfico para posteriormente representar solo aquellas zonas en las que exista un incumplimiento.

Posteriormente a la obtención de las áreas de conflicto para  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ , habrá que intersecar las 3 capas para determinar en cada zona el indicador más desfavorable, debiendo representar, además, el exceso en dB con respecto a los objetivos de calidad acústica para dicho indicador.

En el anexo cartográfico se muestra un ejemplo de mapa de conflicto realizado.

### 7.3.7.6.- POBLACIÓN AFECTADA

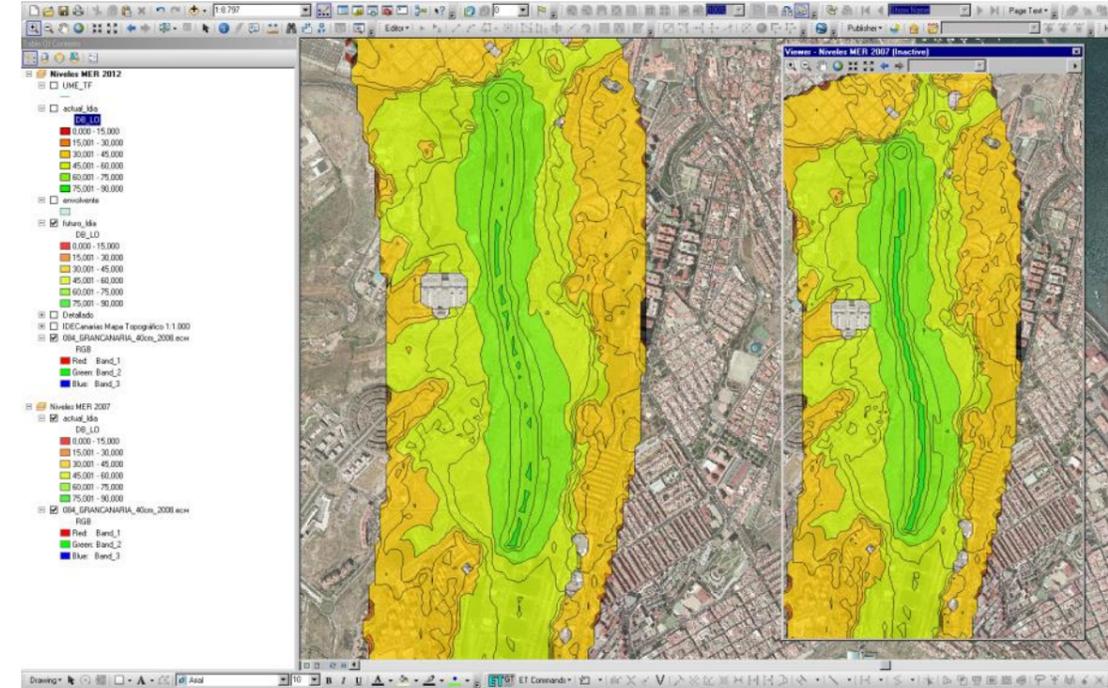
Se entregarán tablas de población afectada considerando, de forma independiente, una evaluación a 4 metros de altura y una evaluación a todas las alturas. Todos los datos se proporcionarán en centenas, considerando siempre la fachada más expuesta, para los siguientes rangos de valores:

- o Población expuesta a niveles  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_{den}$  de 55-59, 60-64, 65-69, 70-74, >75 dB
- o Población expuesta a niveles  $L_n$  de 45-49, 50-54, 55-59, 60-64, 65-69, >70 dB

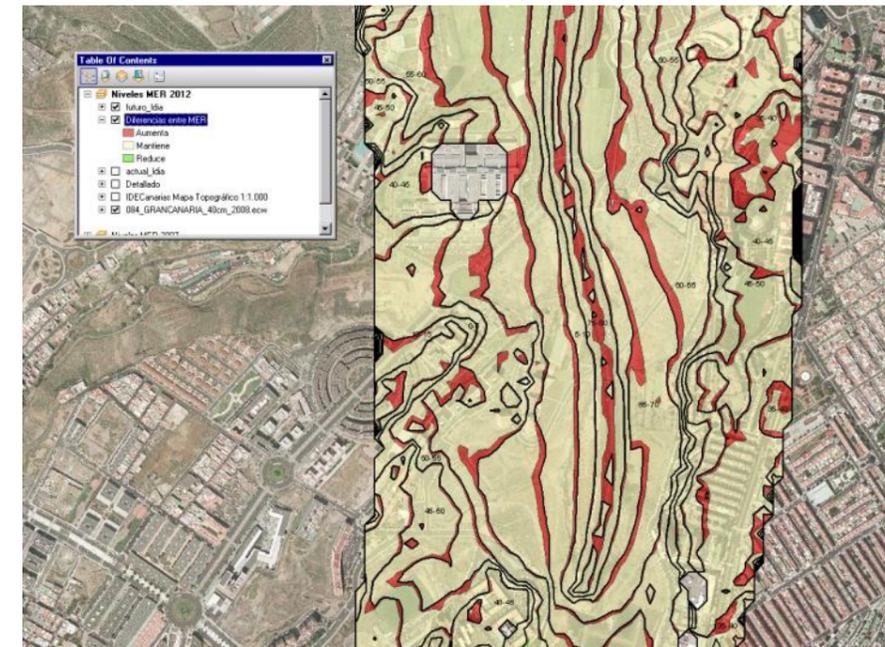
Estas tablas de población se determinarán considerando el funcionamiento individual de cada una de las fuentes de ruido principales del MER y el ruido total y se incluirán en la memoria y en los planos de niveles sonoros. Lo mismo se realizará para los edificios de carácter sensible.

### 7.3.8.- COMPARATIVA MER 2013 – MER ACTUAL

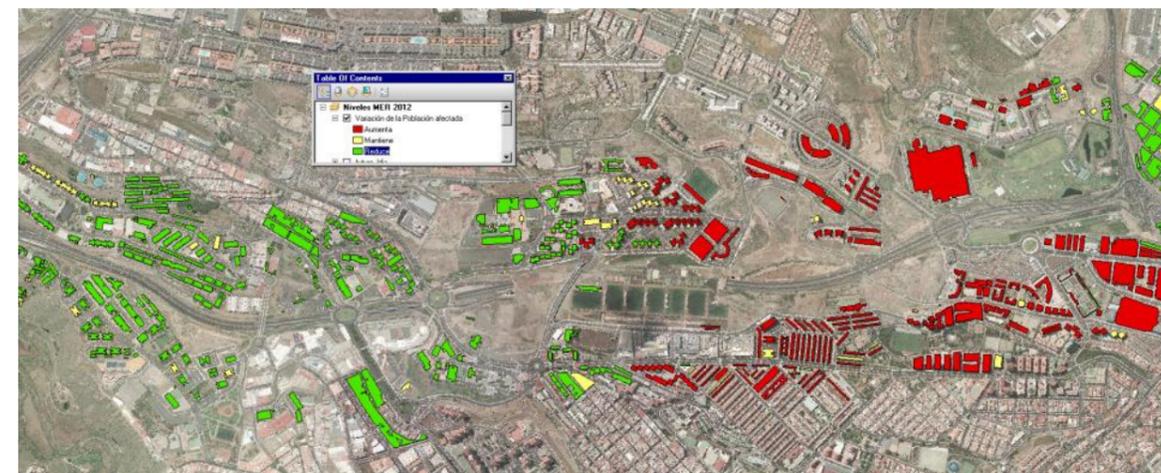
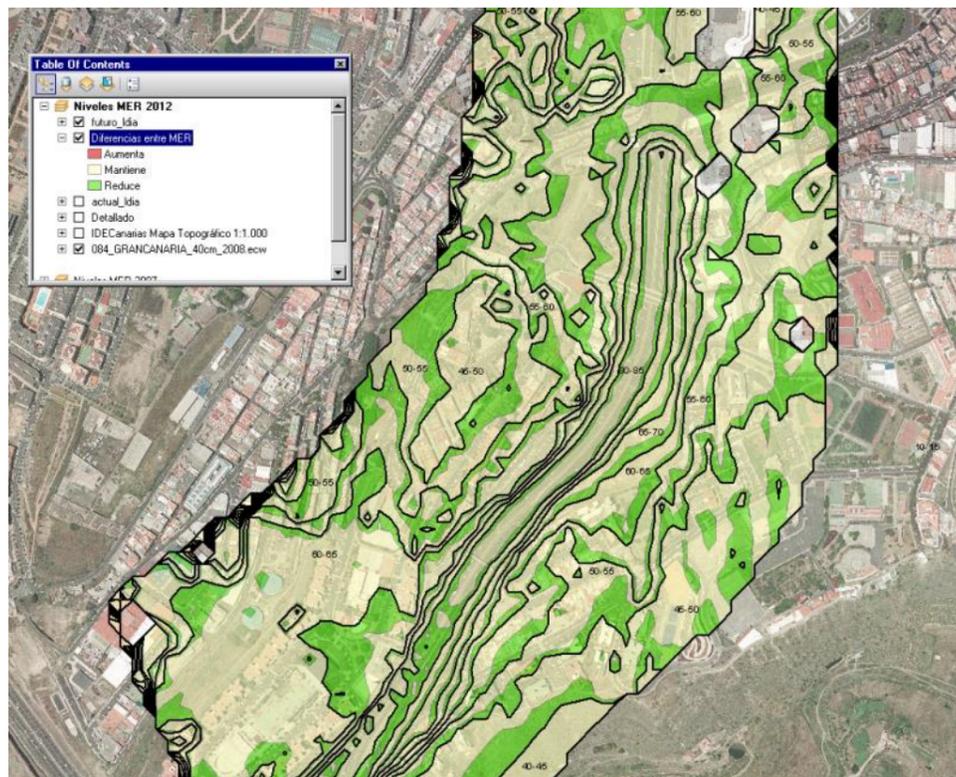
Se realizará una comparativa entre resultados del cartografiado estratégico obtenidos en el MER 2ª fase con los obtenidos en la actualidad para cada foco de ruido y para cada indicador, utilizando herramientas SIG, mediante las cuales es posible realizar una serie de análisis espaciales que de otra forma sería muy complicado visualizar.



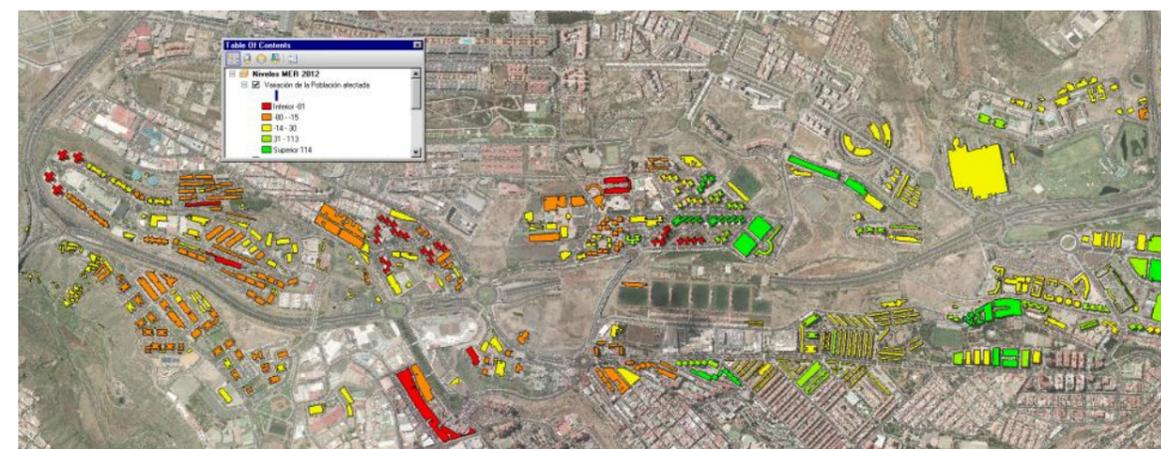
Por ejemplo, es posible determinar las zonas donde los niveles de ruido aumentan entre la 2ª y 3ª fase (señalados con color rojo), como puede observarse en la siguiente imagen:



De igual forma, también se pueden distinguir las zonas donde se han reducido los niveles acústicos (señalados de color verde).



Estas comparaciones también permitirán la cuantificación de la variación, lo que nos ayudará a determinar el grado de repercusión de las actuaciones.



También es posible cuantificar la variación de superficies, como queda indicado en la tabla siguiente, donde se puede observar que en este ejemplo se reducirán los niveles acústicos.

Variación Superficie (Ha)	
Aumenta	21,75
Mantiene	293,73
Reduce	54,32

En el siguiente ejemplo se ha realizado una comparación entre datos de diferentes fases de MER, indicándose como en los casos anteriores en rojo las edificaciones donde aumenta la población afectada, y en verde donde disminuye.

### 7.3.9.- EVALUACIÓN Y DOCUMENTACIÓN PARA EL PROCESO DE APROBACIÓN OFICIAL DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDO POR PARTE DEL AYUNTAMIENTO. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A ENVIAR A LA AUTORIDAD COMPETENTE.

#### 7.3.9.1.- MEMORIA PRELIMINAR

En el presente apartado se exponen los documentos que se presentarán a las administraciones públicas y público en general, para la difusión e información del Mapa Estratégico de Ruido del municipio.

De esta forma, se pretende dar cumplimiento a la Directiva 2003/4/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental, que tiene como objetivos:

- a) garantizar el derecho de acceso a la información medioambiental que obre en poder de las autoridades públicas o de otras entidades en su nombre, y establecer las normas y condiciones básicas, así como modalidades prácticas, del ejercicio mismo, y
- b) garantizar que, de oficio, la información medioambiental se difunda y se ponga a disposición del público paulatinamente con objeto de lograr una difusión y puesta a disposición del público lo más amplia y sistemática posible de dicha información. Para este fin, deberá fomentarse, en particular, el uso de la tecnología de telecomunicación y/o electrónica, siempre que pueda disponerse de la misma.

Una vez se haya concluido el Mapa Estratégico de Ruido del municipio, se procederá a elaborar la memoria y los planos que describan todo el proceso de creación del MER y los resultados obtenidos.

Esta memoria y sus resultados tendrán un carácter preliminar pues estarán sujetas a cuantas modificaciones estime oportunas el Ayuntamiento. Así mismo, su estructura y contenido podrán variar con respecto al aquí planteado, según las indicaciones de este organismo.

A continuación se describe la estructura propuesta por SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L. de la memoria preliminar

- **Memoria técnica del MER**, incluyendo los siguientes aspectos:
  - Análisis de la normativa aplicable en materia del ruido
  - Descripción de la zona de estudio
  - Descripción de los focos de ruido
  - Metodología y proceso de elaboración del MER
  - Análisis de los resultados de los cálculos acústicos
  - Identificación de las zonas más expuestas al ruido
- **Planos**. Se realizarán los planos en una escala general de trabajo de 1: 5.000. En el caso de vistas generales descriptivas de todo el municipio se podrán utilizar escalas 1:20.000, 1:50.000 o 1:100.000.
- **Anejos**, incluyendo los siguientes elementos:
  - Aforos de tráfico viario y ferroviario
  - Resultados de las medidas

Una vez se hagan las correcciones que indique el Ayuntamiento, se entregará la modificación como documento final para su aprobación, tanto en formato papel como digital.

#### 7.3.9.2.- MEMORIA FINAL Y DOCUMENTO RESUMEN

Una vez el Ayuntamiento dé el visto bueno de la memoria preliminar con las modificaciones que haya estimado oportunas, ésta se debe aprobar y exponer públicamente para que la población pueda conocer los trabajos y realizar cuantas alegaciones considere oportunas.

La participación del público puede ayudar a:

- Promocionar soluciones locales como retos locales.
- Identificar las necesidades y principales preocupaciones de la ciudadanía.
- Proporcionar nuevas perspectivas sobre los aspectos y problemas revelados.
- Evitar acciones legales contra el proyecto por los residentes u otros grupos afectados.

- Reducir costes y retrasos del proyecto.
- Identificar la preocupación de los agentes implicados en la fase de planificación.
- Crear alianzas productivas entre el equipo al frente del proyecto, la comunidad local, gobierno y otros agentes relevantes.
- Fortalecer el papel de los distintos agentes implicados creando conciencia de propiedad de las soluciones a desarrollar y,
- Aumentar la credibilidad política.

### 7.3.9.3.- DOCUMENTO RESUMEN

Con el objetivo de dar a conocer trabajo realizado y presentarlo al público, [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#) entregará en formato papel y digital un documento resumen que recoja la metodología, los procedimientos y los resultados obtenidos, utilizando un lenguaje sencillo que permita dar a conocer a la población la situación acústica del municipio.

El documento resumen que se difunda:

- Tendrá un máximo de 25 páginas
- Incluirá una evaluación de la contaminación acústica por tipo de foco.
- Incluirá planos de niveles sonoros y de afección
- Contendrá las principales conclusiones del estudio del MER y una evaluación global de la situación acústica en Palencia.

### 7.3.10.- DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN REQUERIDA POR LA COMISIÓN EUROPEA Y EL MINISTERIO

La aprobación de la Directiva 2002/49/CE sobre evaluación y gestión del ruido ambiental y su posterior transposición al ordenamiento jurídico español por la Ley del Ruido y los Reglamentos que la desarrollan obliga al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) a recopilar los mapas estratégicos de ruido y planes de acción que deben elaborar distintas administraciones tanto estatales, como autonómicas y locales.

Para cumplir con los requisitos establecidos por la Comisión Europea al respecto, así como para poder incorporar toda la información al Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA), el MAGRAMA ha definido unos formatos de entrega de los mapas estratégicos de ruido y su información asociada en el documento "INSTRUCCIONES PARA LA ENTREGA DE LOS DATOS ASOCIADOS A LOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUIDO DE LA TERCERA FASE", de Abril de 2015.

Este formato de entrega se ha definido teniendo en cuenta por una parte, las especificaciones elaboradas por la Comisión Europea para las comunicaciones entre los Estados Miembros y la propia Comisión, y los requisitos mínimos necesarios para poder incorporar la información asociada a los mapas al Sistema Básico de Información sobre la contaminación Acústica de acuerdo con lo estipulado en la Disposición adicional única del R.D. 1513/2005.

Las indicaciones definen 3 grandes bloques de información que deben contener los mapas de ruido:

1. **Datos estadísticos:** exigidos por la Comisión Europea. Recopilan los principales datos administrativos y de población expuesta al ruido de acuerdo con lo exigido a los mapas estratégicos de ruido.
2. **Documentos y planos:** una memoria-resumen que recoge la descripción de la infraestructura o aglomeración y los datos más relevantes sobre niveles de ruido y población expuesta, y un conjunto de planos que visualizan los niveles de ruido evaluados.
3. **Datos geoespaciales:** información en formato digital compatible con el sistema de información geográfica utilizado en el sistema EIONET y en el S.I.C.A.

Cada institución responsable de la entrega de datos (en general las Comunidades Autónomas y organismos del Ministerio de Fomento) deberán enviar al Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente un CD o DVD con los datos exigidos por la Directiva 2002/49/CE y la Ley del Ruido y sus reglamentos. El MAGRAMA recopilará todos los datos correspondientes al Estado Español y los remitirá a la Comisión Europea por medio del sistema REPORNET.

[SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#) entregará los datos obtenidos tras la realización de los Mapas Estratégicos de Ruido del municipio siguiendo las instrucciones de entrega de datos citadas:

### 7.3.10.1.- DATOS ESTADÍSTICOS

Para la entrega de los datos estadísticos a la Comisión Europea se han diseñado 4 hojas de cálculo Excel, una por capa tipo de Mapa Estratégico, que unifiquen el formato de todos ellos.

Considerando únicamente el tipo de Mapa Estratégico que nos interesa en este estudio, la aglomeración, la hoja propuesta por el MAGRAMA (*MER\_aglomeraciones.xls*) contiene 5 pestañas, una por cada uno de los focos considerados (tráfico viario, tráfico ferroviario, tráfico aéreo, ruido industrial y ruido total).

Cada una de estas pestañas contiene 7 columnas iniciales comunes, con información de Institución, el nombre de la aglomeración, el código UME, el número de habitantes, el tamaño de la aglomeración, el código LAU e indicador de si se ha realizado en la primera fase. El resto de campos proporcionan información de la población expuesta para distintos niveles de ruido.

Estos campos se rellenarán de acuerdo a las especificaciones del Reporting Mechanism de la Comisión Europea.

### 7.3.10.2.- DOCUMENTOS Y PLANOS

Se debe entregar a la Comisión Europea una memoria resumen y una colección de planos en formato PDF de la aglomeración.

La memoria resumen de la aglomeración contendrá los siguientes puntos:

- Descripción de la aglomeración
- Autoridad responsable
- Programas de lucha contra el ruido ejecutados y vigentes
- Número estimado de personas expuestas a diferentes rangos de los indicadores definidos.
- Resumen del plan de acción vigente

En cuanto a los planos, habrá que entregar la representación gráfica independiente de Ld, Le, Ln y Lden para el caso de las fuentes de tráfico viario, tráfico ferroviario, tráfico aeroportuario, fuentes industriales y total.

La representación de estos indicadores se realizará utilizando escalas de 1:5000, mediante líneas isófonas, asignando los colores estipulados a los diferentes intervalos de niveles sonoros:

**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
	70-75
	60-65
	>75
	65-70

**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			

Nivel sonoro (dB(A))	
	50-55
	55-60
	60-65
	>70
	65-70

### 7.3.10.3.- DATOS GEOESPACIALES

Se deberán entregar datos geoespaciales en formato shapefile (shp) que definan las Unidades de Mapa Estratégico y las isófonas resultantes de los indicadores utilizados para los rangos de valores establecidos.

Estos datos espaciales tendrán como sistema de referencia el European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS\_UTM\_30N) y se agruparán en geodatabases.

### 7.3.10.4.- ARCHIVOS DE METADATOS

La Comisión Europea solicita que los resultados de los Mapas Estratégicos de Ruido lleven asociados una serie de metadatos. Se han diseñado dos formularios en formato word, correspondientes a los metadatos asociados a los datos estadísticos y a los metadatos asociados a los datos geoespaciales. Básicamente se solicitan metadatos sobre la propiedad y fecha de actualización de los datos.

## 7.4.- FASE 4. DIAGNÓSTICO DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA Y DESARROLLO DE UN PLAN DE ACCIÓN

Uno de los objetivos fundamentales que persigue la realización de mapas estratégicos de ruido es la determinación de la afección a la que se encuentra sometida la población del área de estudio. Conociendo dicha afección, se podrán establecer criterios que determinen, de forma objetiva, la priorización de cada punto afectado con el objetivo de definir y desarrollar medidas de actuación que minimicen o eliminen la afección acústica.

Estos criterios deben ser diseñados de forma que tengan en cuenta multitud de variables que evalúen la urgencia de actuación de una zona con respecto a otra. Además, dada la cantidad de información existente, es necesario que estos criterios se apliquen de forma automática mediante un sistema dedicado a tal efecto. En los siguientes apartados se desarrollará este sistema y los criterios definidos para definir los puntos de conflicto, así como las medidas correctoras a aplicar.

### 7.4.1.- SISTEMA DE TOMA DE DECISIONES

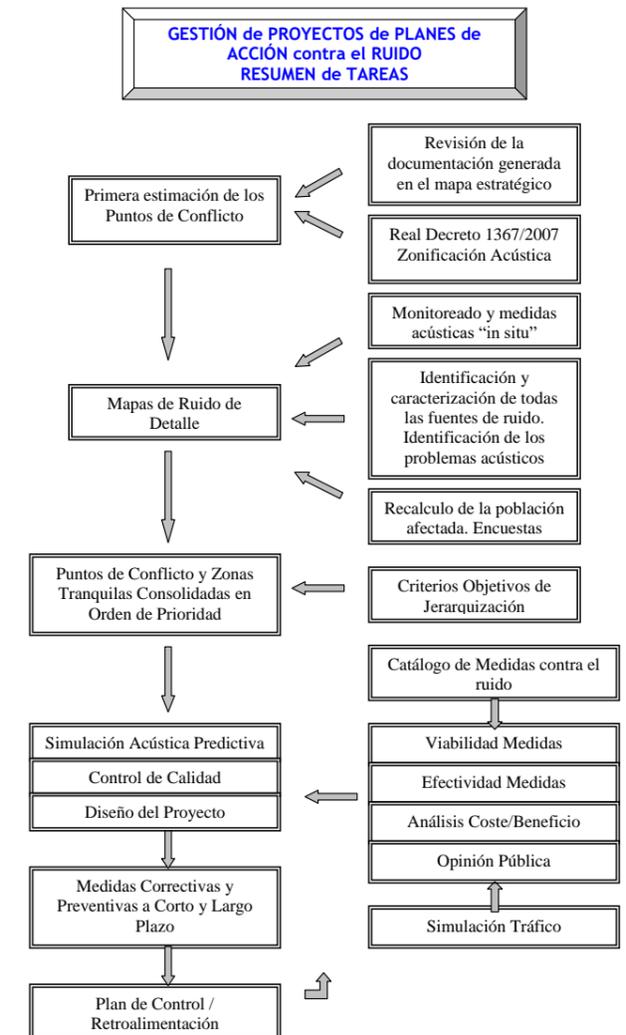
Los MER representan el diagnóstico de la Situación Acústica Ambiental vinculados al año en que fueron recogidos los datos con que fueron confeccionados.

Un Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones debe asistir a los responsables de implantar los planes de acción contra el ruido sistematizando la contestación a una serie de preguntas básicas sobre "dónde y cómo actuar contra el ruido" y también sobre "cuando y por qué ahí primero". Al mismo tiempo este Sistema debe ser capaz de establecer pautas claras de actuación que aporten una información de salida útil y manejable.

El alma del Sistema de Toma de Decisiones consiste en una serie de algoritmos de cálculo y una serie de tareas y actividades procedimentadas. El conjunto puede ser definido mediante un diagrama de bloques:

Este diagrama describe una Matriz de Procesos Retroalimentados que es el alma del Sistema de Gestión de Proyectos de Planes de Acción contra el Ruido. De un solo vistazo a la figura anterior, define los trabajos y los estudios que hay que realizar y al mismo tiempo su secuenciación. Si se observa con detenimiento el diagrama podemos identificar que previo a la realización de los proyectos de obra pública; y a grandes rasgos, el sistema gira sobre tres actividades (a nivel técnico, no administrativo):

- Detección y jerarquización de puntos conflictivos y zonas tranquilas.
- Identificación y análisis de las Fuentes de ruido culpables de los problemas actuales y futuras
- Diseño e introducción de las medidas correctivas y preventivas contra el ruido en el corto, medio y largo plazo.



### 7.4.2.- IDENTIFICACIÓN DE CANDIDATOS A PUNTOS DE CONFLICTO. MÉTODO OPERATIVO

Es indispensable para actuar contra el ruido saber dónde actuar. Planteado así parece una banalidad, los interrogantes comienzan cuando contabilizamos centenas o miles de áreas que superan los valores límites establecidos legalmente. Entonces empiezan a arrear las dudas: ¿Qué es más importante: muchas personas expuestas a un exceso pequeño de ruido, o pocas personas expuestas a un gran exceso de ruido? Al margen de que esta es la pregunta clásica que ha abierto numerosas comunicaciones en Congresos y debates contra el ruido, tenemos que dar soluciones a preguntas como esta y además razonadas.

La exposición a niveles inadecuados y excesivos y por tanto el conflicto, se va medir y a poner de manifiesto dependiendo de los siguientes aspectos:

- o Los Candidatos a Puntos Conflictivos se deducirán de los mapas de fachadas más expuestas de edificios residenciales y su asociación a la población residente.
- o Los Candidatos a Edificios Sensibles afectados por ruido excesivo se deducirán de los mapas de las fachadas más expuestas de ese edificio.
- o Los Candidatos a Zonas Sensibles afectadas por ruido excesivo se deducirán de los mapas de conflicto.

Existen otros canales para identificar los Candidatos a Puntos Conflictivos:

- o Denuncias.
- o En proyectos de infraestructuras y desarrollos residenciales, modificaciones puntuales del PGOU, etc., se deducirán del mapa de ruido predictivo que exprese el futuro conflicto en forma de isófonas con exceso de niveles.

Merece la pena detenernos en que significa y que implica el concepto de “Candidatos” cuando nos referimos a puntos conflictivos. Lo que se pretende es identificar los problemas acústicos con un nivel de aproximación grosero al principio, que permita concentrar, en pasos posteriores, nuestra atención y potencia de análisis sobre un número de zonas manejable. Una vez establecidas las zonas candidatas podremos aplicar métodos de reanálisis (no sobre todo el mapa de ruido) con mejores niveles de exactitud y precisión. Con ello se podrán eliminar errores y reducir la incertidumbre, por ejemplo sobre una variable importantísima en este proceso como es la población expuesta a distintos niveles de ruido. Si bien es cierto que se pueden aplicar ciertos análisis y algoritmos de cálculo directamente a todo el SIG, esto no tiene mucho sentido, entre otras cosas por el esfuerzo desaprovechado. Téngase en cuenta que para la consolidación de las zonas conflictivas se requiere la actualización de datos y en muchos casos el empleo de nueva información relevante. Así que podemos resumir este proceso en tres escalones:

1. Identificar todos los puntos conflictivos posibles
2. Separar los puntos conflictivos candidatos

### 3. Definir finalmente los puntos conflictivos consolidados.

**Candidatos a Puntos Conflictivos.** Una vez detectados todos los edificios residenciales expuestos a niveles de ruido relevantes, a continuación se seleccionan las áreas con un número de habitantes expuestos al ruido llamativamente alto. En esta selección de áreas candidatas se hará un primer corte siguiendo los siguientes argumentos.

- o En realidad se utilizará un criterio combinado que tiene en cuenta población y espacio. Así es la densidad de población el primer indicador de zona conflictiva, pero sin olvidar la asociación de la molestia a una fuente de ruido. Esa es la razón por la que hemos preferido diferenciar aquí entre expuesta a viales y situada en aglomeraciones.
- o En la primera búsqueda (primera aproximación al problema) aparece el exceso de ruido incluido, pero en horquillas de 5 dBA y 10 dBA.

**Candidatos a edificios y áreas sensibles que superen los límites objetivos.** Existe ya en este caso, esta información procedente del Mapa Estratégico de Ruido, y que afecta a Edificios Sanitarios y Docentes.

Se aísla en los mapas de fachada a todas las alturas, todas las fachadas de edificios que cumplan con los siguientes requisitos.

Residencial $L_d$		
60 dBA	< 65 dBA	<75 dBA

Residencial $L_n$		
< 50 dBA	< 55 dBA	<55 dBA

Sensible $L_d$		
< 55 dBA	< 60 dBA	<70 dBA

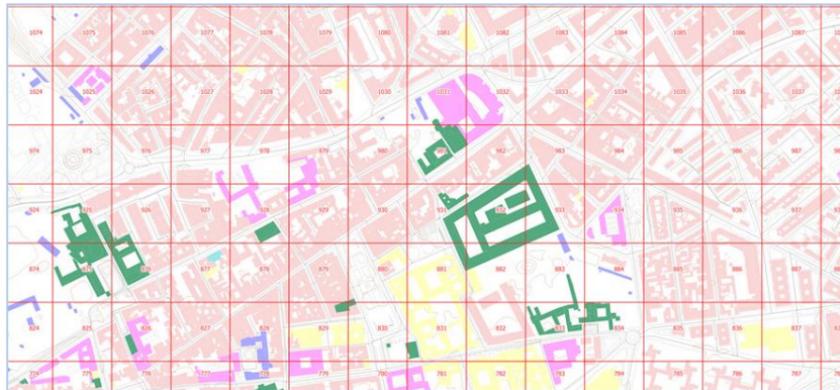
Sensible $L_n$ (si procede)		
< 45 dBA	< 50 dBA	<60 dBA

Se han marcado 3 niveles de superación de umbrales día/noche para cada edificio asociado a un área acústica. Los umbrales se escogerán por las siguientes razones:

- o La columna central centrada en 65/55 dBA día/noche sobre área residencial y 60/50 sobre sensible son los límites marcados por la legislación sobre áreas acústicas consolidadas del RD 1367/2007.
- o La columna izquierda indica los objetivos sobre zonas a largo plazo.
- o La columna derecha cubre un exceso de 10 dB sobre los valores considerados en la columna central, lo que indica su cercanía a niveles peligrosos.

Una vez que se tienen los mapas propuestos para identificar la repercusión de las carreteras sobre áreas residenciales existentes se procede en GIS según los procedimientos definidos a continuación.

1. Se divide el territorio en cuadrículas de 100x100 metros, a modo de malla, que permitirá obtener una distribución homogénea de la población afectada. Así mismo, estas dimensiones permitirán la comparación con otros estudios al estar refiriéndonos a que los datos van a tener como unidad principal la hectárea. Cada una de estas cuadrículas va a tener asignado un código único que permitirá posteriormente asignar los cálculos realizados a un determinado espacio.

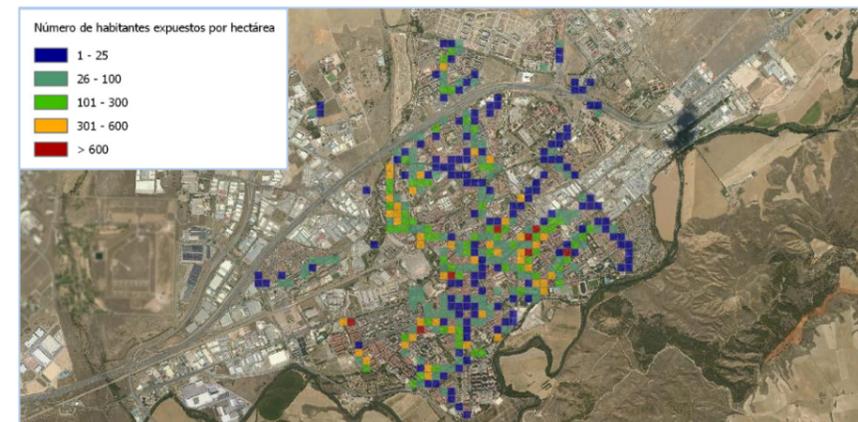


2. Para cada edificio residencial se incluye información de las fachadas afectadas, la población estimada, la superficie y la altura del edificio dentro del sistema de información geográfica, creando una base de datos con la información individualizada de cada uno.

3. Se asigna cada edificio a un sector distinto. Para ello se caracteriza el edificio como un elemento puntual, evitando así que un mismo edificio pueda pertenecer simultáneamente a distintos sectores.



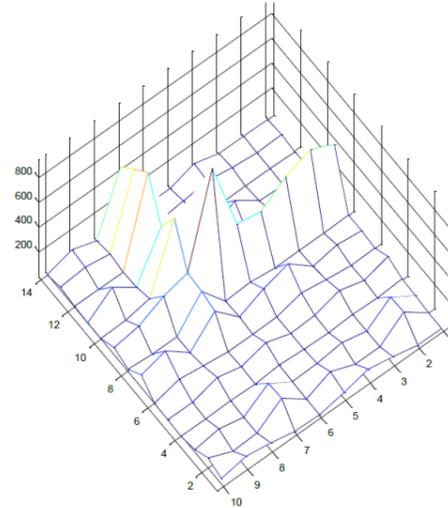
1. Mediante operaciones espaciales con el sistema GIS se suman los valores de los distintos campos de los edificios a cada sector, de tal forma que se obtenga una base de datos de sectores que permita conocer para cada uno el número de edificios que contiene, su superficie y la población afectada para distintos periodos del día. Mediante esta base de datos será posible representar los resultados. En el ejemplo expuesto a continuación se representa la población afectada por encima de 65 dB(A) para el periodo día.



4. Este procedimiento se hace igual para los distintos focos de emisión identificados, por municipios que conforma la aglomeración.

5. Una vez representada la malla, se procederá según el siguiente criterio de adecuación. Se recalcula la densidad de población no en relación a la superficie de la malla, sino a la superficie edificada dentro de la malla.

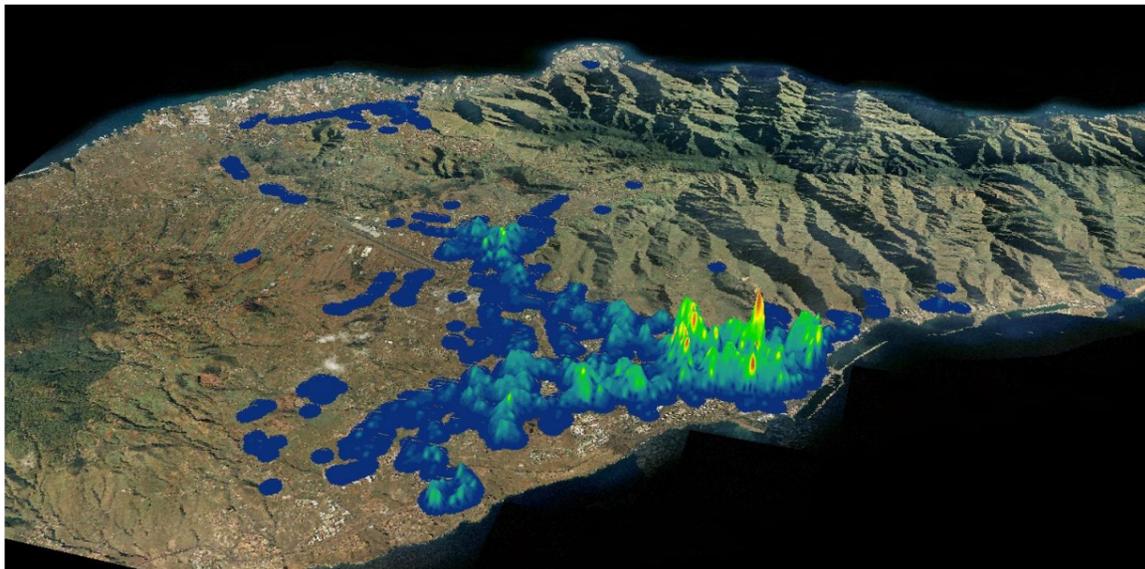
6. Se genera así una matriz espacial, cuya Z son los datos de densidad de población. La representación tridimensional evidencia la localización y distribución de los problemas acústicos en la ciudad. En el ejemplo gráfico expuesto a continuación, se adivina la presencia de una avenida que en su trazado (en forma de "L") está dejando una huella clara de personas expuestas a más de 60 dBA día.



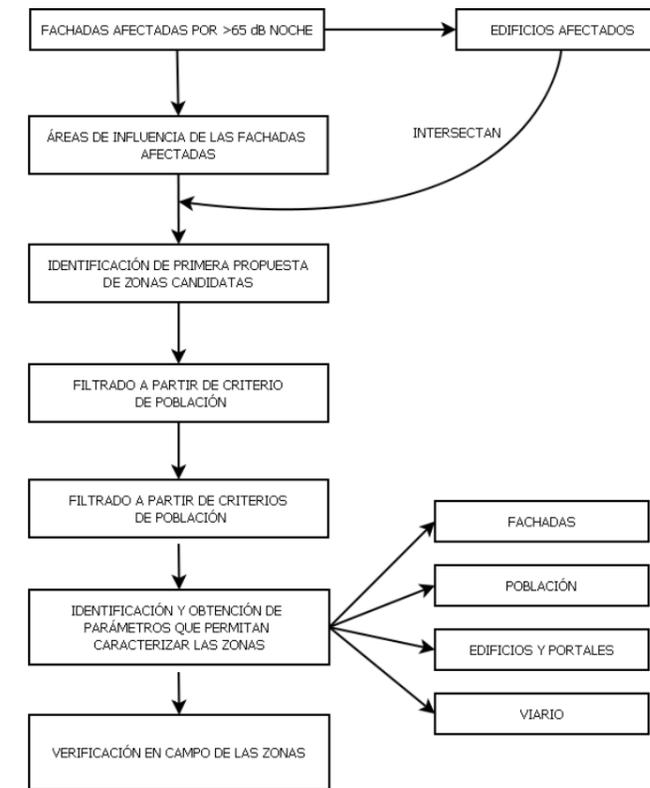
población en un espacio sobre el que no es posible determinar el foco emisor, y por lo tanto plantear acciones que minimicen el conflicto.

A partir de este planteamiento, se realiza un análisis espacial a mayor escala, que permita relacionar las fachadas afectadas y estimar la población afectada, pudiendo así plantear hipótesis sobre el origen del conflicto. La metodología empleada se puede resumir en el siguiente diagrama:

Esto mismo se puede representar en formato tridimensional sobre la zona de estudio:



En la **aglomeración**, la metodología utilizada hasta el momento facilita la localización de zonas donde se puede observar una alta afección de población a elevados rangos acústicos, pero no permite distinguir de forma más detallada cual es el foco del problema. La delimitación de unidades en función de una malla de 100x100 metros tiene el problema de que se generaliza la



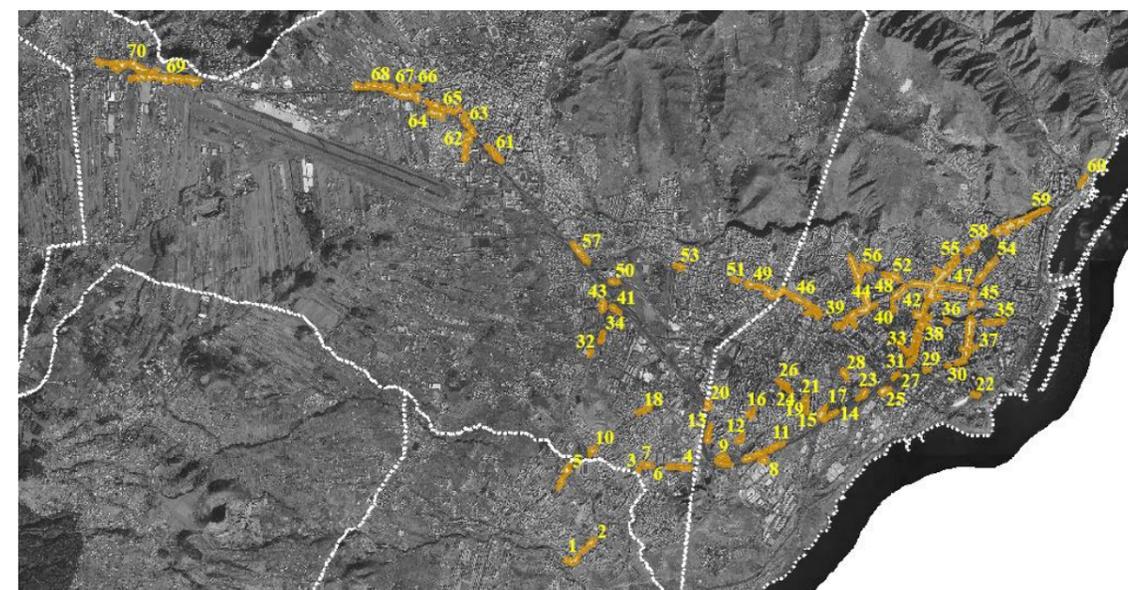
El punto de partida de este análisis se basa en la obtención de las fachadas que se encuentran afectadas por más de 65 dB en periodo nocturno, lo que permite definir cuáles son las fachadas de los edificios más expuestas. Esto permitirá determinar cuáles son las edificaciones sobre las que se tendrá que prestar principal interés a la hora de plantear actuaciones correctoras.

Esta primera aproximación posibilita distinguir todas las fachadas expuestas, sin tener en cuenta ningún criterio que permita filtrar en función de población afectada.



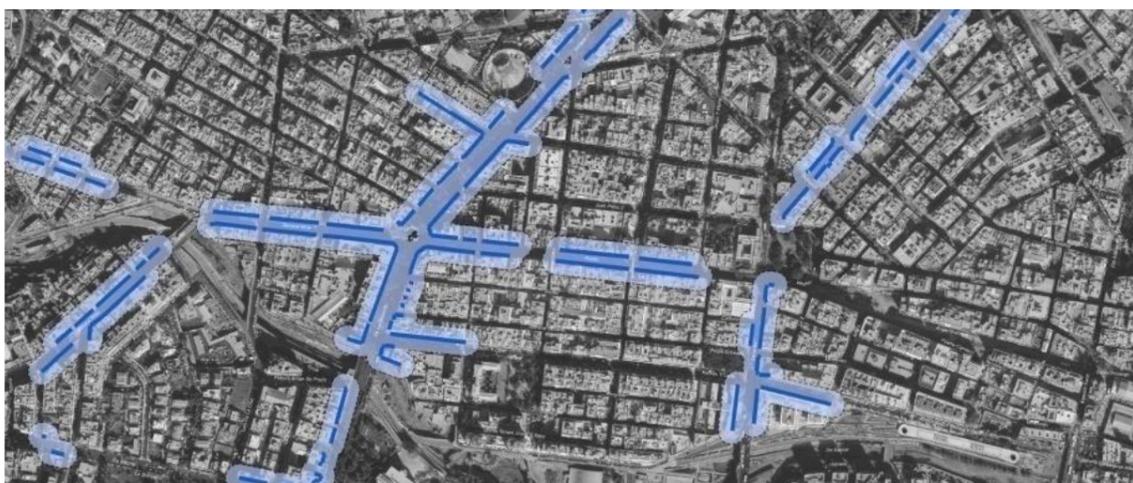
Como se puede observar en la imagen anterior, se obtiene una serie de alineaciones que se corresponden con sectores homogéneos de afección a fachadas y que, por la proximidad de los edificios afectados, indican que se debe realizar un primer análisis de este sector.

En la siguiente imagen se presenta la aplicación de este proceso a la aglomeración de Santa Cruz de Tenerife y San Cristóbal de la Laguna



A partir de esta aproximación se ha realizado una agrupación de las fachadas en función de criterios de proximidad, lo que permite definir zonas con una componente lineal y que van a indicar zonas de afección en función de los focos emisores.

Como se puede observar en la imagen anterior, existe una clara relación entre las zonas identificadas y las principales vías de comunicación de la aglomeración, lo que a priori permite calificar estos puntos como "correctos" al ser el tráfico rodado el principal foco de ruido. Aun así, esto debe verificarse in situ.



El componente lineal de las zonas definidas y su relación con las vías va a generar que la mayor parte de las actuaciones no se diseñen únicamente para estos sectores, sino que en los análisis posteriores estas zonas quedarán más definidas en función de las vías consideradas como focos de emisión, lo que implica un beneficio indirecto para la población situada en los alrededores de estos ámbitos.

Gracias a este procedimiento se podrá determinar objetivamente la prioridad de cada punto de conflicto en la aglomeración.

Para la realización de esta agrupación de fachadas en función de su proximidad se utiliza como límite una distancia de 20 metros. Se ha utilizado esta distancia ya que, después de realizar varias mediciones en distintos sectores con fachadas afectadas, se ha observado que se trata de una longitud que permite aglutinar el mayor número de fachadas en una serie de sectores representativos.

Para conseguir un escenario de actuación que optimice las futuras inversiones, se asignarán valores a las variables que conforman la plataforma de toma de decisiones, estableciendo criterios aplicables a la información de partida.

Las variables a cuantificar son:

- Cantidad de población expuesta
- Nivel acústico en decibelios A

Los criterios se construyen en base a diversos factores:

- Densidad de Población Afectada
- Gravedad de la Exposición
- Población afectada por tramo o área

Una vez establecidos los criterios para construir escenarios que posibiliten la manejabilidad y posibilidad inversora de la Administración se plantearán tres alternativas, generadas por la variación de la cantidad de población expuesta, manteniendo constante los niveles acústicos y la longitud o área por criterio evaluado.

Estas tres alternativas se consensuarán con la dirección del servicio para desarrollar el escenario seleccionado.

#### 7.4.3.- DEFINICIÓN DE ZONAS DE CONFLICTO POR QUEJAS Y DENUNCIAS

Para poder identificar problemas de ruido fuera de los asociados a las fuentes de ruido evaluadas dentro de los diagnósticos globales se hará un estudio detallado de quejas y denuncias registradas por el Ayuntamiento de Palencia.

Así mismo, estas denuncias se incorporarán a un Sistema de Información Geográfica (SIG), donde se podrán consultar y analizar espacialmente.

Para el desarrollo de este trabajo se ha decidido el uso del Sistema de Información Geográfica de distribución libre, **Quantum GIS**, dada su potencia y su capacidad de representación, edición y análisis de los datos geográficos.

El disponer de estos datos en un SIG nos permitirá desarrollar procedimientos a partir de los cuales se puedan localizar zonas de conflicto, de forma automática, no contempladas en los Mapas Estratégicos de Ruido, y establecer medidas correctoras para la disminución de los niveles sonoros.

#### 7.4.4.- VALIDACIÓN CANDIDATOS A PUNTOS DE CONFLICTO

Para validar los candidatos a puntos de conflicto se debe realizar un estudio detallado de cada Punto/Zona de Conflicto, el cual constará de dos partes perfectamente diferenciadas, una realizada en oficina técnica y otra en trabajo de campo.

El trabajo de consolidación de Punto/Zona de Conflicto, de oficina comprenderá:

- Revisión y comparación del Sistema de Información Geográfica con el sistema acústico
- Revisiones cartográficas:
  - o Análisis espacial a partir de la ortofoto más reciente
- Revisión población afectada
- Revisión de usos asignado a edificios
- Revisión de niveles acústico asignados a edificios
- Revisión modelo acústico:
  - o Caracterización fuente
  - o Caracterización propagación
  - o Caracterización parámetros ambientales
  - o Tipo Pavimento utilizado
  - o Existencia de caballones y obstáculos omitidos del modelo
- Actuaciones en realizadas, en ejecución o programadas.

Una vez analizada y tratada toda esta información estaremos en disposición de definir cuáles son los puntos de intervención consolidados.

Sobre estos puntos consolidados realizaremos un estudio de campo que versará sobre los siguientes temas:

- Reportaje fotográfico
- Identificación de fuentes de ruido
- Monitorización/medidas acústicas
- Verificación de condiciones geométricas fundamentales
- Caracterización del entorno
- Caracterización de la fuente:
  - o Aforos pesados y ligeros
  - o Velocidades medias pesados y ligeros
  - o Tipo de flujo de tráfico
- Determinación condiciones de propagación.

En el Anexo cartográfico se presenta una ficha de un punto de conflicto residencial.

### 7.4.5.- INDICADORES DE VIABILIDAD

Concluida la fase de trabajo de oficina y de campo y en base a las peculiaridades de cada zona de actuación, se estudiarán diversos **Indicadores de viabilidad de implantación** de cada actuación.

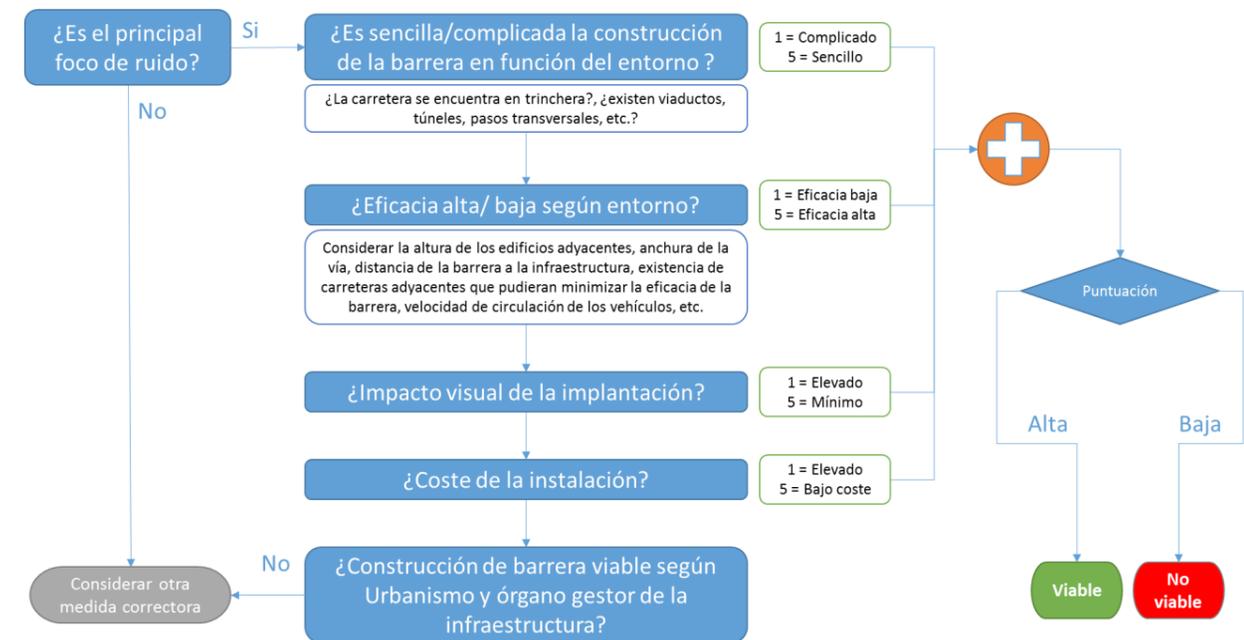
Por norma general, se plantearán ciertas cuestiones como las que se detallan a continuación:

- Afección producida por una única fuente sonora o varias.
- Dificultad de construcción, desde el punto de vista técnico.
- Viabilidad de implantación según Planes de Ordenación Urbana.
- Percepción ciudadana, cuestiones paisajísticas.
- Eficacia de la medida en función de las condiciones del entorno.
- Características de la fuente de ruido (velocidad, % vehículos pesados, evaluación de asfalto...)
- Impacto visual de la medida correctora.
- Existencia aislamiento acústico en las edificaciones afectadas y estado del mismo.
- Posibilidad de aplicar restricciones al tráfico, velocidad, etc.

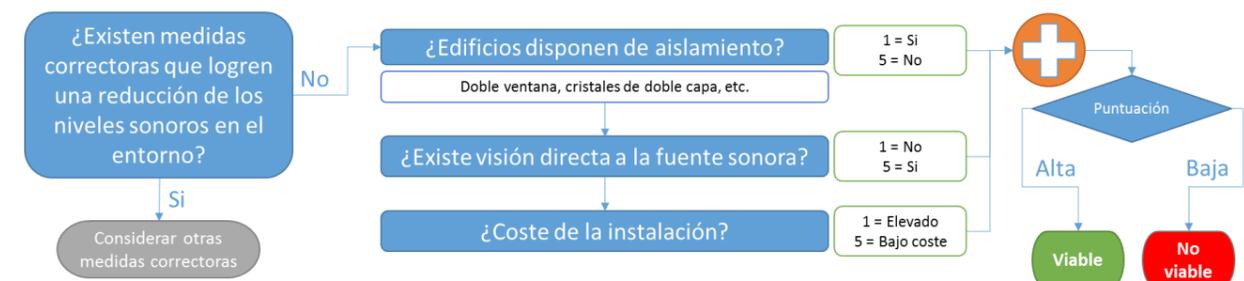
- Posibilidad de crear vías alternativas de circulación.
- Coste asociado a la medida correctora.
- Número de viviendas y habitantes que podrían beneficiarse de la medida correctora.

La implantación de estos indicadores de viabilidad nos servirá como sistema de apoyo en la toma de decisiones, estableciendo pautas claras de actuación, basadas en criterios objetivos, para encontrar la solución más adecuada. A modo de ejemplo, a continuación se plantea un posible análisis de viabilidad de implantación de tres de las medidas más usuales contra el ruido:

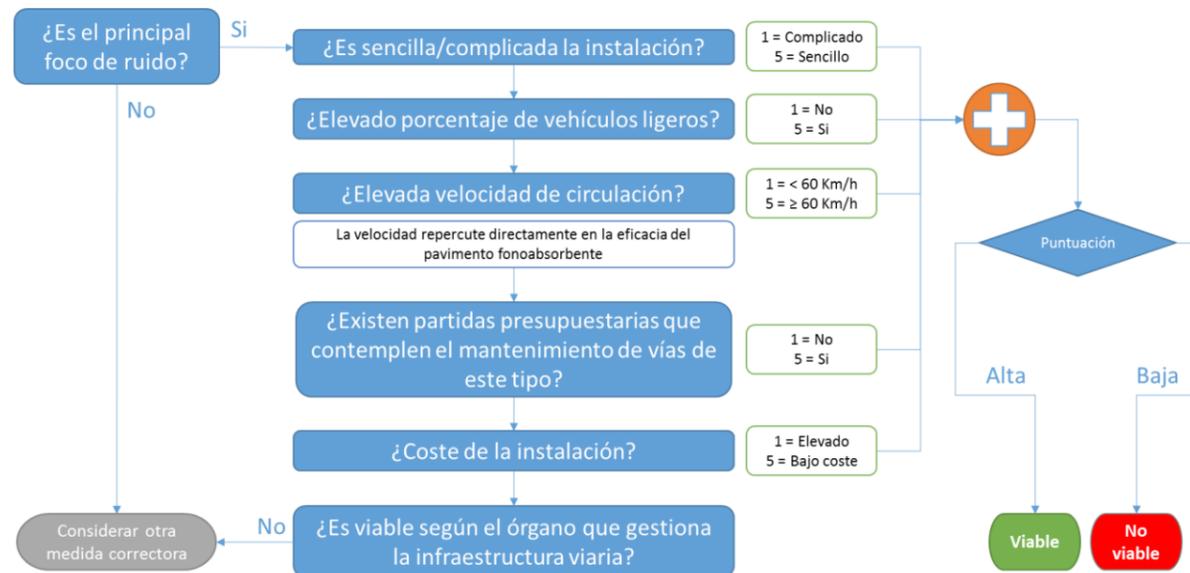
#### Viabilidad de construcción de barreras acústicas



#### Viabilidad de instalación de aislamiento acústico en las ventanas de los edificios



Viabilidad de instalación de pavimento fonoabsorbente



- a) SVRA no valora directamente el nivel de ruido en fachada, sino la molestia. Se considera que la molestia crece proporcionalmente a los niveles para el ruido diurno (Ld), y geoméricamente para los ruidos nocturnos (Ln).
- b) SVRA incluye como parámetro principal de valoración el de población afectada (Pob) por determinado nivel de ruido (niveles de Ld y Ln en números enteros).
- c) SVRA incluye una corrección por el origen del ruido: carretera, ferrocarril, aeropuerto y actividad (el ruido de aviones es el más molesto y el de ferrocarril es el menos molesto).
- d) SVRA incluye una penalización por características del ruido que podemos definir como especialmente molestas. Por ejemplo: tonalidad, impulsividad, baja frecuencia, Lmax altos, sobre todo de noche con un ruido de fondo bajo.
- e) SVRA incluye una compensación por características de la edificación, como aislamiento alto en relación a la media, presencia de fachada tranquila y distribución de las piezas de descanso fuera de la fachada expuesta.

7.4.6.- PRIORIZACIÓN

En los trabajos desarrollados en la Unión Europea para establecer una jerarquización de los puntos conflictivos por orden de prioridad, se ha utilizado el indicador de ruido Lden. Nosotros nos vamos a basar en los extensos estudios desarrollados sobre todo por Wolfgang Probst, pero también por Miedema, dentro del proyecto Europeo Quiet-City, y que ha dado lugar a una extensa bibliografía seguida por otros autores (Stenman and Malm). En ella se recoge el desarrollo de un indicador denominado NERS (Noise Environmental Rating System, que se podría traducir como Sistema de Valoración del Ruido Ambiental, SVRA). Se entiende valoración en cuanto a clasificación por orden de prioridad, que siempre será dependiente de las variables que pretendamos manejar.

Nosotros presentamos una modificación sobre NERS, que maneja y pondera de distinta manera la situación diurna y la nocturna; y que a su vez incluye otras variables. Nuestro indicador SVRA, dependerá de las siguientes consideraciones previas que luego se trasladarán a una fórmula:

Hay que tener en cuenta que no se dispondrá de toda la información que puede admitir SVRA en todos los casos, pero esto no implica que no se pueda calcular el indicador. Lo normal es que dispongamos siempre de los valores a), b) y c) que garantizan una buena estimación, su formulación es:

$$SVRA(dia) = \sum_{f=1}^N Pob_f \cdot 10^{0,05[Ld,f_f - (65 + Fuente + Edi,f + Penaliz)]}$$

$$SVRA(noche) = \sum_{f=1}^N Pob_f \cdot 10^{0,084[Ln,f_f - (55 + Fuente + Edi,f + Penaliz)]}$$

En donde,

SVRA (día/noche)	Sistema de Valoración del Ruido Ambiental (día/noche)
f	Fachadas expuestas número 1 hasta N
Pob <sub>f</sub>	Población expuesta asociada a la fachada "f"
Ln,f y Ld,f	Indicador de ruido (entero) asociado a la fachada número "f"
Fuente	Corrección asociada a la fuente
Edi,f	Corrección asociada al edificio que tiene la fachada "f"
Penaliz	Penalización asociada a las características del ruido

#### 7.4.7.- ANÁLISIS MULTICRITERIO. ESTIMACIÓN DEL COSTE EFICACIA/BENEFICIO DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS

Contar con herramientas de simulación acústica nos permite implementar las actuaciones de forma virtual y recalcular los niveles a los que se somete la población.

Esta prognosis nos permitirá obtener la afección a la población de la zona de estudio calculando las personas que se encuentran por encima de los objetivos de calidad acústica una vez ejecutada la actuación.

Comparando los valores de población afectada por encima de los objetivos de calidad acústica antes y después de la actuación nos permitirá obtener la eficacia de la misma, pudiéndose definir como el porcentaje de población que ha dejado de estar por encima de los objetivos de calidad acústica (OCAs) establecidos en la legislación vigente.

Dentro de los trabajos previstos en el servicio que se licita esta la obtención de los presupuestos de inversión de las diferentes actuaciones que se propongan, por lo que al definir una actuación para una zona concreta se realizará un presupuesto aproximado de su implementación.

Contar con este dato nos va a permitir obtener el nivel de eficiencia de la actuación, definido como el coste en euros de bajar el nivel de exposición de una persona un decibelio A.

Estos datos podrán ser utilizados en el análisis multicriterio que se aplicará en la priorización de actuaciones.

El Sistema de Toma de Decisiones definido en los puntos anteriores establece un procedimiento de priorización que da respuesta a todas las preguntas básicas de "dónde, cuándo y cómo actuar contra el ruido", mediante el cálculo y aplicación de una serie de indicadores y procesos que se desarrollan mediante una secuencia de actividades con tres fases:

- Prioridad/Urgencia de la actuación (Indicador SVRA y número de alumnos/camas)
- Viabilidad de actuaciones (Índices de viabilidad)

- Estudio coste/beneficio

En este punto del servicio, nos encontramos con una serie de puntos de conflicto ordenados por urgencia y las posibles actuaciones a ejecutar perfectamente identificadas y valoradas, las cuestiones que proceden son:

- ¿por dónde empezamos a actuar?
- ¿Qué es mejor y más eficaz?
- ¿Cómo optimizamos las inversiones?
- ....

La resolución de estas cuestiones pasa por un sistema de decisión multicriterio, utilizándose el **método del scoring o ponderación lineal** por su rapidez y sencillez para identificar la alternativa preferible.

El análisis multicriterio evalúa, mediante indicadores y pesos, los resultados de las acciones propuestas que sean difícilmente cuantificables. El objetivo de esta evaluación es sintetizar la información que permita seleccionar, de entre todas las actuaciones, las acciones más idóneas, teniendo en cuenta, de manera simultánea, las características más relevantes de cada acción y dando prioridad en las mismas. Entre los criterios de evaluación de este análisis multicriterio se encuentra:

- el nivel de prioridad/urgencia de la actuación
- el nivel acústico de la afección
- la complejidad de implantación/construcción de la medida correctora
- el impacto visual
- la eficacia
- la eficiencia

La metodología a seguir se desarrolla en siete etapas:



Los criterios de evaluación son las dimensiones o factores que vamos a utilizar en la ponderación de las opciones, concretándose en:

- Nivel de Prioridad/Urgencia de la Actuación para puntos de conflictos residenciales, se corresponde con el indicador ICRA (valoración el ruido ambiental)
- Nivel acústico de la afección para edificios sensibles, se determina como el valor en dBA a los que está sometido el edificio sensible
- Implantación/Construcción de la actuación, complejidad o facilidad a la hora de construir, implementar o instalar la actuación propuesta teniendo en cuenta la afección al tráfico.
- Impacto Visual se corresponde con el nivel de percepción visual de la actuación por la población afectada, considerando la ocultación de visión.
- Eficacia, se define como el porcentaje de población que ha dejado de estar por encima de los objetivos de calidad acústica (OCA) establecidos en la legislación vigente.
- Eficiencia, se define como el coste en euros de bajar el nivel de exposición de una persona un dBA.

Cada criterio debe contar con una escala de evaluación formulada en términos de un "indicador" que nos permita medir o estimar el desempeño de las alternativas con respecto a ese criterio.

En nuestro caso hemos previsto una escala homogénea de 0 a 10 para todos los indicadores, indicando:

- 0 valor nulo indicador
- 10 valor máximo del indicador

Con indicación de:

- Nivel de Prioridad/Urgencia de la Actuación, a mayor nivel le corresponde mayor valor indicador
- Nivel acústico de la afección, a mayor nivel le corresponde mayor nivel de indicador
- Implantación/Construcción: a mayor facilidad le corresponde mayor nivel de indicador
- Impacto Visual: a mayor impacto le corresponde menor nivel de indicador
- Eficacia: a mayor porcentaje de población por debajo de los OCA le corresponde mayor nivel de indicador

- Eficiencia: a mayor coste persona x dBA le corresponde un menor nivel de indicador

Una vez establecidas las escalas de ponderación y los valores se calculará la puntuación total obtenida por la implantación de las actuaciones sobre los puntos de conflicto, mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$Scoring_M = \sum_{K=1}^7 W_K \cdot V_{K,M}$$

En donde,

- $Scoring_M$  es la Puntuación obtenida por el punto de conflicto M
- $W_K$  es el peso que el criterio K adquiere en la decisión (función de valor)
- $V_{K,M}$  Es un número que va desde 0 hasta 10 que depende de la escala de medida en relación al criterio K, evaluado para el punto M. (escala de evaluación)

A mayor valor obtenido mayor prioridad en la ejecución de la medida.

#### 7.4.8.- PROPUESTA DE ACTUACIÓN

En este punto estaremos en disposición de proponer las actuaciones necesarias que permitan alcanzar el objetivo propuesto para la zona objeto a estudio.

Cuando se comienza la planificación de los Planes de Acción en las ciudades parece, en la mayoría de las ocasiones, que nos encontramos ante el siguiente dilema: ¿primamos la movilidad en la ciudad o primamos la calidad acústica ambiental? Siendo el tráfico rodado una de las fuentes principales de ruido en las zonas urbanas, llegando a representar en torno a un 95% de la contaminación acústica total, no es de extrañar que aparezcan como dos objetivos contradictorios. Realmente esto no es así, las urbes deben tender hacia una futura ciudad silenciosa mediante tres tipos de medidas:

- **Medidas paliativas (o correctivas)** que subsanen en lo posible la situación actual y sobre todo **prioricen la urgencia en la intervención sobre las situaciones más conflictivas** y los casos más preocupantes.

- **Actuaciones preventivas** enfocadas a impedir que el crecimiento de nueva ciudad no tenga en cuenta la polución sonora como una variable más en los proyectos de nuevas áreas residenciales y nueva infraestructura.
- **Medidas de control** de la situación tendentes a la consolidación y conservación de los logros alcanzados mediante mecanismos de monitorización y control.

#### 7.4.9.- OBJETIVOS DEL PLAN DE ACCIÓN

El Plan de Acción en materia de Contaminación Acústica de la ciudad de Algeciras, deberá fijar una serie de objetivos, que se desarrollarán alrededor de los siguientes puntos:

- Actuaciones correctoras específicas
- Actuaciones preventivas y de mejora progresiva
- Protección de las zonas tranquilas y paisajes sonoros
- Herramientas de gestión

Las actuaciones se enmarcarán en estrategias a corto, medio y largo plazo.

#### 7.4.10.- INFORMACIÓN ECONÓMICA

Realizadas todas las propuestas de actuación, se realizará una cuantificación económica de las mismas con el fin de conocer la inversión total que el ayuntamiento deberá realizar para mejorar la calidad acústica del Municipio.

#### 7.4.11.- DISPOSICIONES PREVISTAS PARA EVALUAR LOS RESULTADOS DEL PLAN DE ACCIÓN

Se deberá realizar un control de la eficacia de las actuaciones recogidas en el Plan de Acción una vez ejecutadas.

#### 7.4.12.- EVALUACIÓN Y DOCUMENTACIÓN PARA EL PROCESO DE APROBACIÓN OFICIAL DEL PLAN DE ACCIÓN POR PARTE DEL AYUNTAMIENTO. ELABORACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN A ENVIAR A LA AUTORIDAD COMPETENTE

##### 7.4.12.1.- MEMORIA PRELIMINAR DEL PLAN DE ACCIÓN

Una vez se haya concluido el Plan de Acción contra el Ruido (PAR) asociado al Mapa Estratégico de Ruido del municipio, se procederá a elaborar la memoria y los planos que describan todo el proceso de creación del PAR y los resultados obtenidos.

Esta memoria y sus resultados tendrán un carácter preliminar pues estarán sujetas a cuantas modificaciones estime oportunas el Ayuntamiento. Así mismo, su estructura y contenido podrán variar con respecto al aquí planteado, según las indicaciones de este organismo.

A continuación se describe la estructura propuesta por [SINCOSUR Ingeniería Sostenible S.L.](#) de la memoria preliminar del PAR:

- **Memoria técnica del Plan Municipal de Acción contra el Ruido**, incluyendo los siguientes aspectos:
  - Autoridad responsable
  - Contexto Jurídico
  - Valores límite
  - Resumen de los resultados de la labor de cartografiado de Ruido
  - Evaluación del número estimado de personas expuestas, determinación de los problemas y situaciones que deben mejorar
  - Medidas que ya se apliquen para reducir el ruido y proyectos en preparación
  - Sistema de toma de decisiones
  - Identificación y validación de puntos de conflicto
  - Estudios de viabilidad de diferentes medidas correctoras, incluyendo información económica (presupuesto, evaluaciones coste-eficacia)
  - Estudios que determinen la prioridad de actuación
  - Actuaciones previstas para los próximos 5 años, incluyendo medidas para proteger las zonas tranquilas.

- Estrategia a largo plazo contra el ruido
- **Planos.** Se realizarán planos descriptivos de los puntos de conflicto y estudios de detalle de las situaciones acústicas analizadas, en una escala general de trabajo de 1: 5.000. En el caso de vistas generales descriptivas de todo el municipio se podrán utilizar escalas 1:20.000, 1:50.000 o 1:100.000.
- **Resultados y cartografía final** en formato shape compatible con los Sistemas de Información Geográfica del Ayuntamiento, junto a un documento descriptivo de los mismos.

Una vez se hagan las correcciones que indique el Ayuntamiento, se entregará la modificación como documento final para su aprobación, tanto en formato papel como digital.

#### 7.4.12.2.- MEMORIA FINAL Y DOCUMENTO RESUMEN

Una vez el Ayuntamiento dé el visto bueno de la memoria preliminar con las modificaciones que haya estimado oportunas, ésta se debe aprobar y exponer públicamente (a través del documento resumen) para que la población pueda conocer los trabajos y realizar cuantas alegaciones considere oportunas.

SIN COSUR Ingeniería Sostenible S.L. entregará en formato papel y digital un documento resumen que recoja el Sistema de Toma de Decisiones planteado para el desarrollo del Plan de Acción contra el Ruido, los principales puntos de conflicto detectados y las principales medidas correctoras propuestas, utilizando un lenguaje sencillo que permita dar a conocer a la población la afección acústica en el municipio.

El documento resumen para el caso del Plan de Acción contra el Ruido:

- Tendrá un máximo de 10 páginas en tamaño DIN A-4.
- Hará una descripción del Sistema de Toma de Decisiones planteado
- Incluirá los principales puntos conflictivos detectado
- Determinará las principales las soluciones propuestas para eliminar o mitigar los niveles sonoros a corto, medio y largo plazo

Una vez el Ayuntamiento disponga, en formato papel y digital, de los documentos definitivos del PAR y del documento resumen, deberá aprobar provisionalmente el mismo, y someterlo a un periodo de información pública de un periodo de, al menos, un mes para que la población pueda presentar cuantas alegaciones sean precisas.

Transcurrido el mes, o el tiempo que el Ayuntamiento estime oportuno para la exposición pública, se recogerán todas las alegaciones públicas y SIN COSUR Ingeniería Sostenible S.L. dará respuesta a cada una.

En el caso de que sea necesario volver a modificar el PAR para dar respuesta a cualquier de estas alegaciones, se informará al Ayuntamiento y se entregarán las modificaciones.

En este punto se estará en disposición de entregar la memoria final del PAR y del documento resumen, en formato papel y digital, incluyendo:

- **Memoria técnica del Plan Municipal de Acción contra el Ruido**, incluyendo los siguientes aspectos:
  - Autoridad responsable
  - Contexto Jurídico
  - Valores límite
  - Resumen de los resultados de la labor de cartografiado de Ruido
  - Evaluación del número estimado de personas expuestas, determinación de los problemas y situaciones que deben mejorar
  - Medidas que ya se apliquen para reducir el ruido y proyectos en preparación
  - Sistema de toma de decisiones
  - Identificación y validación de puntos de conflicto
  - Estudios de viabilidad de diferentes medidas correctoras, incluyendo información económica (presupuesto, evaluaciones coste-eficacia)
  - Estudios que determinen la prioridad de actuación
  - Actuaciones previstas para los próximos 5 años
  - Estrategia a largo plazo contra el ruido
  - Respuesta a las alegaciones del proceso de información pública

- Documento resumen del PAR, incluyendo los siguientes aspectos en un máximo de 10 páginas:
  - Descripción del Sistema de Toma de Decisiones planteado
  - Principales puntos conflictivos detectado
  - Principales las soluciones propuestas para eliminar o mitigar los niveles sonoros a corto, medio y largo plazo
  
- Planos. Se realizarán planos descriptivos de los puntos de conflicto y estudios de detalle de las situaciones acústicas analizadas, en una escala general de trabajo de 1: 5.000. En el caso de vistas generales descriptivas de todo el municipio se podrán utilizar escalas 1:20.000, 1:50.000 o 1:100.000.

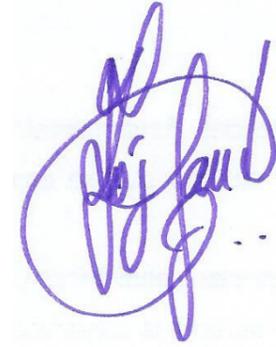
Una vez llegados a este punto, la documentación final se podrá presentar a los distintos organismos que lo requieran (Ministerio de Fomento, Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno Autonómico,...)

## 8.- CONCLUSION

---

Con el contenido del presente documento se pretende dar cumplimiento al pliego de condiciones en su apartado 5, FASE I: Evaluación previa y análisis de la información necesaria para el desarrollo de los trabajos.

Los Autores del Estudio



Fdo.: Fernando López Santos



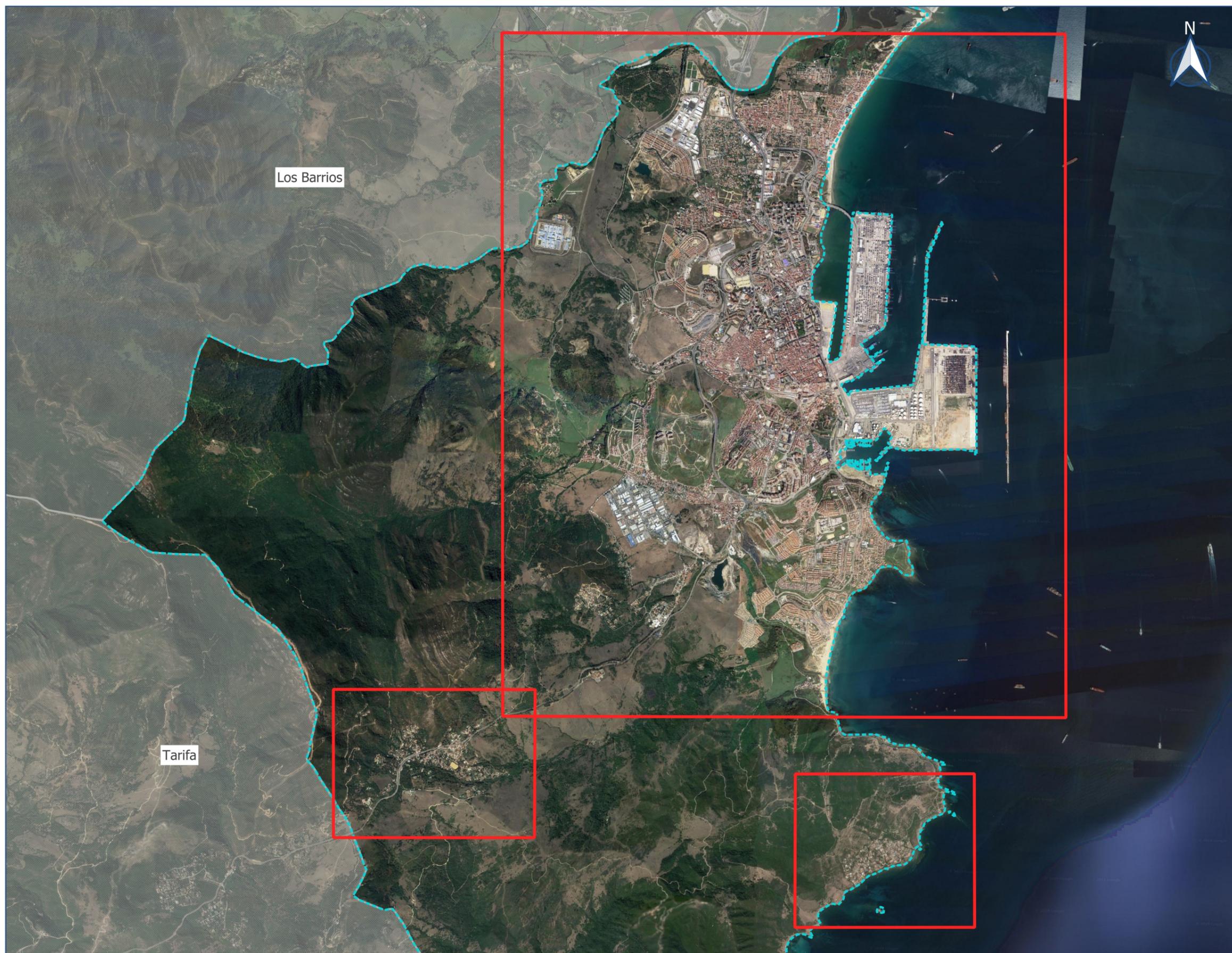
Fdo.: Isabel Giménez Anaya

## 9.- PLANOS

---

Se presentan a continuación los siguientes planos:

- 1.1. Área de Estudio
- 1.2. Fuentes de Ruido
- 1.3. Jerarquía Viaria
- 1.4. Distribuidor tipo edificaciones
- 1.5. Tipo Edificaciones



LEYENDA

- Área de estudio
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

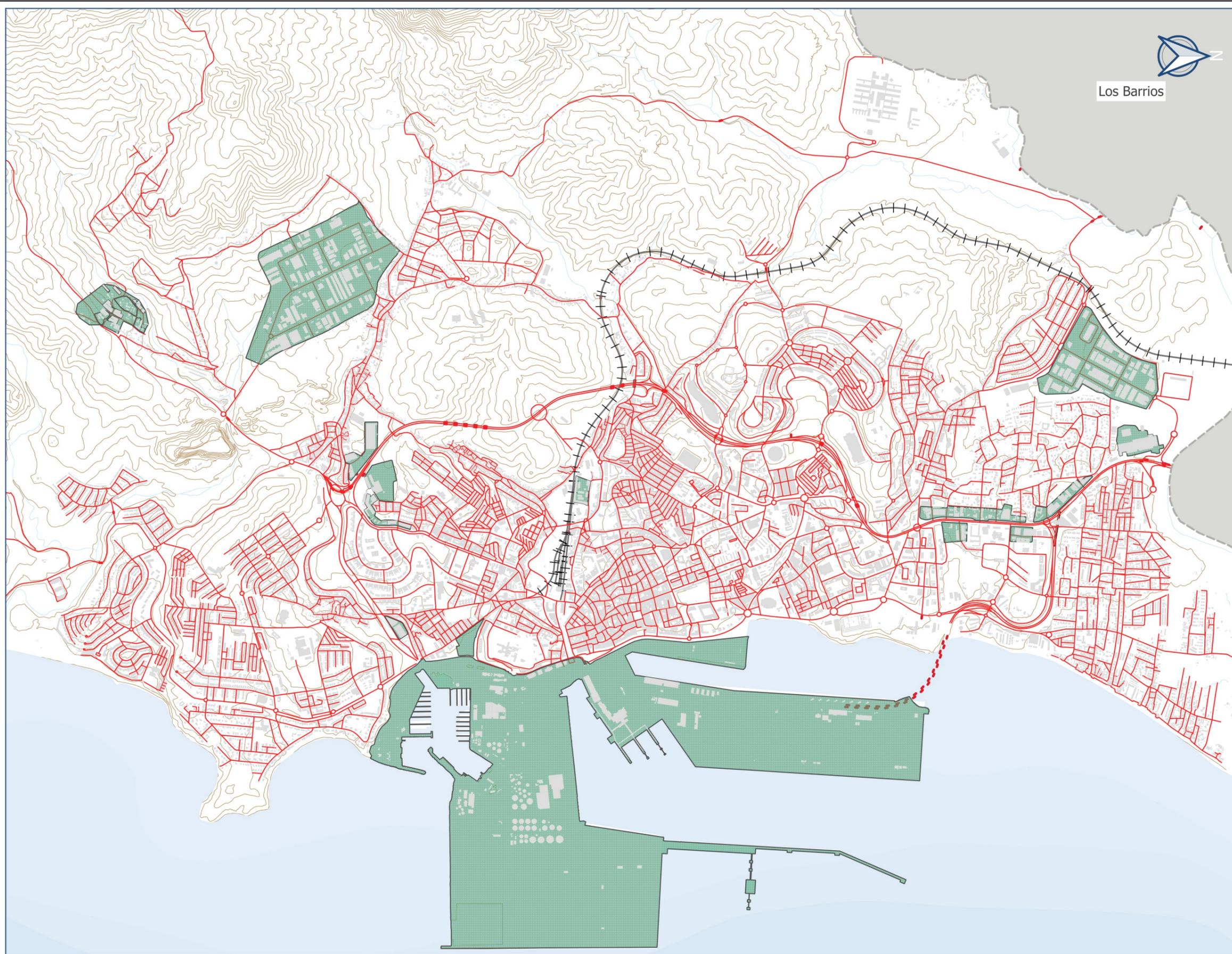
Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:50000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:  
ÁREA DE ESTUDIO

Fecha  
FEBRERO 2019  
Revisión  
1

Nº Plano  
1.1  
Hoja  
1 DE 1



Los Barrios

LEYENDA

- Fuentes viarias
- Fuentes ferroviarias
- Fuentes de ruido industrial
- Edificaciones
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:25000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

FUENTES DE RUIDO

Fecha

FEBRERO 2019

Nº Plano

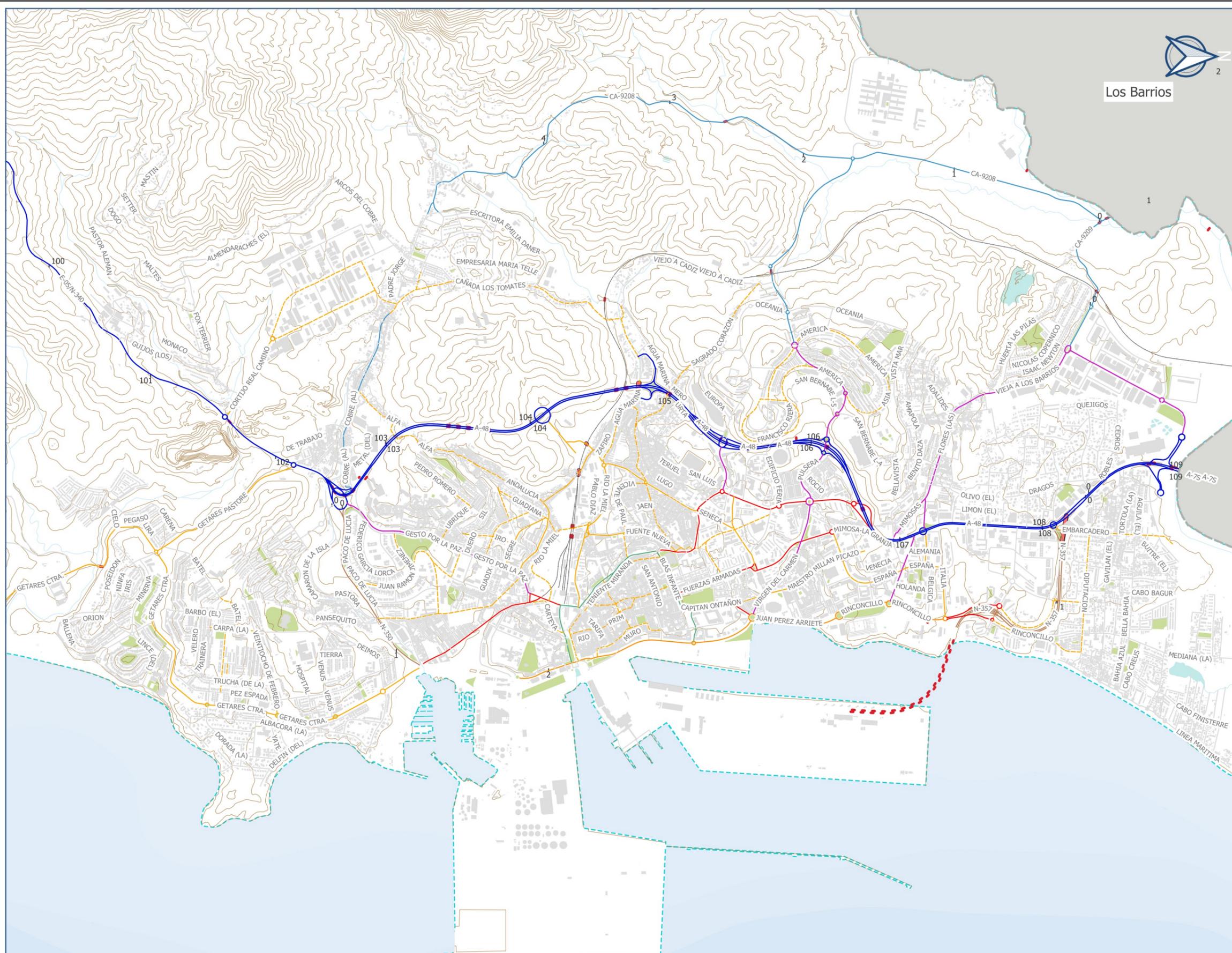
1.2

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



- LEYENDA
- Jerarquía viaria
- ACCESOS AL PUERTO DE ALGECIRAS
  - EJE CONECTIVIDAD METROPOLITANA
  - EJE CONECTOR INTERSECTORIAL
  - EJE DE CENTRALIDAD DEL SECTOR
  - EJE DE PENETRACION URBANA
  - EJE LITORAL BORDE URBANO
  - EJE O RONDA DE DISTRIBUCION URBANA
  - ESTATAL
  - RONDA URBANA DEL CENTRO HISTORICO
  - OTRO
- Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:25000 Formato original UNE-A3	Plano: ÁREA DE ESTUDIO	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.3
						Revisión 1	Hoja 1 DE 1



LEYENDA

 Distribuidor de hojas

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:50000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EFIFICACIONES.  
PLANO GUÍA

Fecha

FEBRERO 2019

Nº Plano

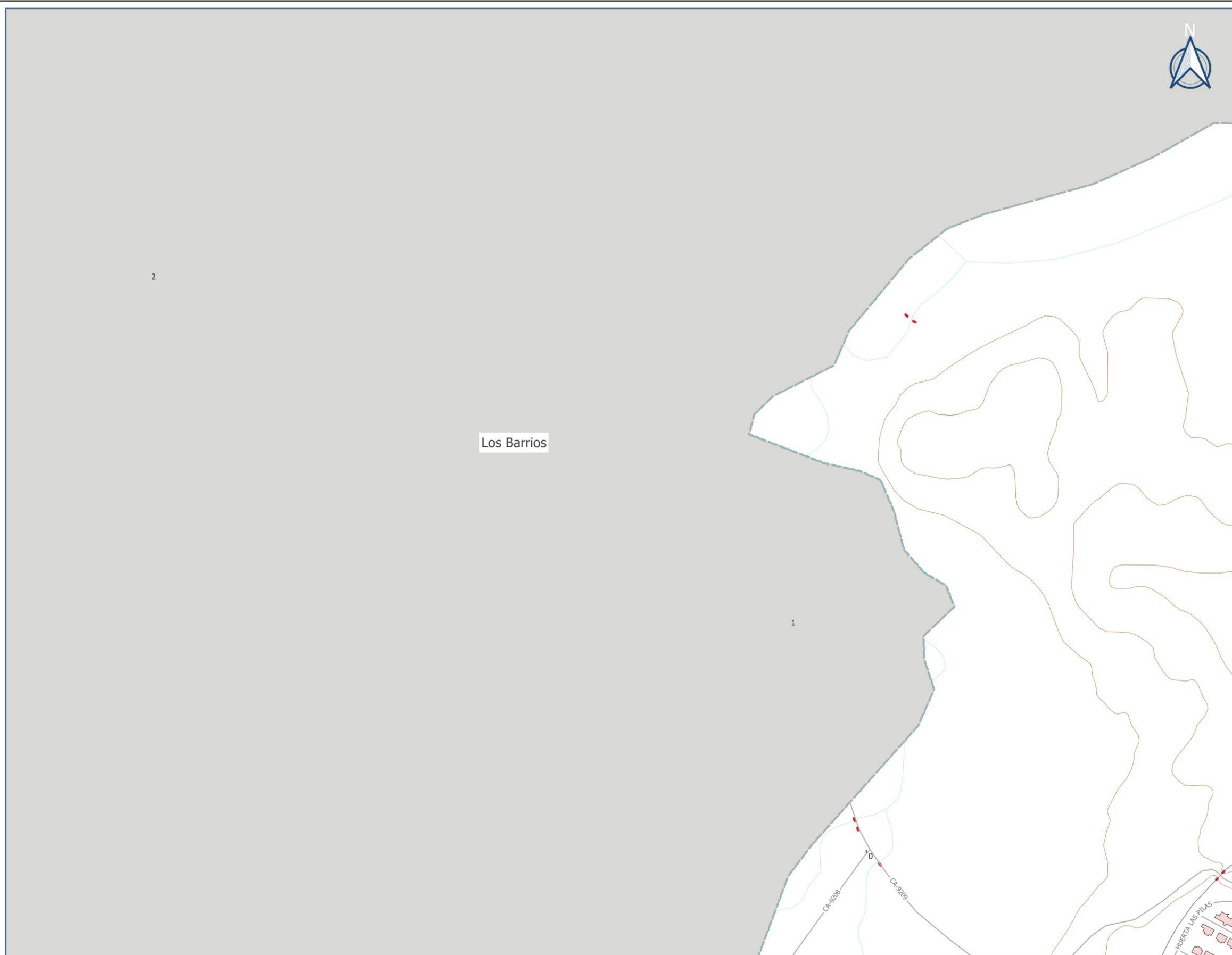
1.4.1

Revisión

1

Hoja

1 DE 1



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

Los Barrios

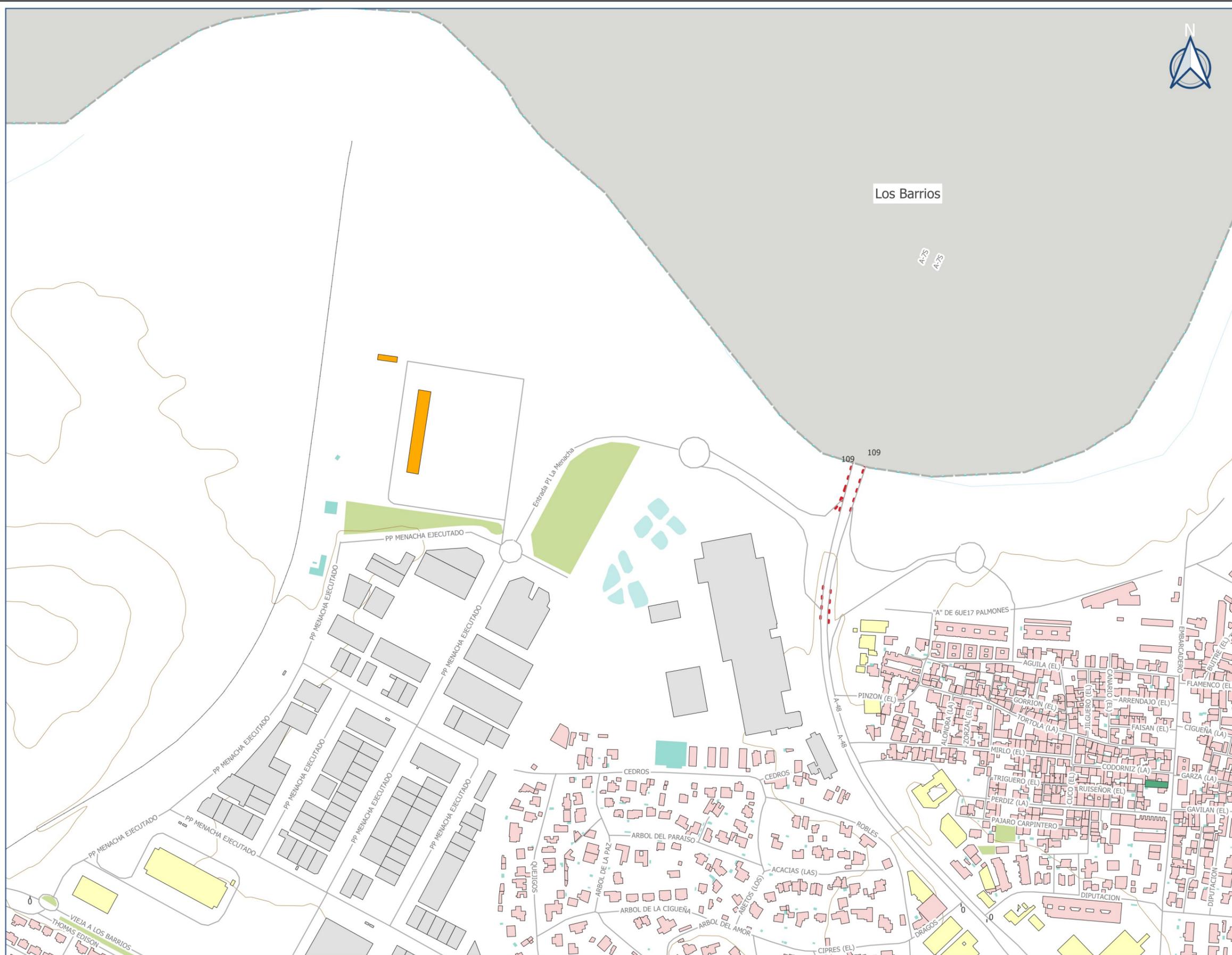
2

1

PLANO GUÍA



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:5000 Formato original UNE-A3	Plano: TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.4.2
						Revisión 1	Hoja 1 DE 33



LEYENDA

- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

2 DE 33

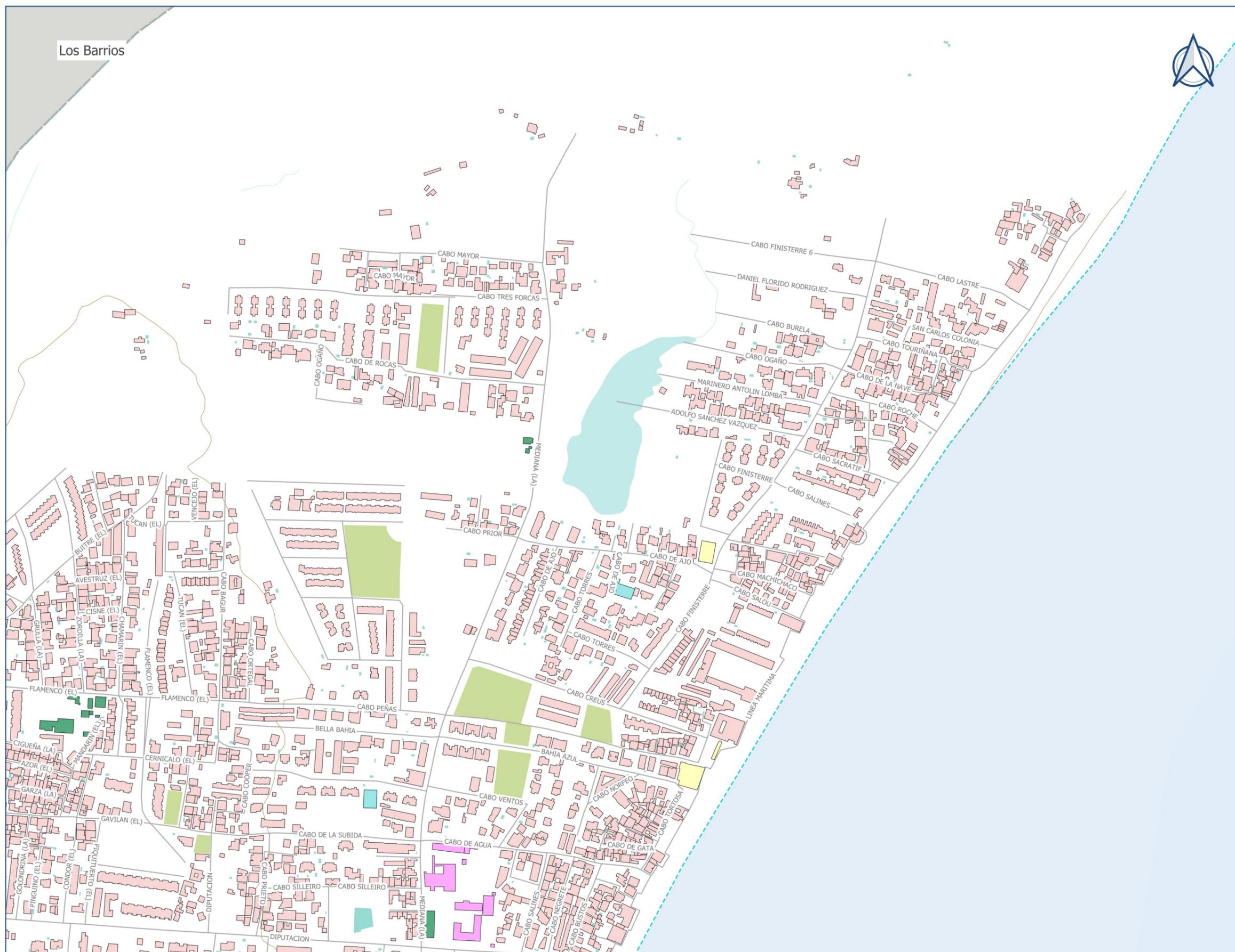


LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



PLANO GUÍA



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
3 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

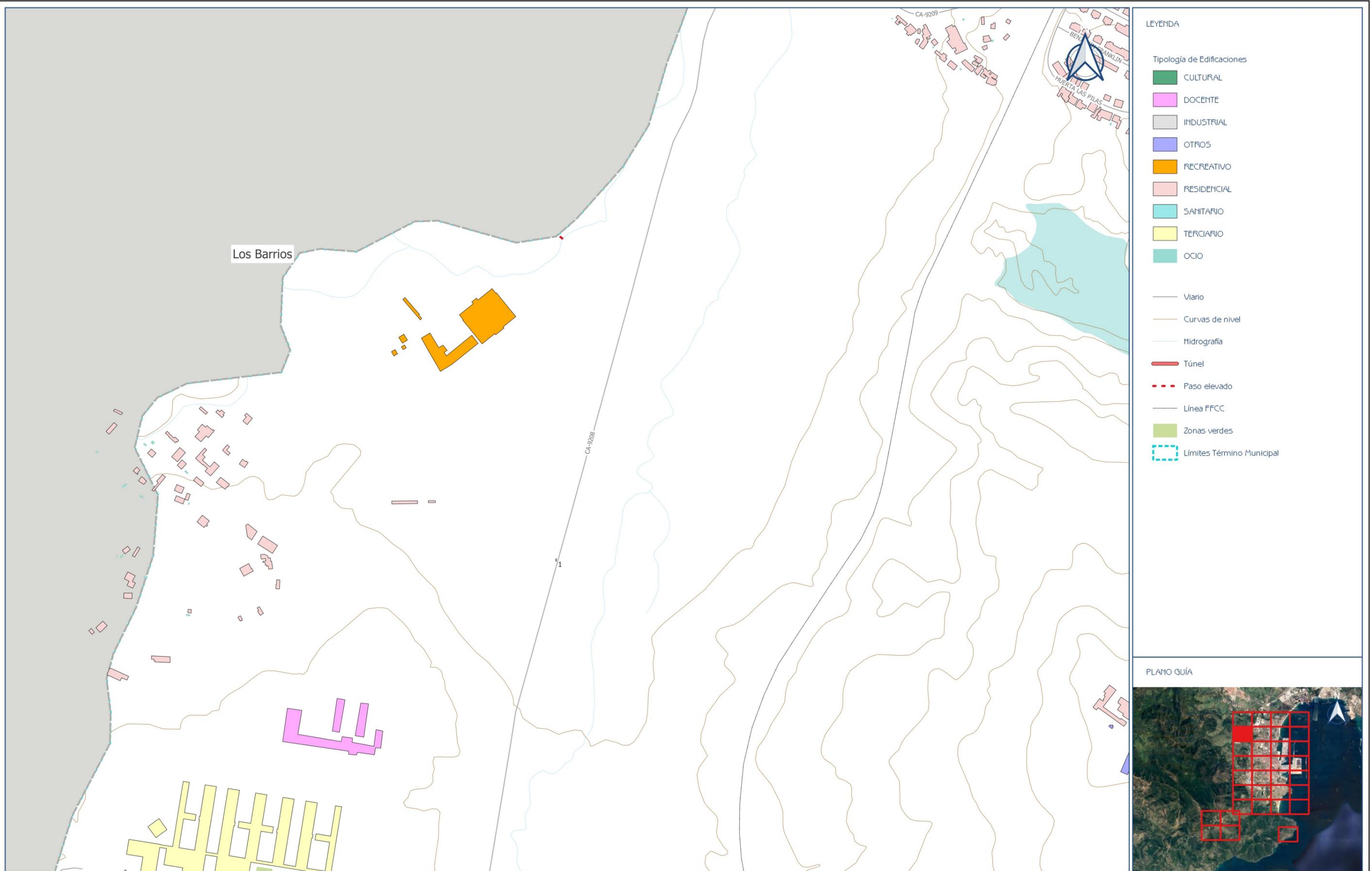
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

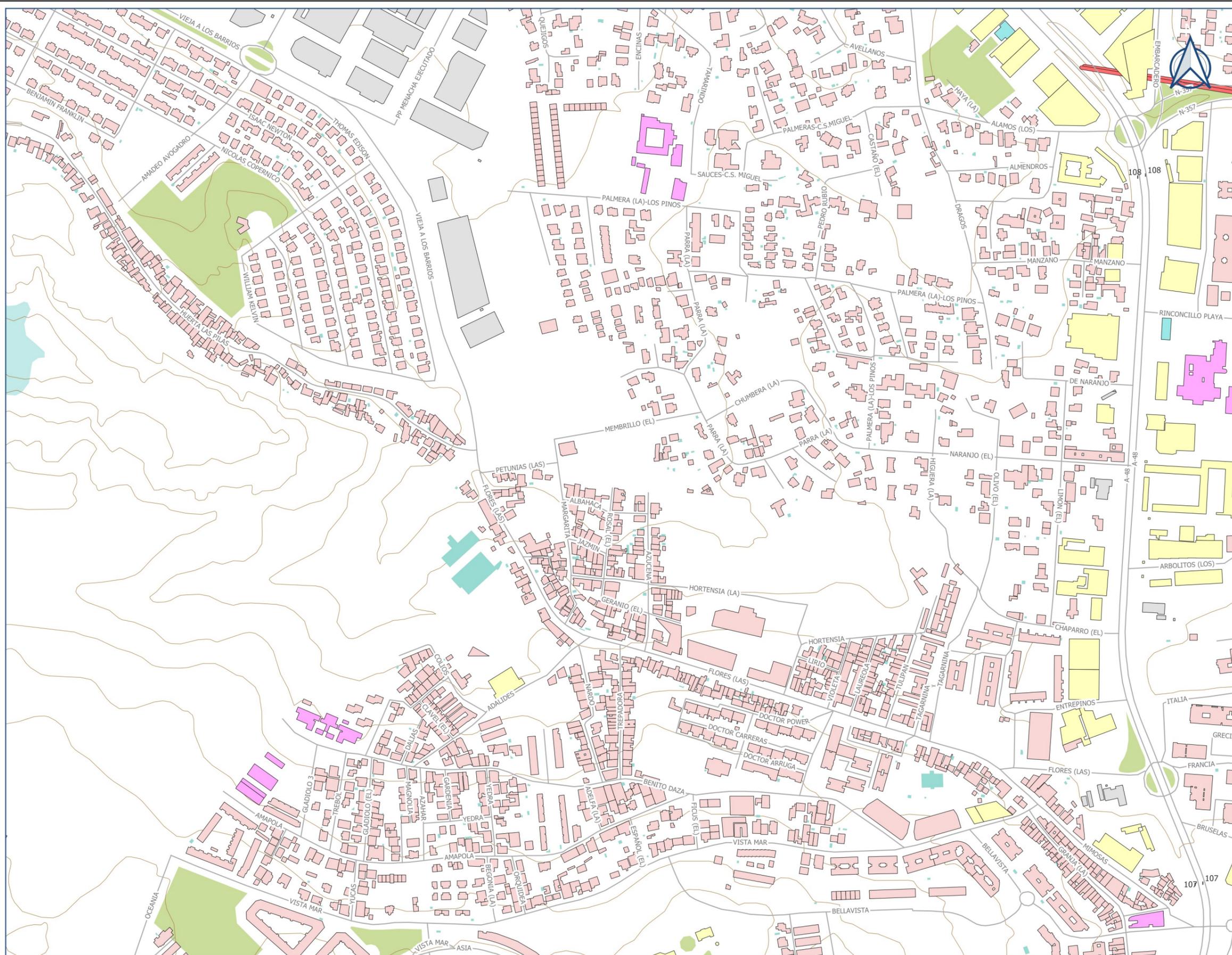
4 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:5000 Formato original UNE-A3	Plano: TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.4.2
						Revisión 1	Hoja 5 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vialio
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
6 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
7 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Ayuntamiento de Algéciras

Empresa consultora:



S2 SINCOSUR

Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

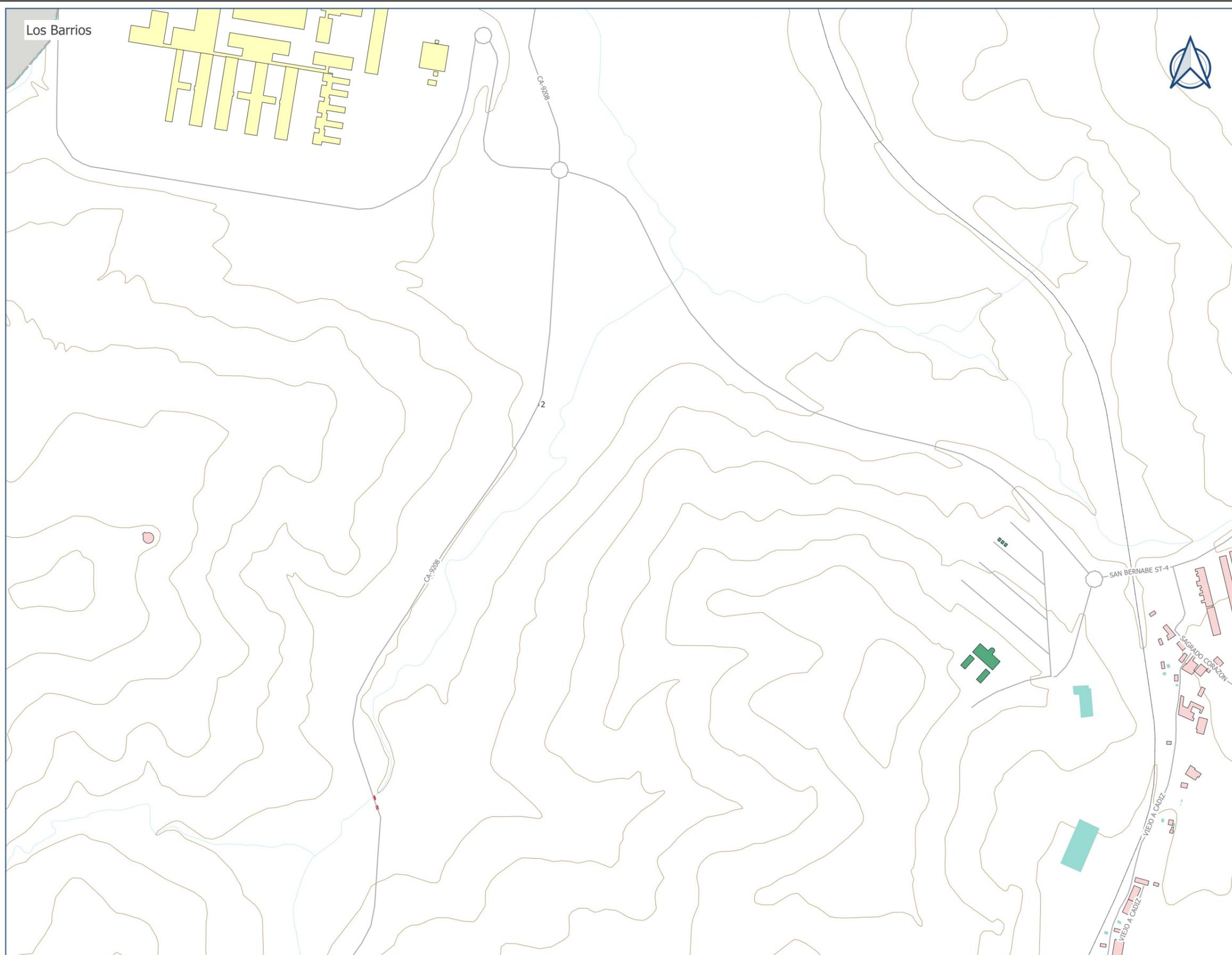
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

8 DE 33



LEYENDA

- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

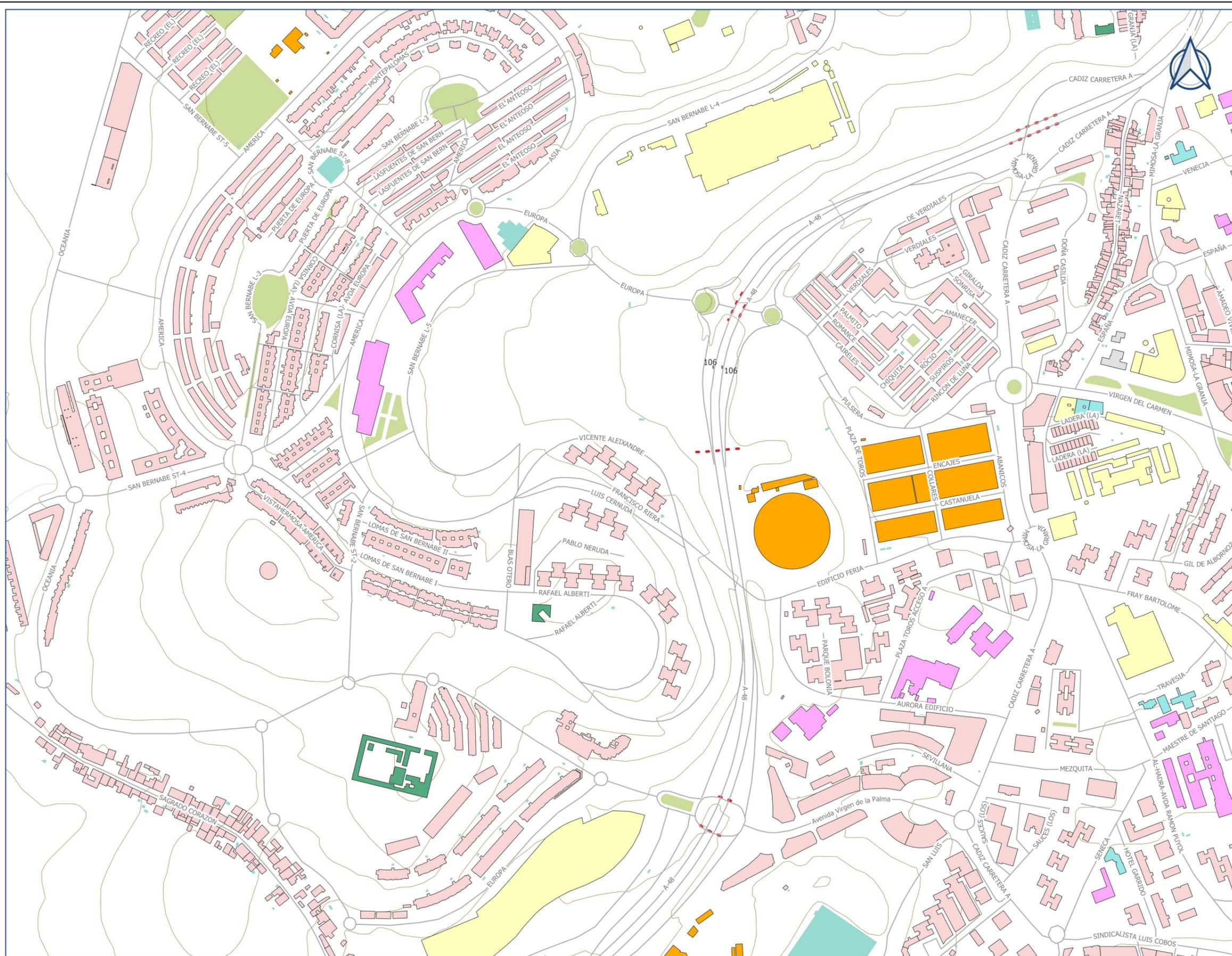
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

9 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

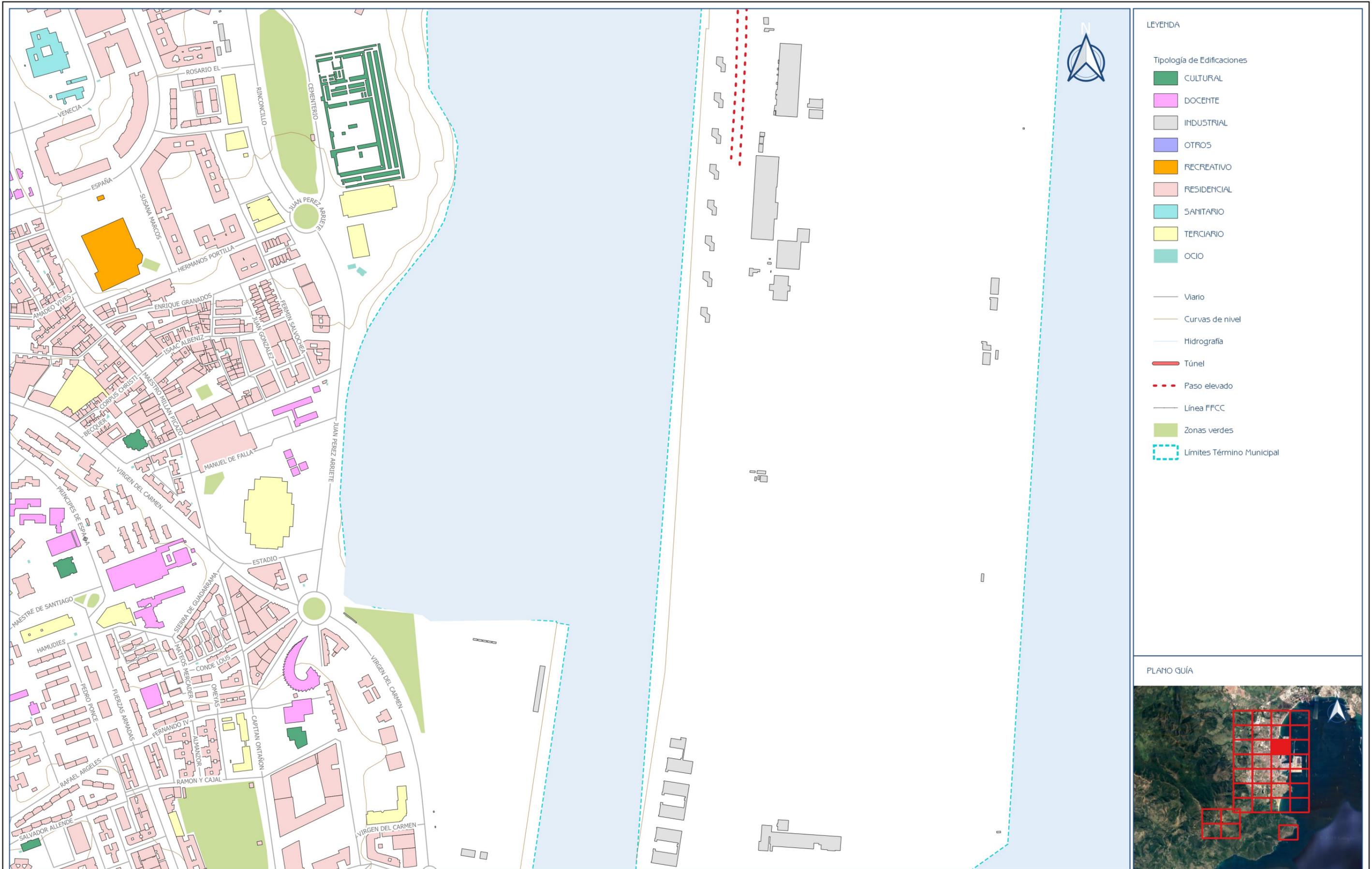
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
10 DE 33



**LEYENDA**

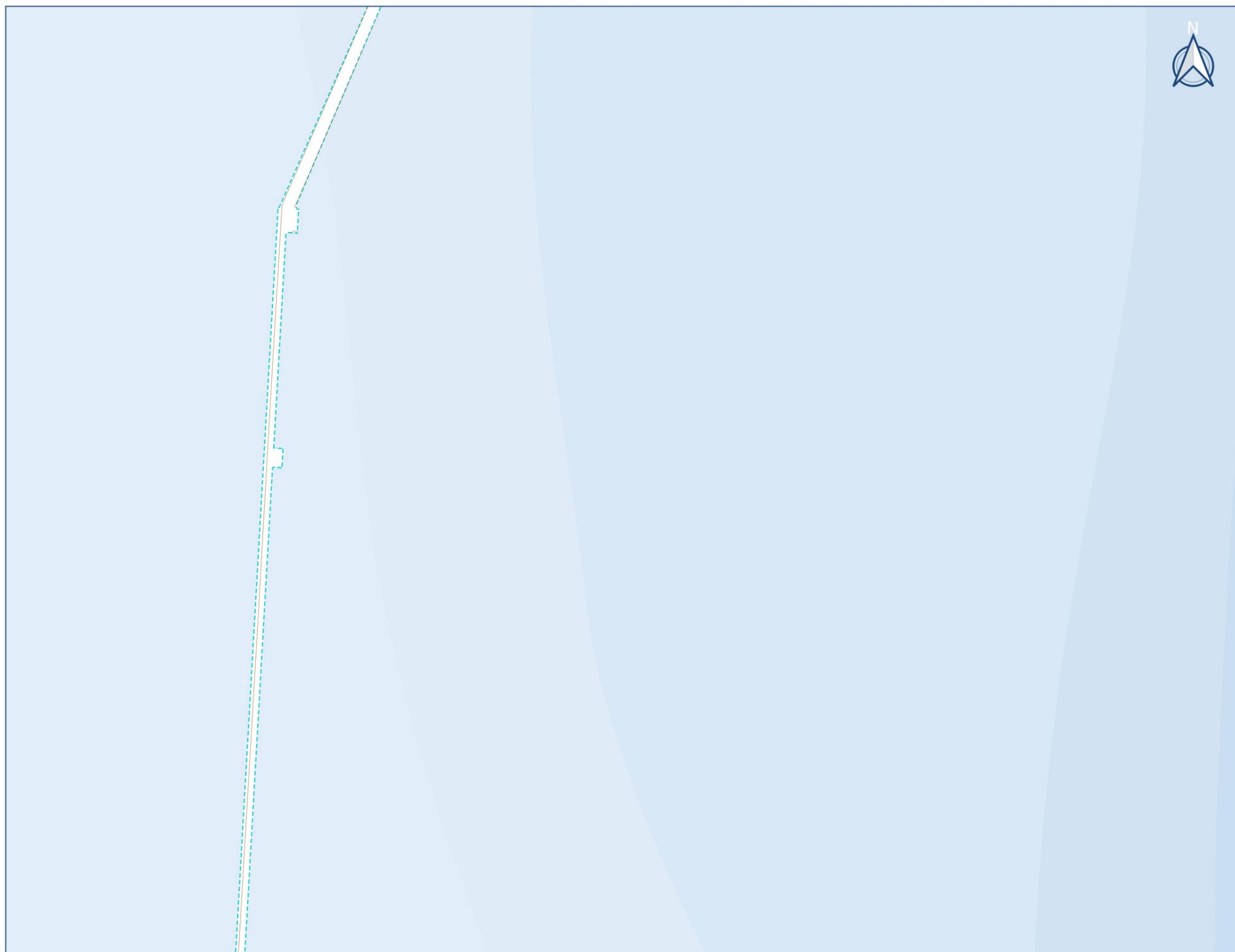
Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Vialio
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:5000 Formato original UNE-A3	Plano: TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.4.2
						Revisión 1	Hoja 11 DE 33



- LEYENDA
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vialio
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Ayuntamiento de Algéciras

Empresa consultora:



S2 SINCOSUR

Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

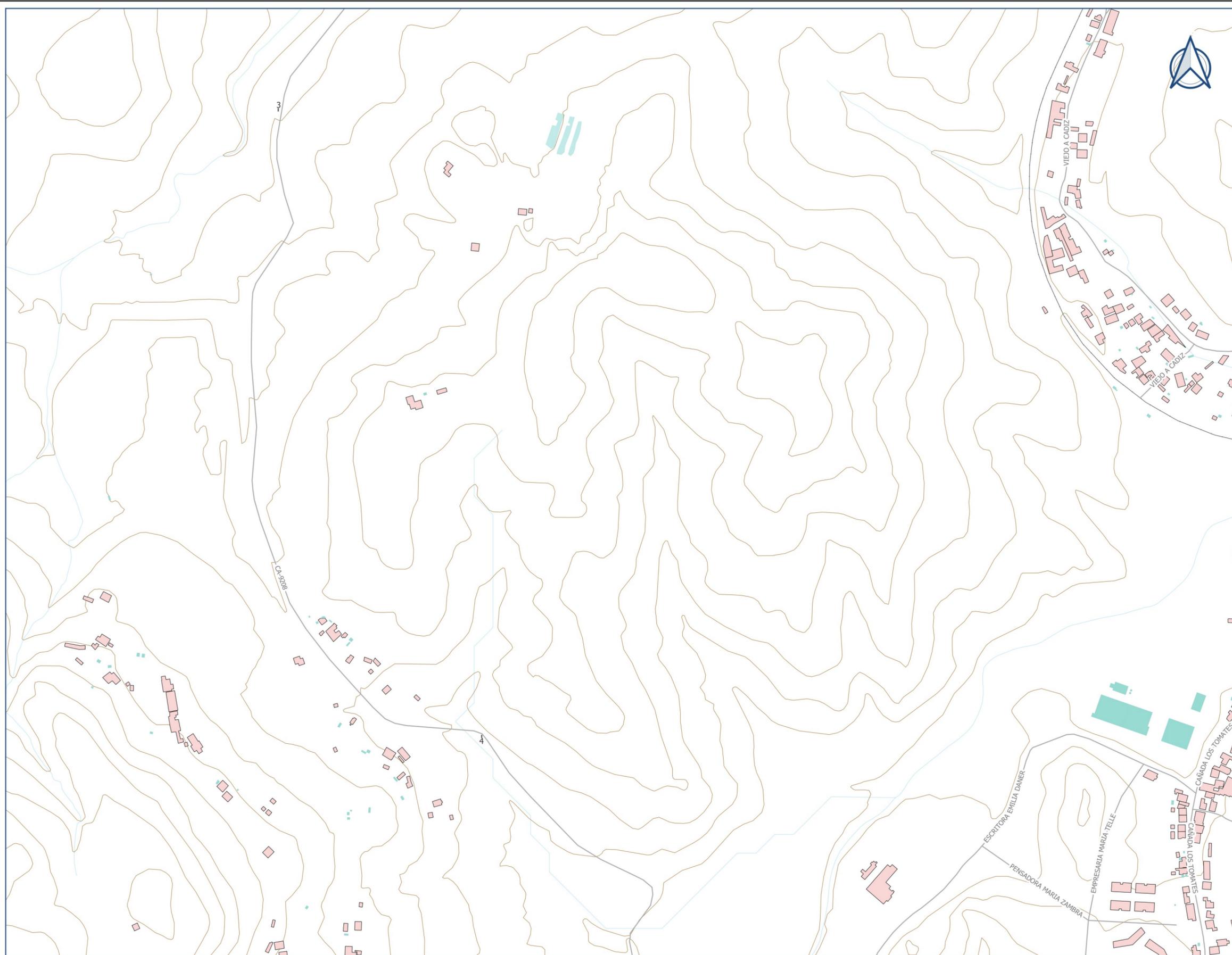
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

12 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

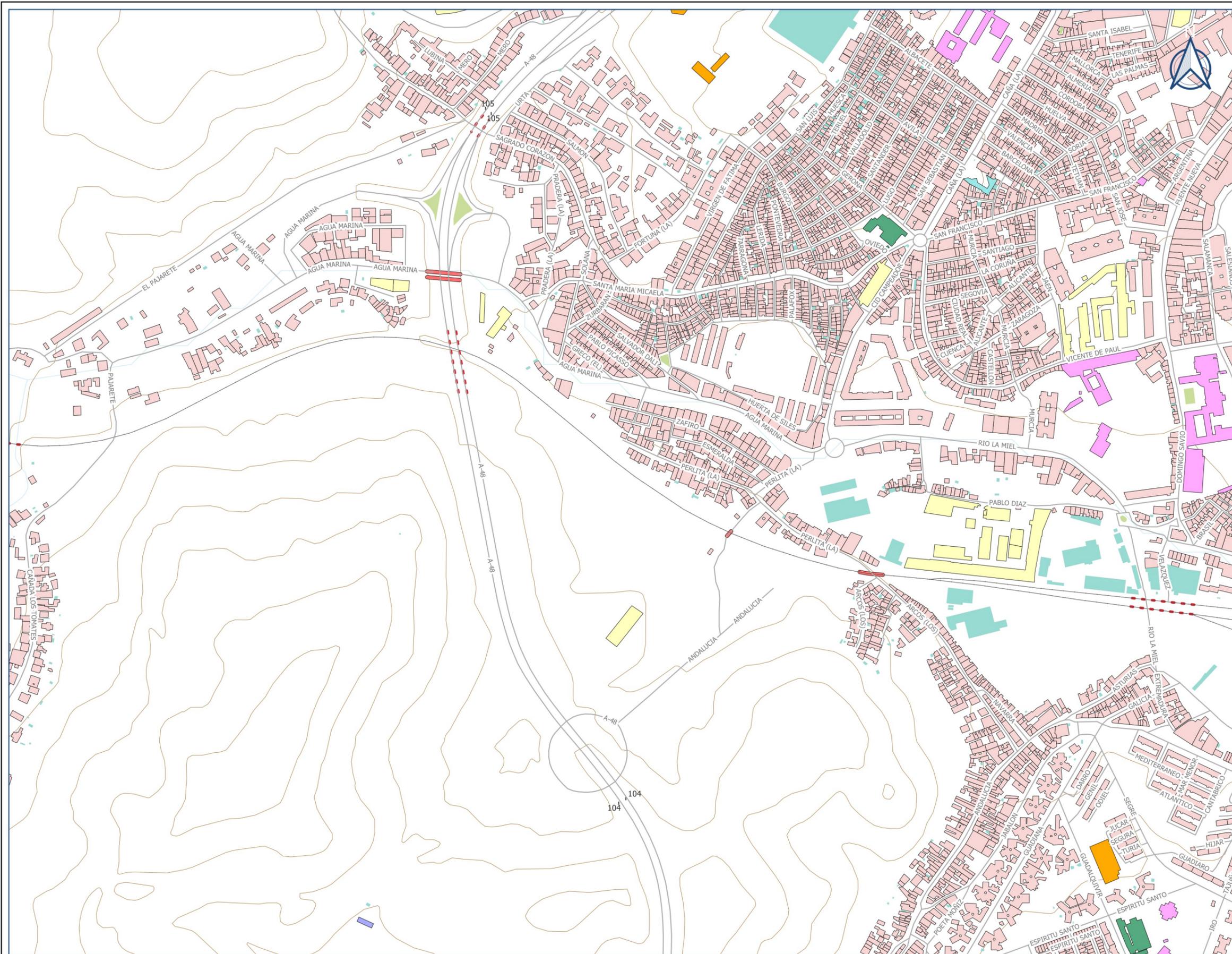
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

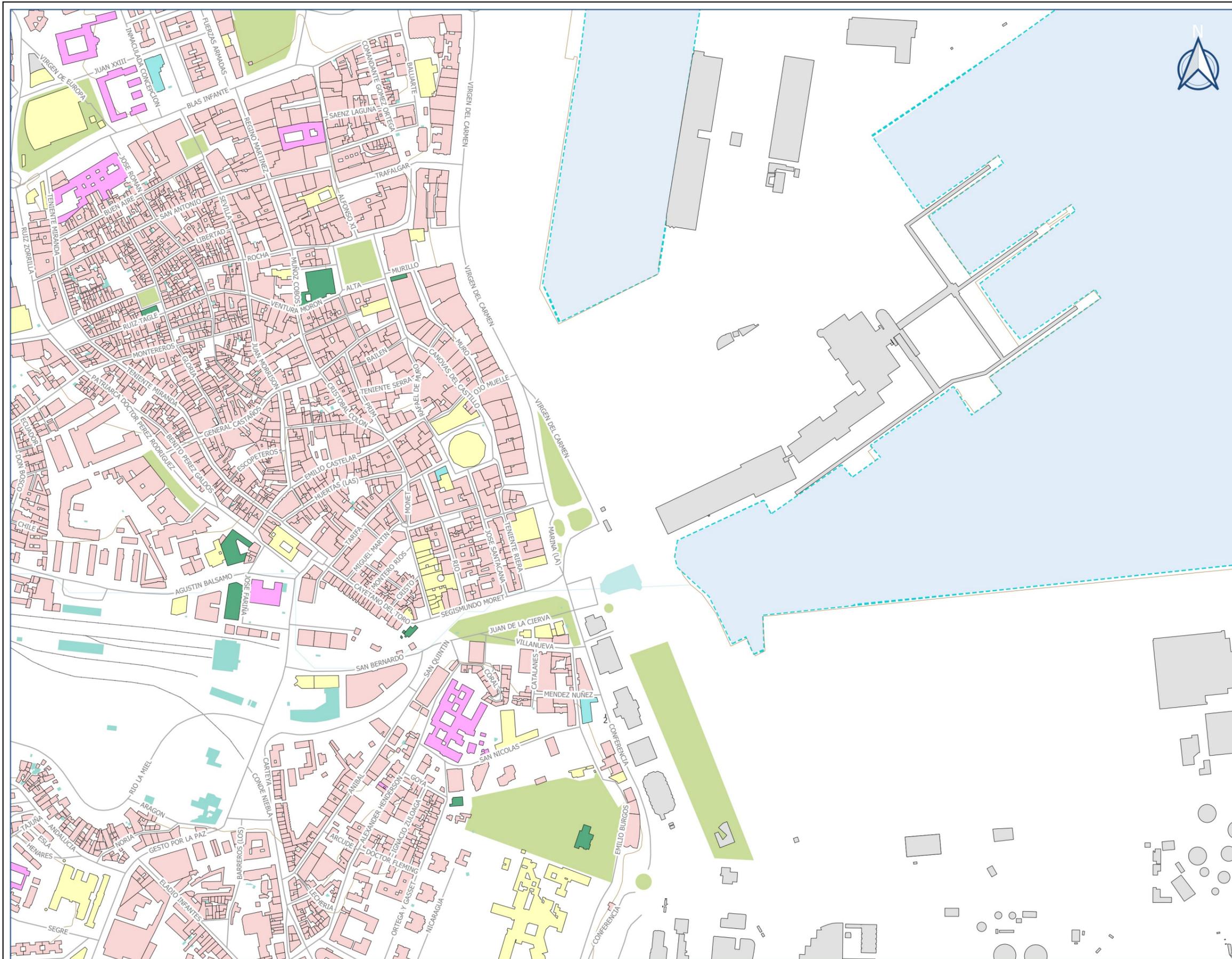
Hoja  
13 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vial
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:5000 Formato original UNE-A3	Plano: TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.4.2
						Revisión 1	Hoja 14 DE 33



LEYENDA

- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vialio
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Ayuntamiento de Algeciras

Empresa consultora:



SINCOSUR

Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

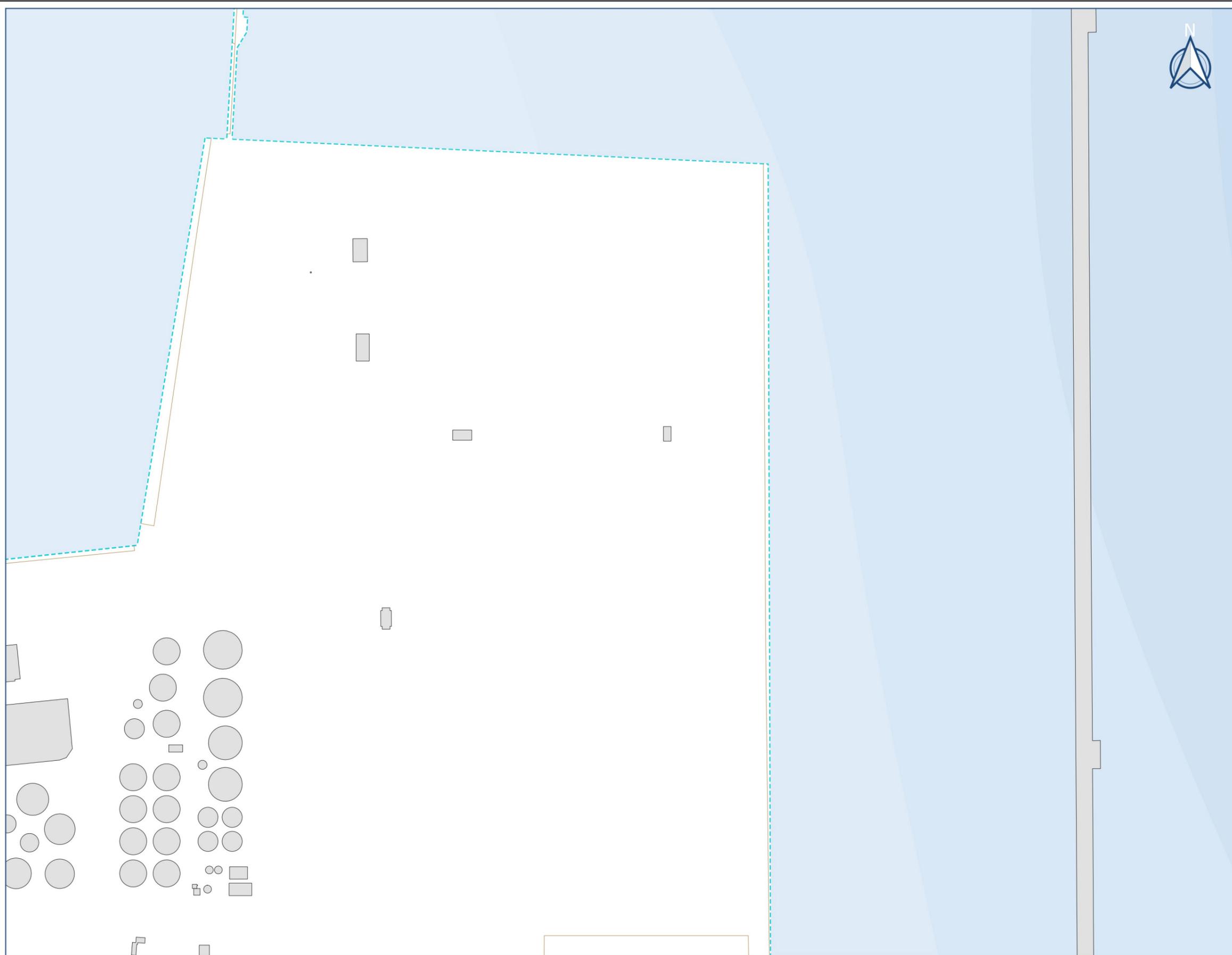
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

15 DE 33



LEYENDA

- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- - - Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

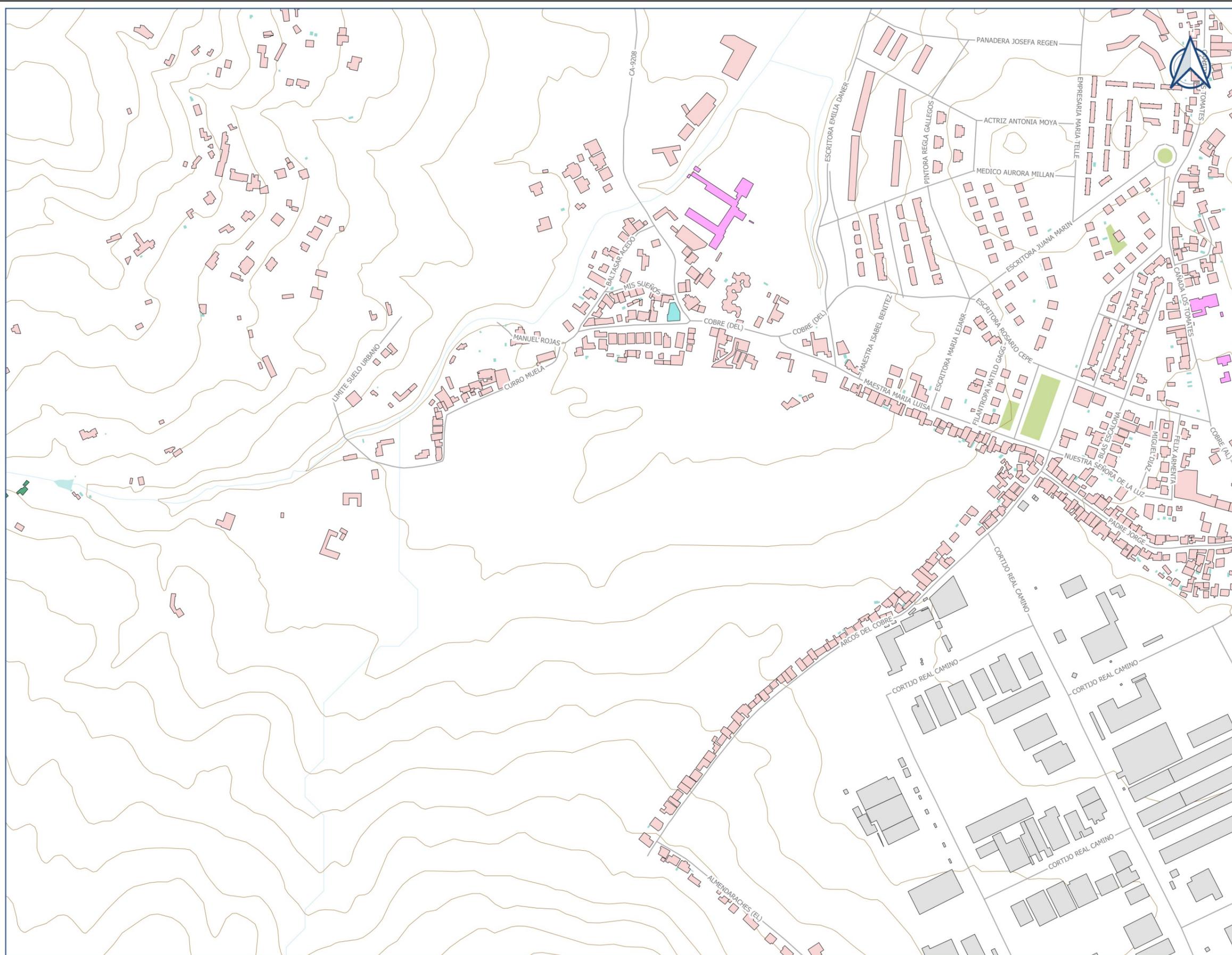
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

16 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

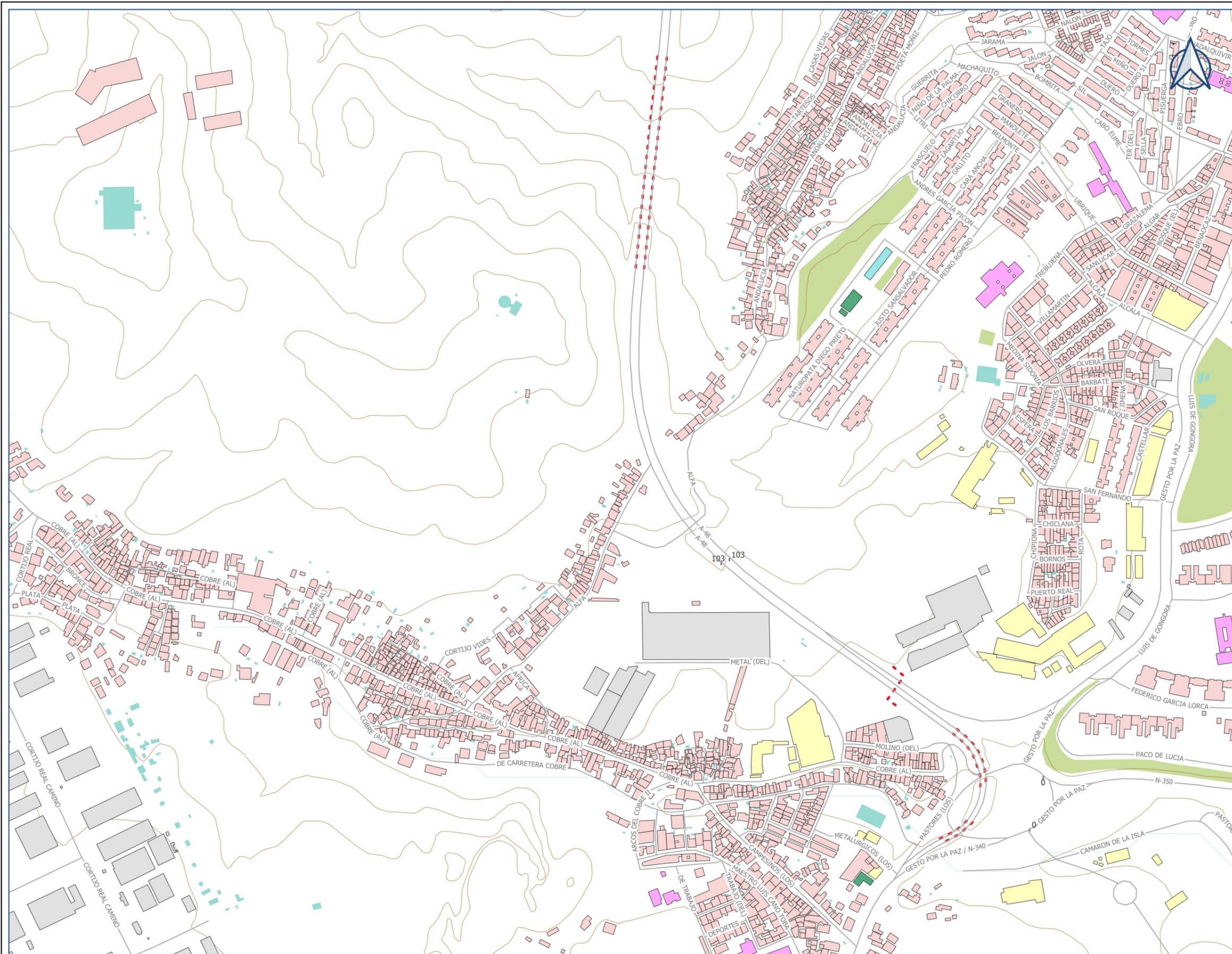
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
17 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha	Nº Plano
FEBRERO 2019	1.4.2
Revisión	Hoja
1	18 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

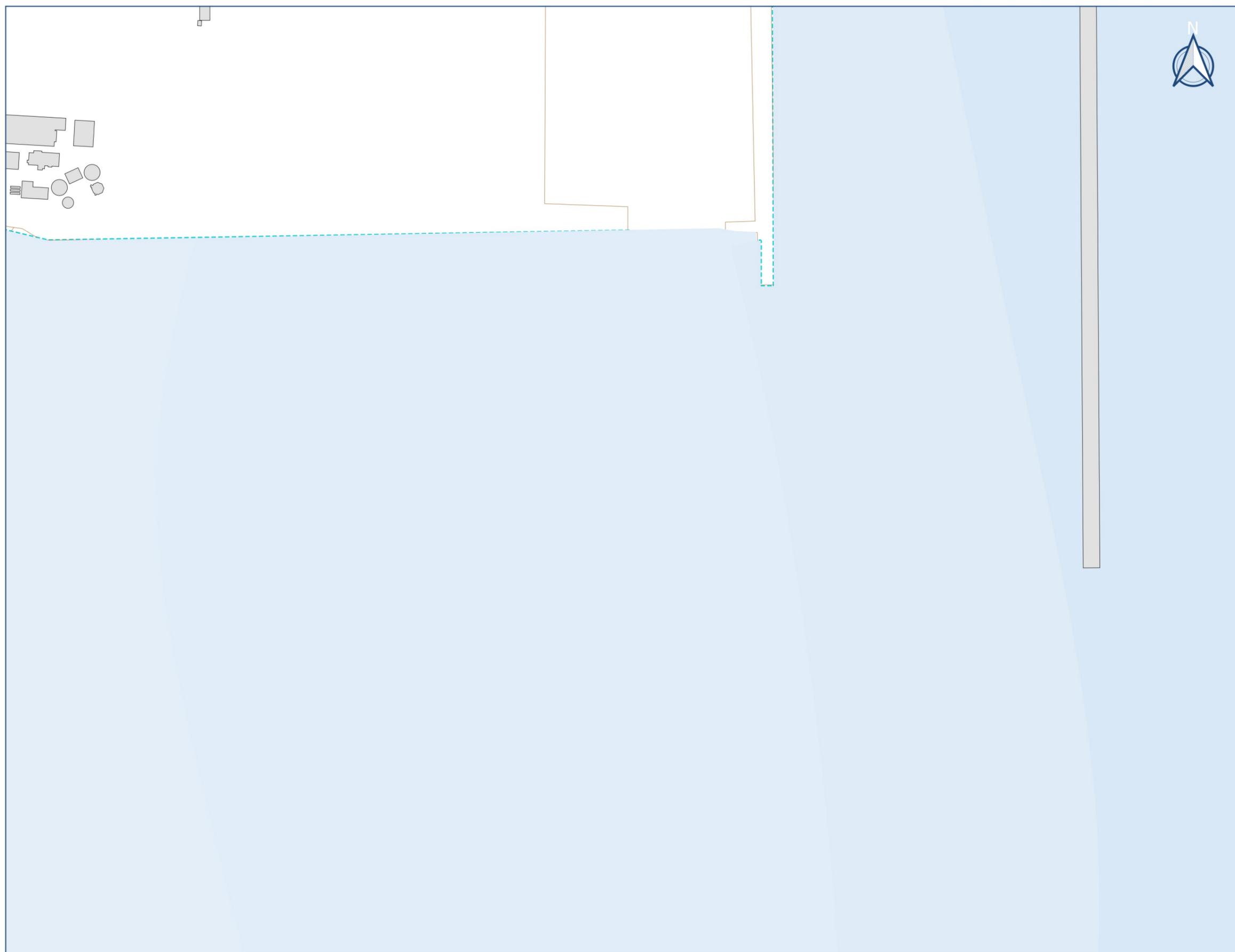
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
19 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

— Viario

— Curvas de nivel

— Hidrografía

— Túnel

- - - Paso elevado

— Línea FFCC

Zonas verdes

Límites Término Municipal



Ciente:



Ayuntamiento de Algieras

Empresa consultora:



S2 SINCOSUR

Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

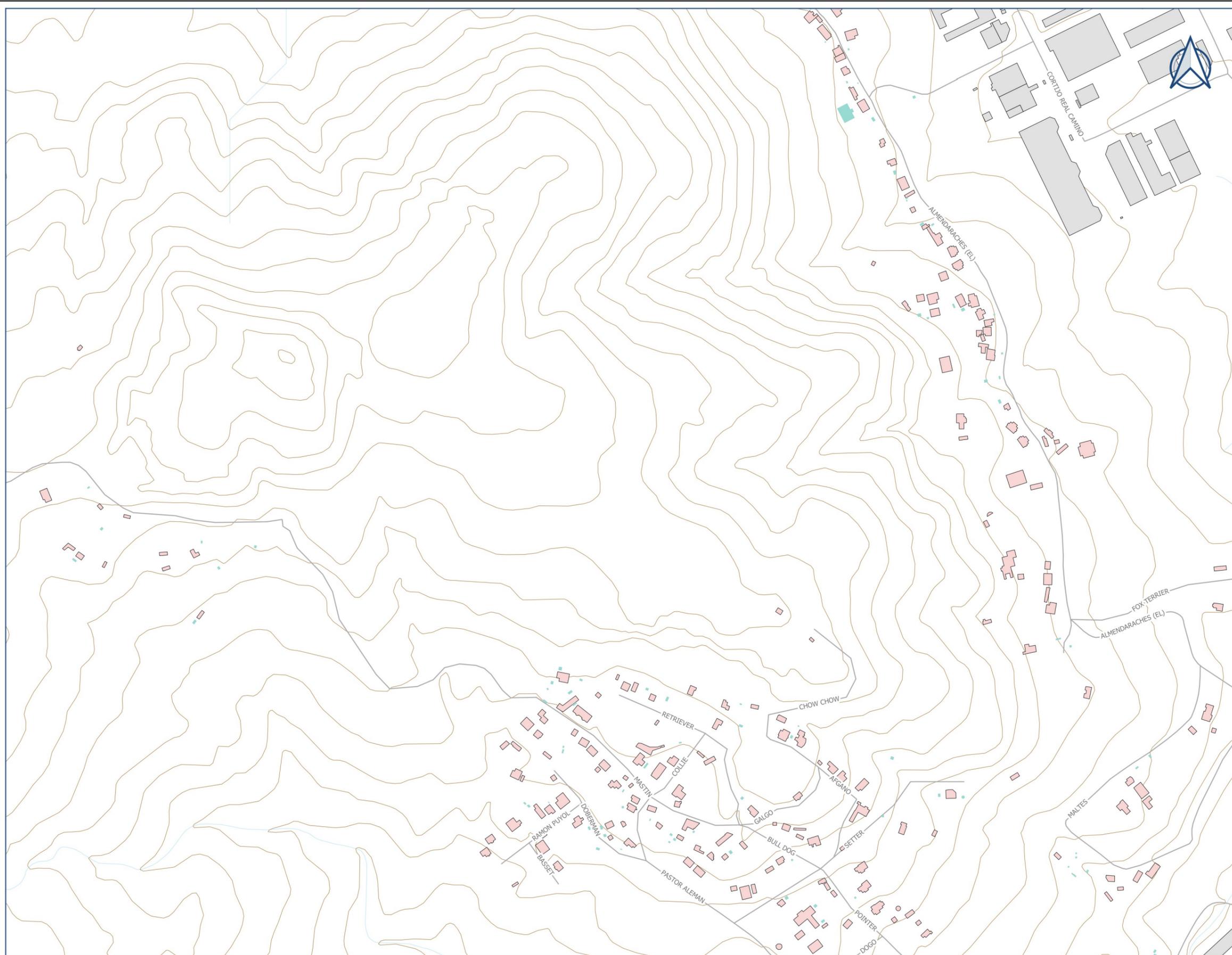
1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

20 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vialio
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

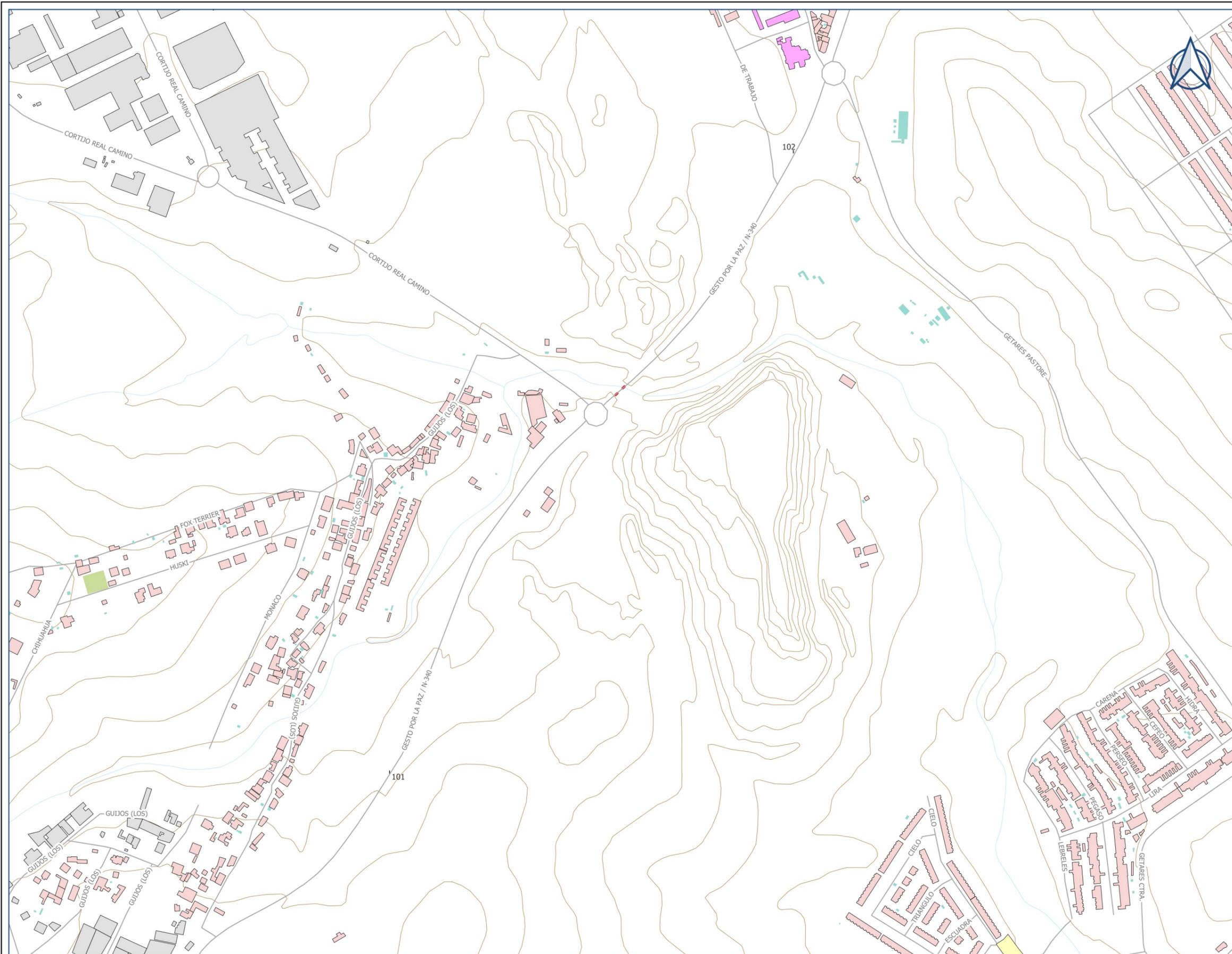
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Nº Plano  
1.4.2

Revisión  
1

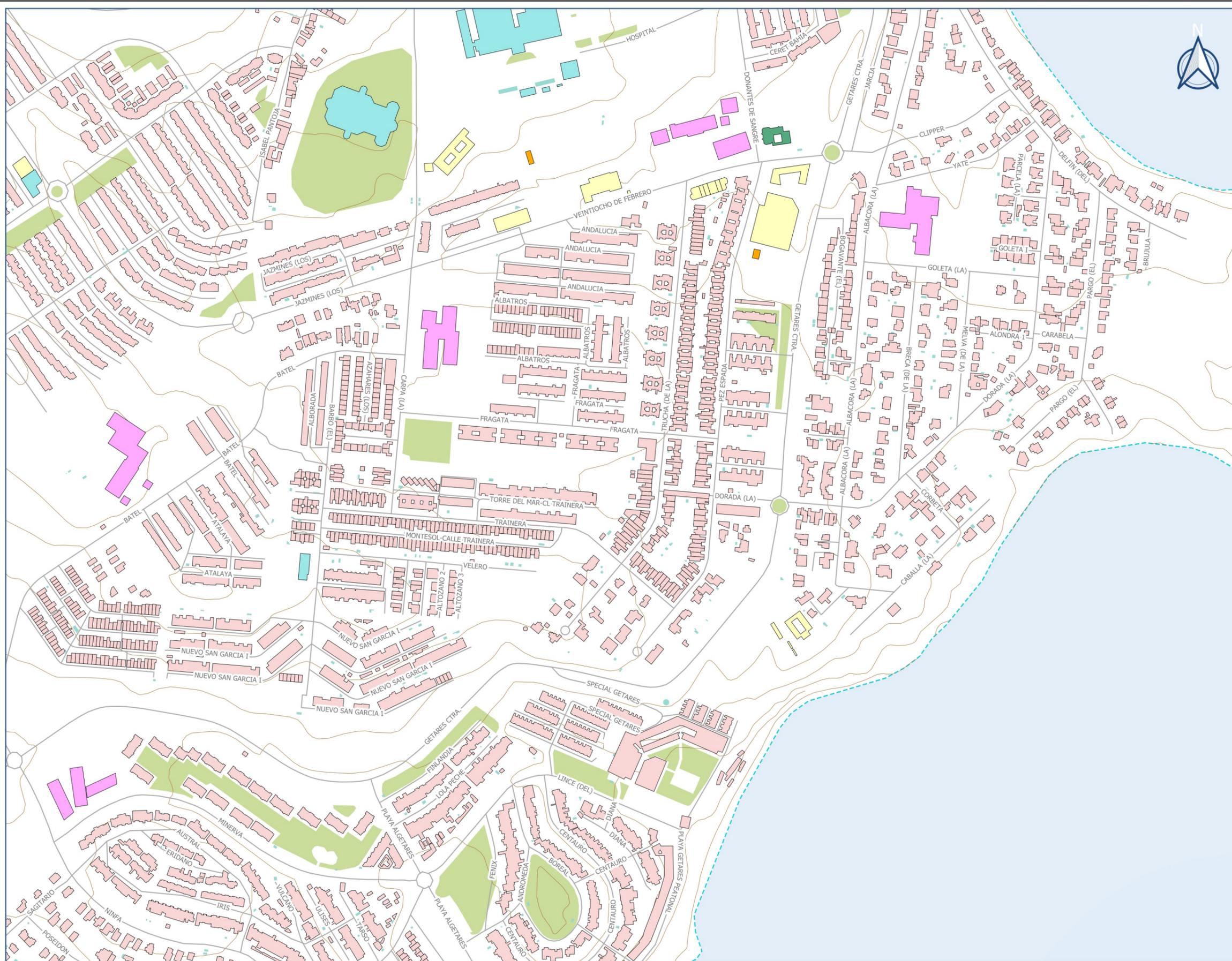
Hoja  
21 DE 33



- LEYENDA**
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal



Cliente: 	Empresa consultora: 	Título del proyecto ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS	Expediente: SN 02/17	Escala: 1:5000 Formato original UNE-A3	Plano: TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE	Fecha FEBRERO 2019	Nº Plano 1.4.2
						Revisión 1	Hoja 22 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Vario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente: 

Empresa consultora: 

Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
23 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Vario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

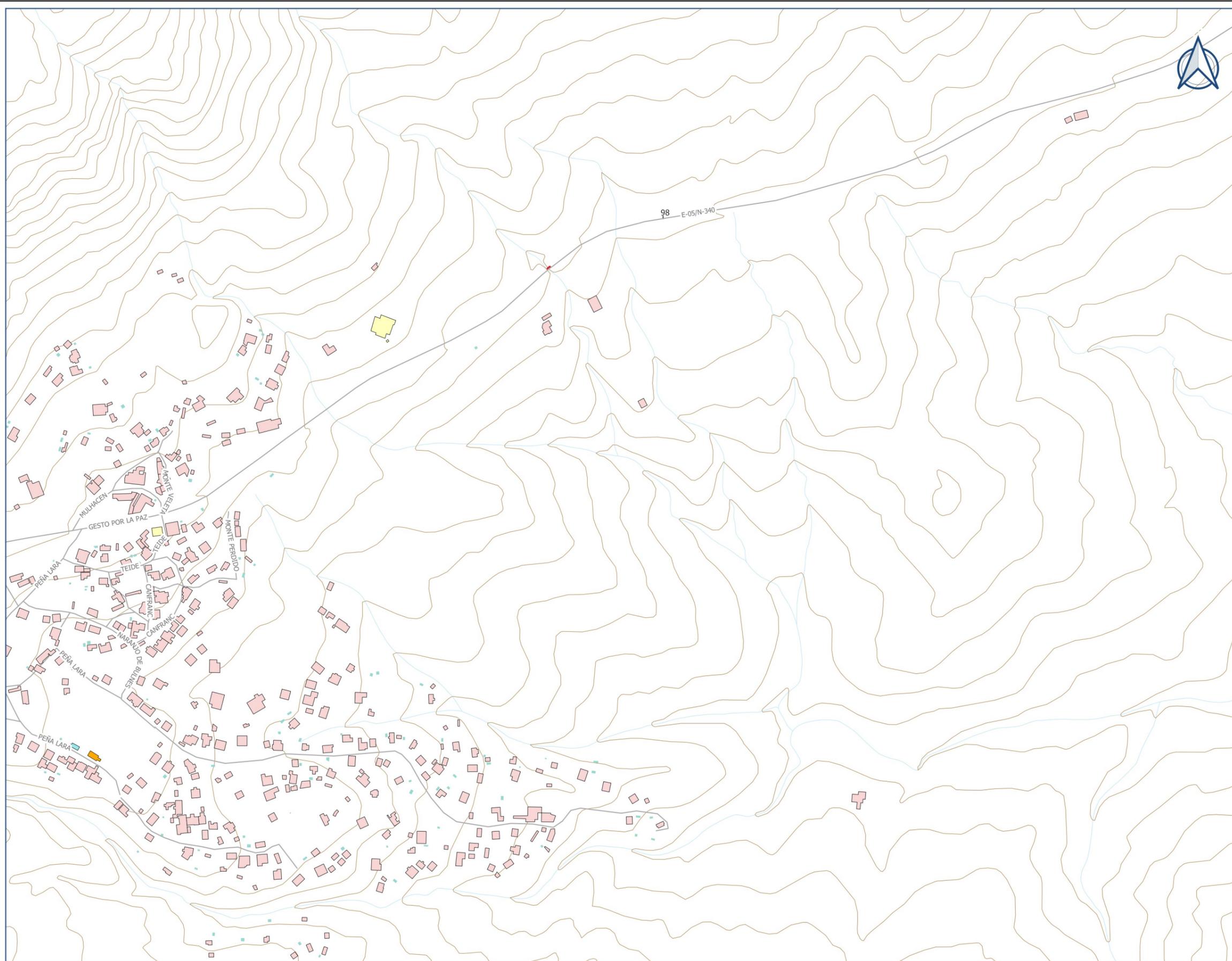
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Nº Plano  
1.4.2

Revisión  
1

Hoja  
24 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

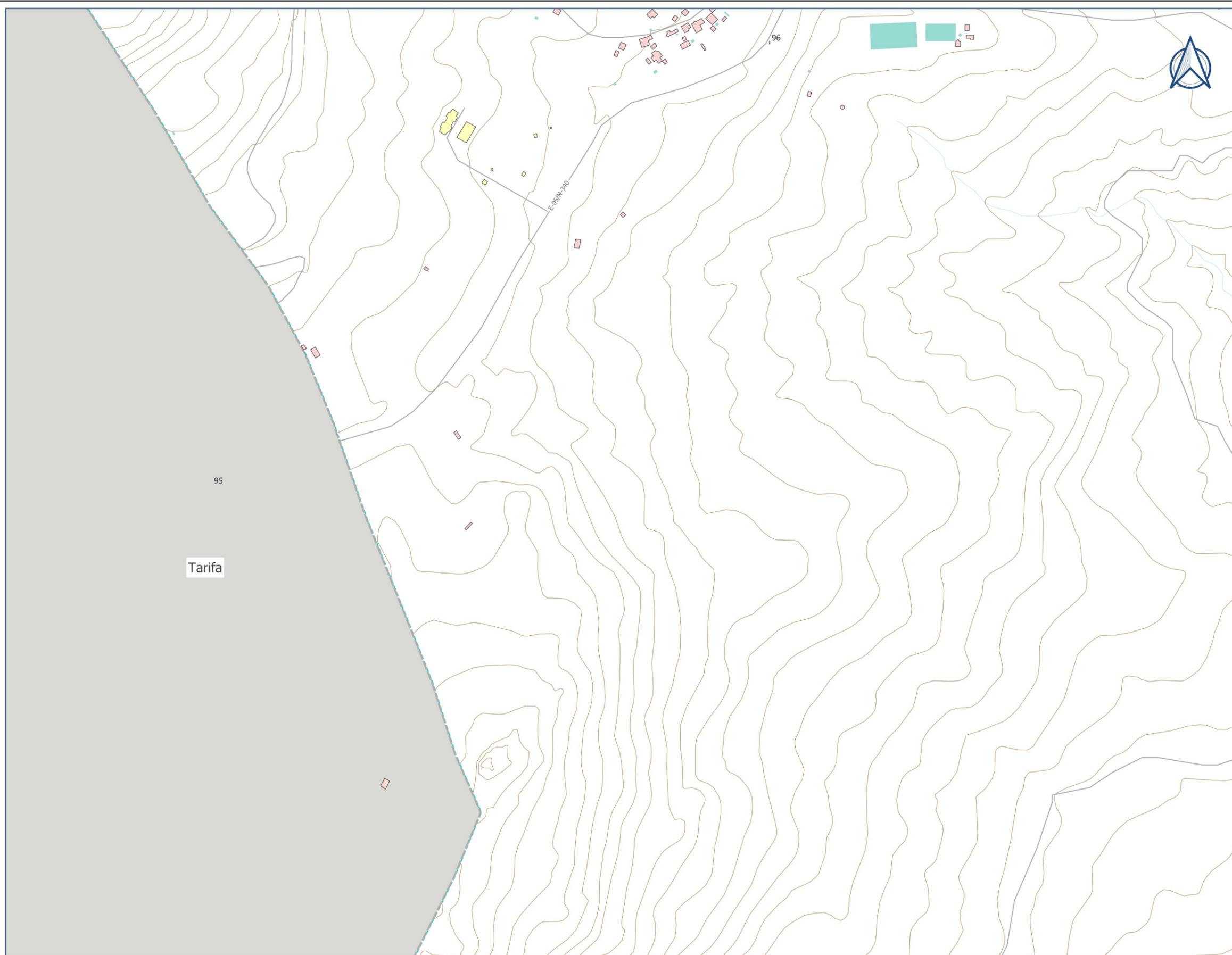
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
25 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
26 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente:



**Ayuntamiento de Algéciras**

Empresa consultora:



**S2 SINCOSUR**

Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000

Formato original UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN. HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

27 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

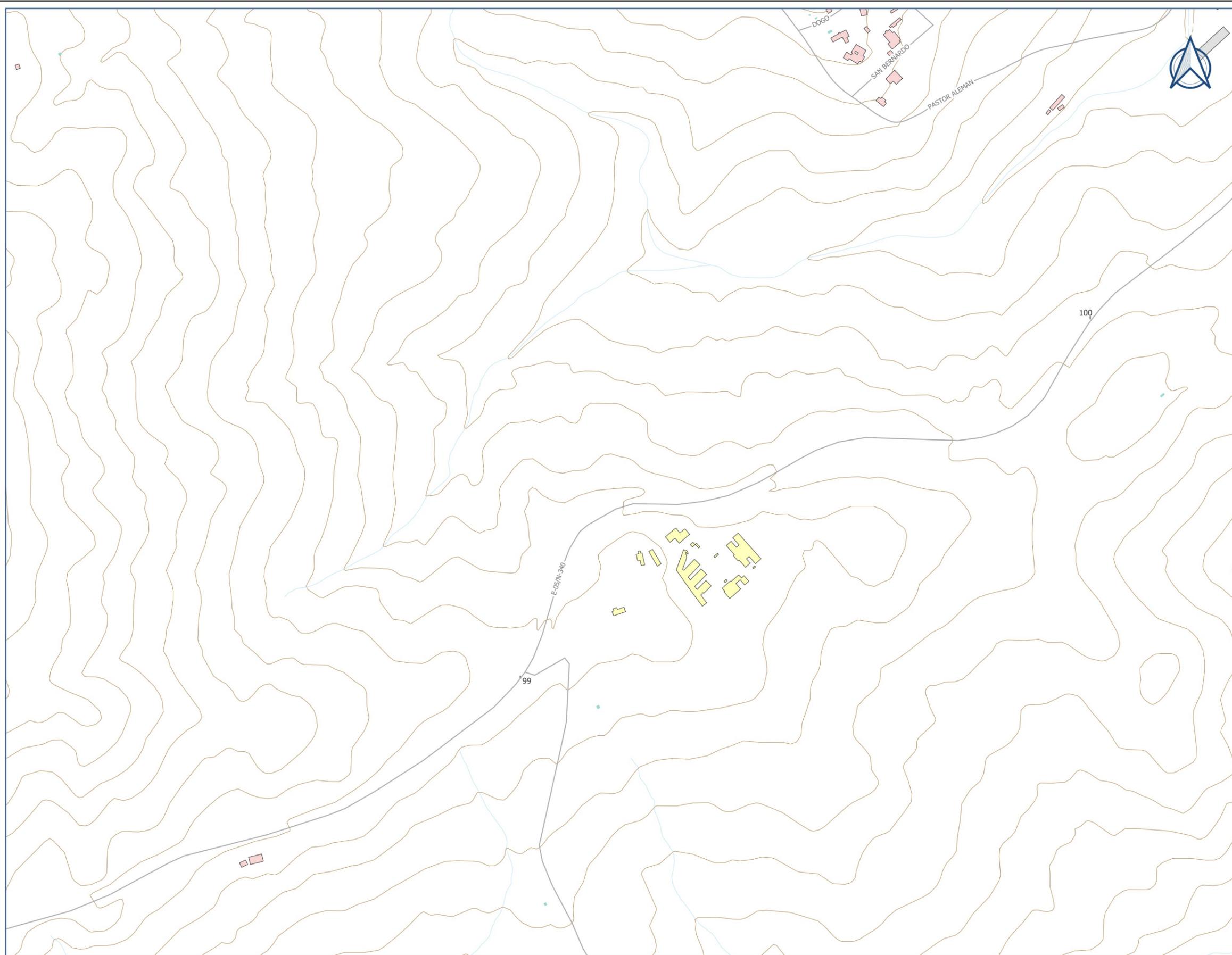
Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
28 DE 33



LEYENDA

- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Viario
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Nº Plano

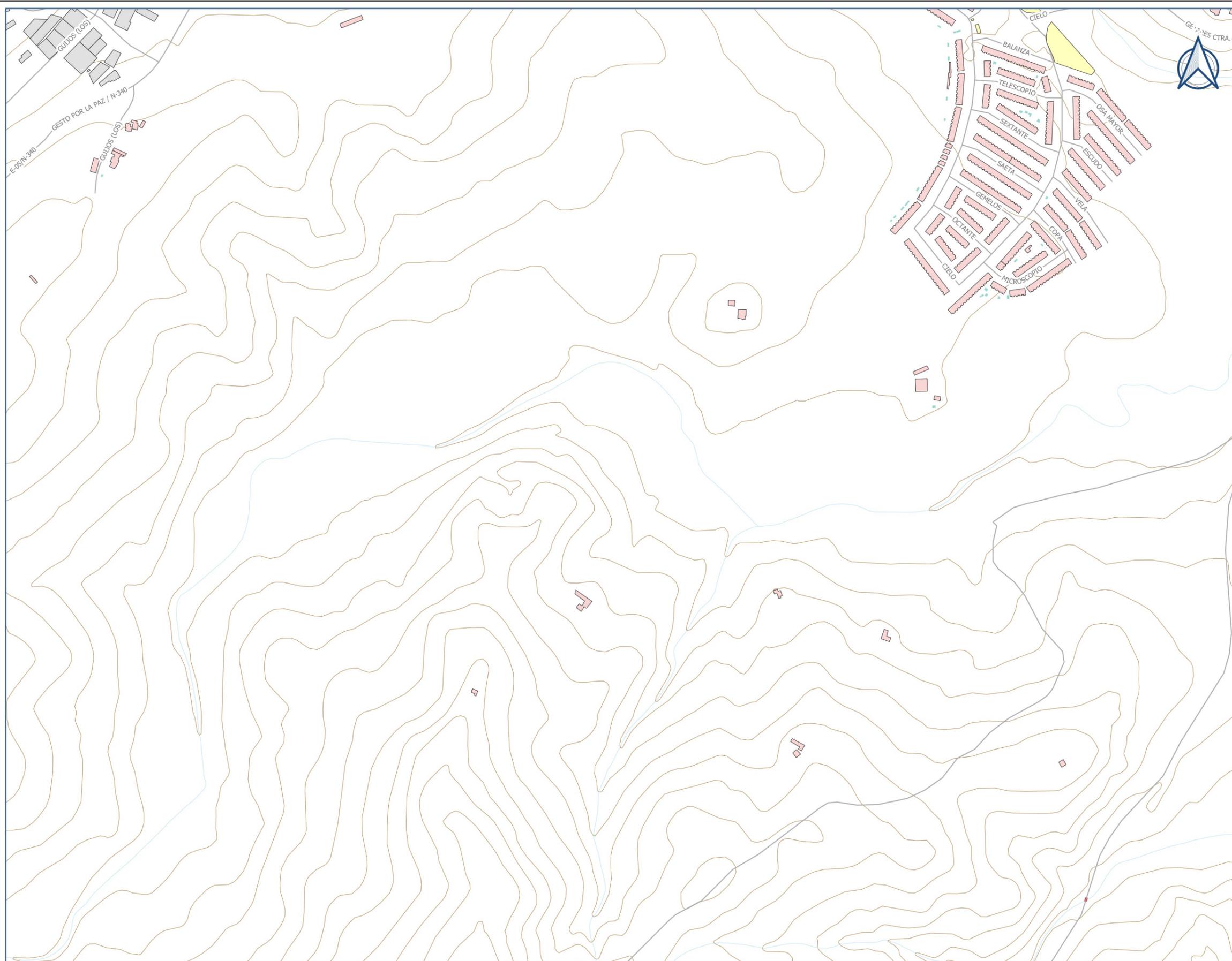
1.4.2

Revisión

1

Hoja

29 DE 33



**LEYENDA**

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGECIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
30 DE 33



- LEYENDA
- Tipología de Edificaciones
- CULTURAL
  - DOCENTE
  - INDUSTRIAL
  - OTROS
  - RECREATIVO
  - RESIDENCIAL
  - SANITARIO
  - TERCIARIO
  - OCIO
- Vialio
  - Curvas de nivel
  - Hidrografía
  - Túnel
  - Paso elevado
  - Línea FFCC
  - Zonas verdes
  - Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto  
ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:  
SN 02/17

Escala:  
1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:  
TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha  
FEBRERO 2019

Revisión  
1

Nº Plano  
1.4.2

Hoja  
31 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

— Viario

— Curvas de nivel

— Hidrografía

— Túnel

- - - Paso elevado

— Línea FFCC

■ Zonas verdes

□ Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Nº Plano

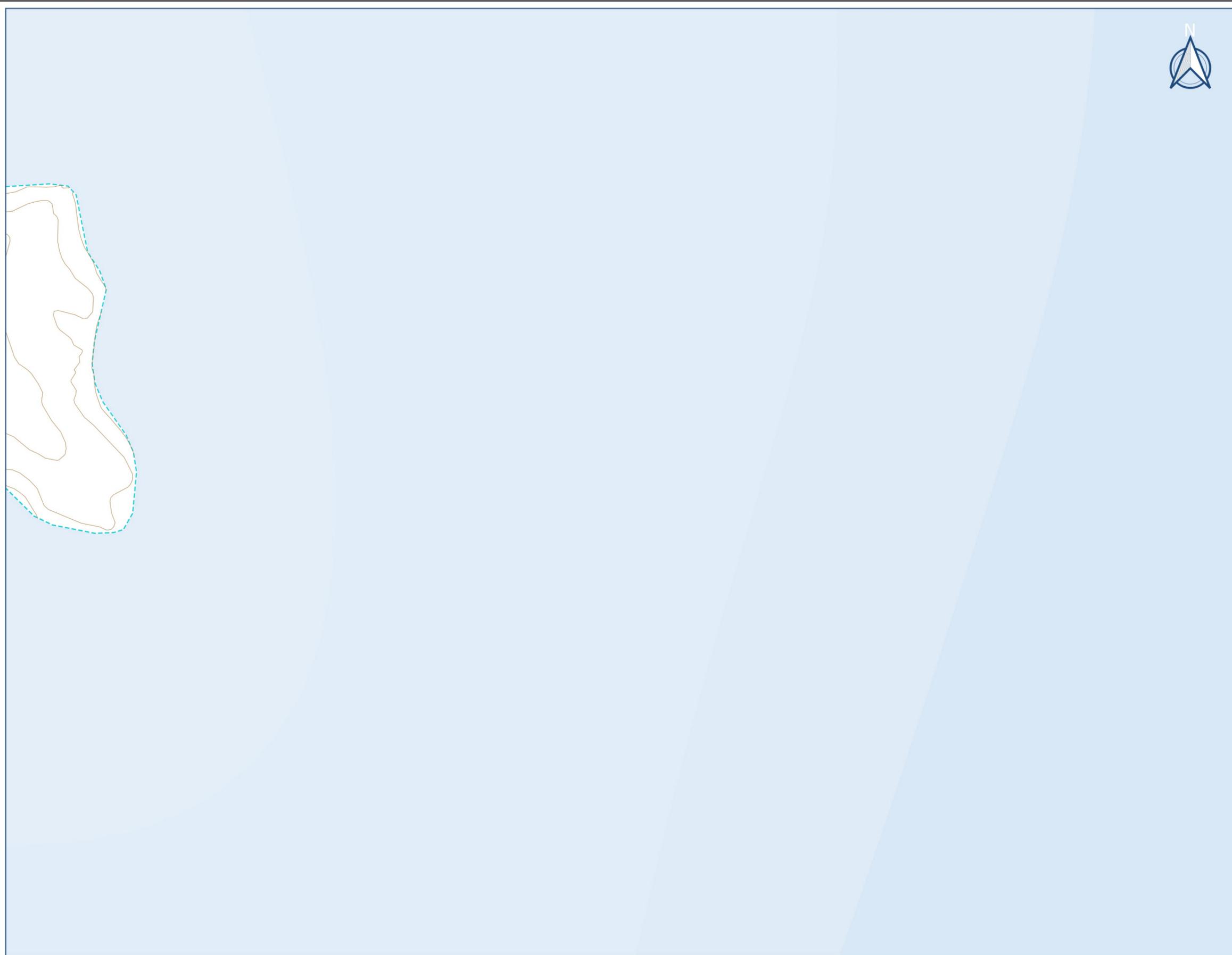
1.4.2

Revisión

1

Hoja

32 DE 33



LEYENDA

Tipología de Edificaciones

- CULTURAL
- DOCENTE
- INDUSTRIAL
- OTROS
- RECREATIVO
- RESIDENCIAL
- SANITARIO
- TERCIARIO
- OCIO

- Viario
- Curvas de nivel
- Hidrografía
- Túnel
- Paso elevado
- Línea FFCC
- Zonas verdes
- Límites Término Municipal

PLANO GUÍA



Ciente:



Empresa consultora:



Título del proyecto

ELABORACIÓN DEL MAPA ESTRATÉGICO DE RUIDOS DEL MUNICIPIO DE ALGÉCIRAS

Expediente:

SN 02/17

Escala:

1:5000  
Formato original  
UNE-A3

Plano:

TIPOLOGÍA DE EDIFICACIÓN.  
HOJA DE DETALLE

Fecha

FEBRERO 2019

Revisión

1

Nº Plano

1.4.2

Hoja

35 DE 33