Estudio acústico de plan parcial de ordenación de sector SUS-CH2 (Vélez-Málaga)

Código: **T-22-015**
Versión: **01**
Fecha: **08/02/2022**

Redactado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Moisés Laguna Gámez	Alberto Hernández Martín	Moisés Laguna Gámez
Firmado digitalmente por LAGUNA GAMEZ MOISES - 44580816P Fecha: 2022.02.08 12:03:09 +01'00'	Firmado digitalmente por HERNANDEZ MARTIN JOSE ALBERTO - 52414326V Fecha: 2022-02-09 16:33:39	Firmado digitalmente por LAGUNA GAMEZ MOISES - 44580816P Fecha: 2022.02.10 09:45:23 +01'00'
Delegado Andalucía	Responsable Técnico de Laboratorio	Delegado Andalucía

Centro de Estudio y Control de Ruido S.L.

No se permite la distribución o copia de este documento, ni el uso o comunicación de su contenido, sin previa autorización escrita.

INDICE

1 Objetivos 4
2 Normativa / Legislación de referencia 5
2.1 Legislación estatal 5
2.2 Legislación autonómica 5
2.3 Legislación local 5
2.4 Otros documentos de referencia 6
3 Cuantificación de las exigencias 6
3.1 Legislación estatal 6
3.2 Legislación autonómica 8
4 Zona objeto de estudio 11
4.1 Descripción de la zona 11
4.2 Descripción de focos ruidosos considerados 16
4.2.1 Aforos 17
5 Modelización adoptada 20
5.1 Caracterización del entorno de estudio 20
5.1.1 Terreno 20
5.1.2 Líneas de carreteras 21
5.1.3 Edificación y otros obstáculos 21
5.1.4 Meteorología 21
5.1.5 Tráficos 22
5.2 Modelo de predicción acústica 22
5.2.1 Definición de períodos horarios 23
5.2.2 Índices de evaluación 23
5.3 Validación del modelo 24
5.3.1 Laboratorio de ensayo 24
5.3.2 Técnico de ensayo 25
5.3.3 Metodología de ensayo 25
5.3.4 Instrumentación empleada 26
5.3.5 Plan de muestreo 28
5.3.6 Condiciones ambientales 28
5.3.7 Resultados de las medidas 29
5.4 Presentación de resultados 30
6 Resultados 31
6.1 Situación actual 31
6.1.1 Comprobación de la validez de los cálculos 33
6.2 Situación con ordenación prevista *(año horizonte)* 33
6.2.1 Mapas de condicionantes acústicos al urbanismo 36
6.3 Mejoras requeridas 38
6.3.1 Movimiento de tierras 38
6.3.2 Pantallas acústicas 40
6.3.3 Mapa de condicionantes acústicos al urbanismo, con medidas correctoras 45
6.4 Otras acciones preventivas recomendadas (informativo) 47
6.4.1 Condiciones acústicas de la edificación 47
6.4.2 Criterios en la ordenación 49
7 Propuesta de zonificación acústica 49
8 Conclusiones 52

9 Anexo 1. Mapas de isófonas .....

10 Anexo 2: instrumentación empleada.....

10.1 Calibrador acústico.....

10.2 Sonómetros .....

11 Anexo 3. Técnico competente.....

REGISTRO DE MODIFICACIONES		
Versión	**Descripción de la Modificación**	**Fecha**
01	Elaboración del documento	08/02/2022

1 OBJETIVOS

El presente documento es un estudio acústico pormenorizado sobre la posible contaminación acústica sufrida en un sector de suelo urbanizable en la pedanía de Chiches, en el término municipal de Velez-Málaga (provincia de Málaga), sobre el cual se redacta un plan parcial de ordenación para permitir nuevos usos de tipo residencial. En este sentido, se analizan los focos ruidosos más conflictivos que pueden afectar al sector y se proponen, si ha lugar, soluciones que garanticen el cumplimiento de los requisitos legales en cuanto a objetivos de calidad acústica establecidos para este tipo de zonificaciones en la comunidad autónoma de Andalucía.

Para ello se emplea metodología de cálculo de emisión y propagación acústica legalmente aceptada, basada en los métodos de cálculo reconocidos e implementada en *software* de simulación acústica dedicado para tales fines.

El trabajo ha sido encargado por la entidad **CAELIA 24 S.L.**, con CIF B56128655 y domicilio social en Pz. de las Tendillas 5, 2ª planta (Córdoba).

La Entidad redactora del estudio es el **CENTRO DE ESTUDIO Y CONTROL DEL RUIDO S.L. (CECOR)**, con CIF B-47555958 y domicilio social en el Parque Tecnológico de Boecillo, parcela 209 (Boecillo, Valladolid).

La gestión del trabajo se realiza desde la Delegación comercial de Andalucía, ubicada en Avda. Doctor Marañón 20, 15M (Málaga), donde se designa al técnico competente **MOISÉS LAGUNA GÁMEZ**.

El técnico designado cumple con los requisitos establecidos en el artículo 3.b del Decreto 6/2012, de 17 de enero. Para más detalles, véase el Anexo 3.

El presente documento se redacta como una reedición y actualización del estudio acústico **T-20-328-02**, con fecha 22/12/2020, elaborado por CECOR para el cliente, por subsanar algunos errores advertidos y proponer nuevas acciones correctivas.

2 NORMATIVA / LEGISLACIÓN DE REFERENCIA

2.1 Legislación estatal

- **Ley 37/2003**, de 17 de noviembre, del Ruido.
- **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.

2.2 Legislación autonómica

- **Ley 7/2007**, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (texto consolidado, enero 2016).
- **Decreto 356/2010**, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- **Decreto - Ley 3/2015,** de 3 de marzo, por el que se modifican las Leyes 7/2007, de 9 de julio, de gestión integrada de la calidad ambiental de Andalucía, 9/2010, de 30 de julio, de aguas de Andalucía, 8/1997, de 23 de diciembre, por la que se aprueban medidas en materia tributaria, presupuestaria, de empresas de la Junta de Andalucía y otras entidades, de recaudación, de contratación, de función pública y de fianzas de arrendamientos y suministros y se adoptan medidas excepcionales en materia de sanidad animal.
- **Decreto 6/2012**, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación acústica en Andalucía y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética (Incluyendo corrección de errores publicada en el BOJA 63, de 3/4/2013).

2.3 Legislación local

- **Plan General de Ordenación Urbana** de Vélez-Málaga (texto adaptado a la L.O.U.A 2008).

2.4 Otros documentos de referencia

- **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 y gestión del ruido ambiental.

- **Guía básica** de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa (CNOSSOS-EU). Recomendaciones para su aplicación a la evaluación del ruido de fuentes industriales, carreteras, ferrocarriles y aglomeraciones. Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). Revisión 2, noviembre 2021.
- **WG-AEN:** *European Comission. Assessment of Exposure to Noise. Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure. Version 2, 13 January 2006.*

- **Mapas estratégicos de ruido** de la Red de carreteras del Estado, Segunda Fase. UME A-7S-2 (PK 234+570 - PK 302+480). 2013

3 CUANTIFICACIÓN DE LAS EXIGENCIAS

3.1 Legislación estatal

La legislación básica en relación con la evaluación y gestión de la contaminación acústica en todo el territorio del Estado, de la cual emanan todos los desarrollos reglamentarios posteriores, es la **Ley 37/2003**, del Ruido. Se destaca parte del articulado que puede ser de relevancia para el presente trabajo:

> CAPÍTULO II: **PREVENCIÓN Y CORRECCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA**
>
> SECCIÓN 1.ª PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA
>
> **Artículo 20. *Edificaciones*.**
> 1. No podrán concederse nuevas licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales si los índices de inmisión medidos o calculados incumplen los objetivos de calidad acústica (…), excepto en las zonas de protección acústica especial y (…) situación acústica especial, en las que únicamente se exigirá el cumplimiento (…) en el espacio interior (…)
> 2. Los ayuntamientos (…) podrán conceder licencias de construcción de las edificaciones aludidas en el apartado anterior aun cuando se incumplan los objetivos de calidad acústica (…), siempre que se satisfagan los objetivos establecidos para el espacio interior.

Los criterios acústicos específicos a considerar son definidos en profundidad en el **Real Decreto 1367/2007**, de aplicación al caso en particular que se evalúa en el presente informe:

CAPÍTULO I: **DISPOSICIONES GENERALES**

Artículo 2. *Definiciones.*
A efectos de lo establecido en este real decreto, (…), se entenderá por:

a) Área urbanizada: superficie del territorio que reúna los requisitos establecidos en la legislación urbanística aplicable para ser clasificada como suelo urbano o urbanizado y siempre que se encuentre ya integrada, de manera legal y efectiva, en la red de dotaciones y servicios propios de los núcleos de población. Se entenderá que así ocurre cuando las parcelas, estando o no edificadas, cuenten con las dotaciones y los servicios requeridos por la legislación urbanística o puedan llegar a contar con ellos sin otras obras que las de conexión a las instalaciones en funcionamiento.
b) Área urbanizada existente: la superficie del territorio que sea área urbanizada antes de la entrada en vigor de este real decreto.
(…)
l) Nuevo desarrollo urbanístico: superficie del territorio en situación de suelo rural para la que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística prevén o permiten su paso a la situación de suelo urbanizado (…), así como la de suelo ya urbanizado que esté sometido a actuaciones de reforma o renovación de la urbanización.

CAPÍTULO III: **ZONIFICACIÓN ACÚSTICA. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA.**

SECCIÓN 1.ª ZONIFICACIÓN ACÚSTICA

Artículo 5. *Delimitación de los distintos tipos de áreas acústicas*.
1. (…) Las áreas acústicas se clasificarán, en atención al uso predominante del suelo, en (…):
   a) (…) uso residencial.
   b) (…) uso industrial.
   c) (…) uso recreativo y de espectáculos.
   d) (…) uso terciario distinto del contemplado en el párrafo anterior.
   e) (…) uso sanitario, docente y cultural que requiera de especial protección contra la contaminación acústica.
   f) Sectores de territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte (…)
   g) Espacios naturales (…).
2. (…).
3. (…)
4. (…)
5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas acústicas vendrán delimitadas por el uso característico de la zona.

SECCIÓN 2.ª OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA

Artículo 14. *Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas*.
1. En las áreas urbanizadas existentes (…).
2. En el resto de áreas urbanizadas se establece domo objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación a la tabla A del Anexo II, disminuido en 5 decibelios.
3. (…) espacios naturales delimitados (…).
4. (…) zonas tranquilas en las aglomeraciones (…).

Artículo 15. *Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas acústicas*.
Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 14, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido, L_d, L_e, o L_n, los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en el anexo IV, cumplen, en el periodo de un año, que:

a) Ningún valor supera los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.
b) El 97% de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en la correspondiente tabla A, del anexo II.

ANEXO II
Objetivos de Calidad Acústica

Tabla A. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes[1].

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen[2]	[3]		

Los objetivos de calidad acústica (…) están referenciados a una altura de 4 m.

3.2 Legislación autonómica

La legislación nacional detallada anteriormente constituye un documento legislativo de carácter básico al cual deben adaptarse las disposiciones legales transferidas a las Comunidades Autónomas. En el caso concreto de Andalucía, se tiene el **Decreto 6/2012**, el cual también es de aplicación al presente trabajo. Se cita a continuación el articulado de referencia para el caso evaluado:

TÍTULO II. INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN Y GESTIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA

CAPÍTULO I: **ÁREAS DE SENSIBILIDAD ACÚSTICA**

Artículo 6. Áreas de sensibilidad acústica

1. Las áreas de sensibilidad acústica, serán aquellos ámbitos territoriales donde se pretenda que exista una calidad acústica homogénea. Dichas áreas serán determinadas por cada Ayuntamiento, (…).
2. (…).
3. (…), la zonificación acústica afectará al territorio del municipio al que se haya asignado uso global o pormenorizado del suelo (…).
4. (…).
5. Hasta tanto se establezca la zonificación acústica de un término municipal, las áreas de sensibilidad acústica vendrán delimitadas por el uso característico de la zona, (…).

Artículo 7. Clasificación de las áreas de sensibilidad acústica

(…) los Ayuntamientos deberán contemplar, al menos, las áreas de sensibilidad acústica clasificadas de acuerdo con la siguiente tipología:

a. Tipo a. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.
b. Tipo b. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.
c. Tipo c. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.
d. Tipo d. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico o de otro uso terciario no contemplado en el tipo c.
e. Tipo e. Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requieran de especial protección contra la contaminación acústica.
f. Tipo f. Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte u otros equipamientos públicos que los reclamen.
g. Tipo g. Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica.

[1] Según artículo 14, los límites aplicables para *nuevas áreas urbanizadas* deben ser disminuidos en 5 dB.
[2] En estos sectores de territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia de entre las mejores técnicas disponibles (…).
[3] Modificación de la Tabla A introducida en el Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio: 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.

Artículo 8. Modificación y revisión de las áreas de sensibilidad acústica.

1. Las sucesivas modificaciones, revisiones y adaptaciones del planeamiento urbanístico general (…) conllevarán la necesaria revisión de la zonificación acústica en el correspondiente ámbito territorial. (…).
2. La delimitación de las áreas de sensibilidad acústica queda sujeta a revisión periódica, que deberá realizarse, como máximo, cada diez años desde la fecha de su aprobación.

Artículo 9. Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica.

1. En las áreas urbanizadas existentes, (…), se establece como objetivo de calidad acústica para ruido el que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:
   a. Si en el área acústica se supera el correspondiente valor de alguno de los índices de inmisión de ruido establecidos en la siguiente tabla, su objetivo de calidad acústica será alcanzar dicho valor:

TABLA I. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A LAS ÁREAS URBANIZADAS EXISTENTES

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	75	75	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico u otro uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	65	65	55
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen[4]	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar
g	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Los objetivos de calidad acústica (…) están referenciados a una altura de 4 m.

En estas áreas de sensibilidad acústica las Administraciones competentes deberán adoptar las medidas necesarias para la mejora acústica progresiva del medio ambiente hasta alcanzar el objetivo de calidad fijado, mediante la aplicación de planes zonales específicos (…).

   b. En caso contrario, el objetivo de calidad acústica será la no superación del valor de la tabla I que le sea de aplicación.
2. Para las nuevas áreas urbanizadas, es decir, aquellas que no reúnen la condición de existentes (…), se establece como objetivo de calidad acústica para ruido la no superación del valor que le sea de aplicación de la tabla II.

TABLA II. OBJETIVOS DE CALIDAD ACÚSTICA PARA RUIDO APLICABLES A LAS NUEVAS ÁREAS URBANIZADAS.

Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_e	L_n
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	60	60	50
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial	70	70	60
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	68	68	58
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso característico turístico u otro uso terciario distinto del contemplado en c).	65	65	60
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica	60	60	50
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen[5]	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar
g	Espacios naturales que requieran una especial protección contra la contaminación acústica	Sin determinar	Sin determinar	Sin determinar

Los objetivos de calidad acústica (…) están referenciados a una altura de 4 m.

3. (…)
4. (…)
5. (…)

[4] En estos sectores de territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia de entre las mejores técnicas disponibles (…).
[5] En estos sectores de territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia de entre las mejores técnicas disponibles (…).

Artículo 10. Cumplimiento de los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas de sensibilidad acústica.
Se considerará que se respetan los objetivos de calidad acústica establecidos en el artículo 9, cuando, para cada uno de los índices de inmisión de ruido, L_d, L_e, o L_n, los valores evaluados conforme a los procedimientos establecidos en la Instrucción Técnica 2, cumplan en un periodo de un año, las siguientes condiciones:

a. Ningún valor supera los valores fijados en las correspondientes tablas I o II del artículo 9.
b. El 97% de todos los valores diarios no superan en 3 dB los valores fijados en las correspondientes tablas I o II.

TÍTULO III. NORMAS DE CALIDAD ACÚSTICA

CAPÍTULO III: **AISLAMIENTO ACÚSTICO**

Artículo 34. Aislamientos acústicos especiales en edificaciones.
1. (…), no se podrán conceder nuevas licencias de construcción de edificaciones destinadas a viviendas, usos hospitalarios, educativos o culturales, si los índices de inmisión medidos o calculados incumplen los objetivos de calidad acústica (…), salvo que vayan a ubicarse:
   a. En zonas de protección acústica especial.
   b. En zonas acústicamente saturadas.
   c. En zonas de situación acústica especial.

   En estos supuestos, únicamente se exigirá el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en el espacio interior que les sean aplicables.
2. Los Ayuntamientos, por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas, podrán conceder nuevas licencias de construcción, (…).
3. Para las edificaciones previstas en el apartado 1, el Ayuntamiento correspondiente exigirá (…) los siguientes estudios y ensayos acústicos:
   a. Ensayos acústicos que evalúen los niveles sonoros ambientales existentes en las parcelas a edificar, determinando los niveles continuos equivalentes día, tarde y noche existentes en el estado previo y las hipótesis del estado posterior.
   b. Memoria acústica justificativa de la idoneidad de los aislamientos acústicos proyectados para las fachadas, de acuerdo a los requisitos de calidad recogidos por el documento «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación, en función de los niveles sonoros ambientales previstos para la zona.
   c. Estudio que garantice el cumplimiento de los objetivos de calidad acústica en el espacio interior que les sean aplicables.

TÍTULO IV. NORMAS DE PREVENCIÓN ACÚSTICA

CAPÍTULO II: **EL ESTUDIO ACÚSTICO**

Artículo 43. Exigencia y contenido mínimo de Estudios Acústicos para los instrumentos de planeamiento urbanístico.
1. Los instrumentos de planeamiento urbanístico sometidos a evaluación ambiental deben incluir entre la documentación comprensiva del estudio de impacto ambiental un estudio acústico para la consecución de los objetivos de calidad acústica previstos en este Reglamento.
2. El contenido mínimo de los estudios acústicos para los instrumentos de planeamiento urbanístico, será el establecido en la Instrucción Técnica 3.

IT.3. CONTENIDOS MÍNIMOS DE LOS ESTUDIOS ACÚSTICOS

El estudio acústico se define como «el conjunto de documentos acreditativos de la identificación y valoración de impactos ambientales en materia de ruidos y vibraciones». Se definen (…) tipos de estudios acústicos:
1. Estudios acústicos de actividades o proyectos distintos de los de infraestructuras sometidos a autorización ambiental unificada o a autorización ambiental integrada según el anexo de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (…)
2. Estudios Acústicos de actividades sujetas a calificación ambiental y de las no incluidas en el Anexo de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (…)
3. Estudios acústicos de infraestructuras (…)
4. Estudios acústicos de los instrumentos de planeamiento urbanístico.
   El estudio acústico comprenderá, como mínimo:
   1. Estudio y análisis acústico del territorio afectado por el instrumento de planeamiento, que comprenderá un análisis de la situación existente en el momento de elaboración del Plan y un estudio predictivo de la situación derivada de la ejecución del mismo, incluyendo en ambos casos la zonificación acústica y las servidumbres acústicas que correspondan, así como un breve resumen del estudio acústico.
   2. Justificación de las decisiones urbanísticas adoptadas en coherencia con la zonificación acústica, los mapas de ruido y los planes de acción aprobados.
   3. Demás contenido previsto en la normativa aplicable en materia de evaluación ambiental de los instrumentos de ordenación urbanística.

5. Estudios de Zonas Acústicas Especiales (…).

De la lectura de los documentos normativos anteriores se concluye que el Decreto 6/2012 está plenamente adaptado a las disposiciones de la legislación básica estatal, incluyendo además algunos conceptos específicos, como puede ser la definición del uso turístico o el contenido mínimo exigible a los estudios acústicos. Es por ello que se tomará como documento base para el presente trabajo el citado **Decreto 6/2012**.

4 ZONA OBJETO DE ESTUDIO

4.1 Descripción de la zona

El área objeto de estudio es un sector de 62.046 m^2 de superficie en la pedanía de Chilches, en el término municipal de Vélez-Málaga. Se trata de un suelo sin desarrollar y orografía abrupta. La Autovía del Mediterráneo A-7 divide el ámbito de estudio, que se sitúa tanto al norte como al sur de ésta.

El área, actualmente sin urbanizar, está delimitada por:

- Oeste: Con la vía pecuaria *Vereda del Camino de Benajarafe a Vereda del Camino Viejo de Málaga por Chilches* en la parte Norte y con el sector SUO-CH3 en la parte Sur.
- Norte: Con suelo urbano consolidado del núcleo de Chilches.
- Este: En la parte Norte con el SGEL-CH7 y con vía pecuaria *Vereda del Camino de Benajarafe a Vereda del Camino Viejo de Málaga por Chilches* en la zona Sur.
- Sur: Con el sector SUO.CH-4 y IE-CH6.

El desarrollo urbanístico previsto es de tipo mayoritariamente *residencial turístico*, incluyendo zonas de aparcamiento, espacios libres y equipamientos conforme a los requerimientos legales.

En las siguientes figuras se muestra el área de estudio y los usos previstos:

Figura 1: Localización de la zona de estudio (ortofoto)

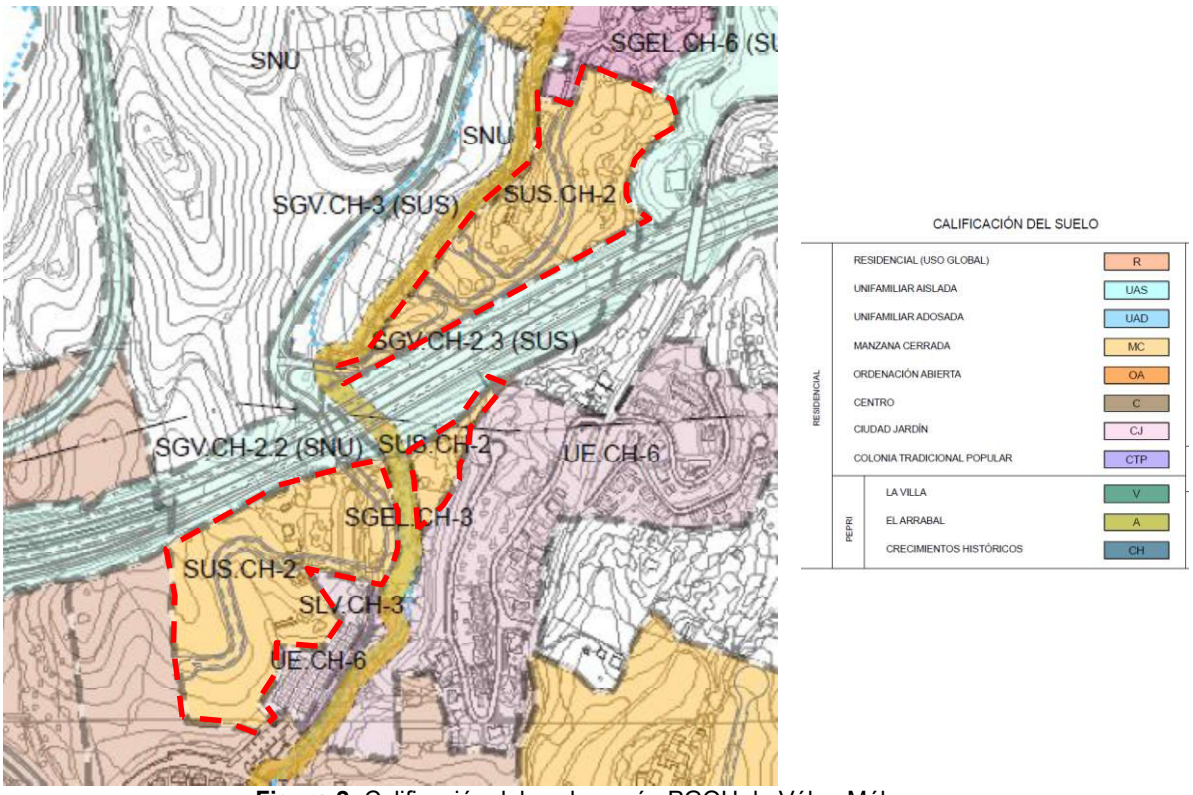
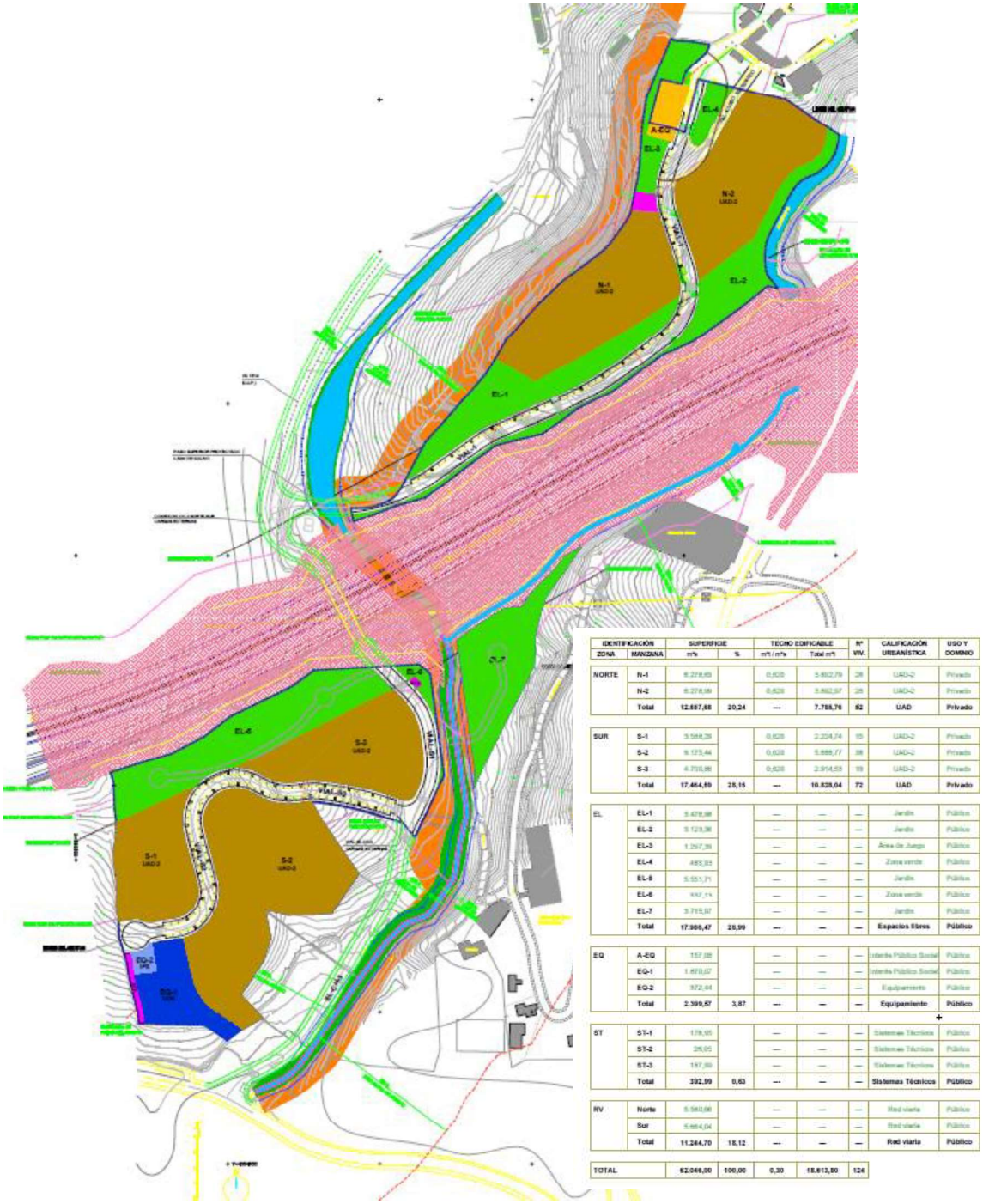


Figura 2: Calificación del suelo según PGOU de Vélez-Málaga.



IDENTIFICACIÓN ZONA	MANZANA	SUPERFICIE m²s	%	TECHO EDIFICABLE m²t / m²s	Total m²t	Nº VIV.	CALIFICACIÓN URBANÍSTICA	USO Y DOMINIO
NORTE	N-1	6.278,60		0,625	3.892,79	28	UAD-2	Privado
	N-2	6.278,99		0,625	3.892,97	28	UAD-2	Privado
	Total	12.557,66	20,24	—	7.785,76	52	UAD	Privado
SUR	S-1	3.558,29		0,625	2.224,74	15	UAD-2	Privado
	S-2	9.175,44		0,625	5.689,77	38	UAD-2	Privado
	S-3	4.700,96		0,625	2.914,55	19	UAD-2	Privado
	Total	17.464,69	28,15	—	10.828,04	72	UAD	Privado
EL	EL-1	5.478,98		—	—	—	Jardín	Público
	EL-2	9.123,38		—	—	—	Jardín	Público
	EL-3	1.267,39		—	—	—	Área de Juego	Público
	EL-4	485,93		—	—	—	Zona verde	Público
	EL-5	5.551,71		—	—	—	Jardín	Público
	EL-6	557,13		—	—	—	Zona verde	Público
	EL-7	3.715,97		—	—	—	Jardín	Público
	Total	17.966,47	28,99	—	—	—	Espacios libres	Público
EQ	A-EQ	157,08		—	—	—	Interés Público Social	Público
	EQ-1	1.870,07		—	—	—	Interés Público Social	Público
	EQ-2	372,44		—	—	—	Equipamiento	Público
	Total	2.399,57	3,87	—	—	—	Equipamiento	Público
ST	ST-1	178,95		—	—	—	Sistemas Técnicos	Público
	ST-2	26,05		—	—	—	Sistemas Técnicos	Público
	ST-3	187,99		—	—	—	Sistemas Técnicos	Público
	Total	392,99	0,63	—	—	—	Sistemas Técnicos	Público
RV	Norte	5.560,66		—	—	—	Red viaria	Público
	Sur	5.683,04		—	—	—	Red viaria	Público
	Total	11.244,70	18,12	—	—	—	Red viaria	Público
TOTAL		62.046,00	100,00	0,30	18.613,80	124		

Figura 3: Ordenación prevista en el área de estudio (plan parcial de ordenación 2005)

El ámbito de estudio se califica como Suelo Urbanizable Sectorizado, sin que hayan sido desarrollada ninguna actuación de urbanización prevista en el plan parcial de ordenación original (2005) y sus sucesivas modificaciones. Por tanto, no puede considerarse al ámbito como *área urbanizada*

existente ya que no puede asegurarse que el sector cuente con las infraestructuras y dotaciones necesarias para clasificase como urbano con anterioridad a la entrada en vigor del Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre. Por tanto, a efectos de los objetivos de calidad acústica aplicables se considerará al ámbito de estudio como ***nueva* área urbanizada**.

Finalmente, cabe indicar que el área de estudio estaría claramente afectada por ruido de tráfico, fundamentalmente de la Autovía A-7 en su PK aproximado 259+000 a su paso por el término municipal de Vélez-Málaga, hecho que puede observarse en los últimos Mapas Estratégicos de Ruido oficialmente publicados. Destaca la presencia de algunas pantallas acústicas preexistentes en las inmediaciones del área de estudio:

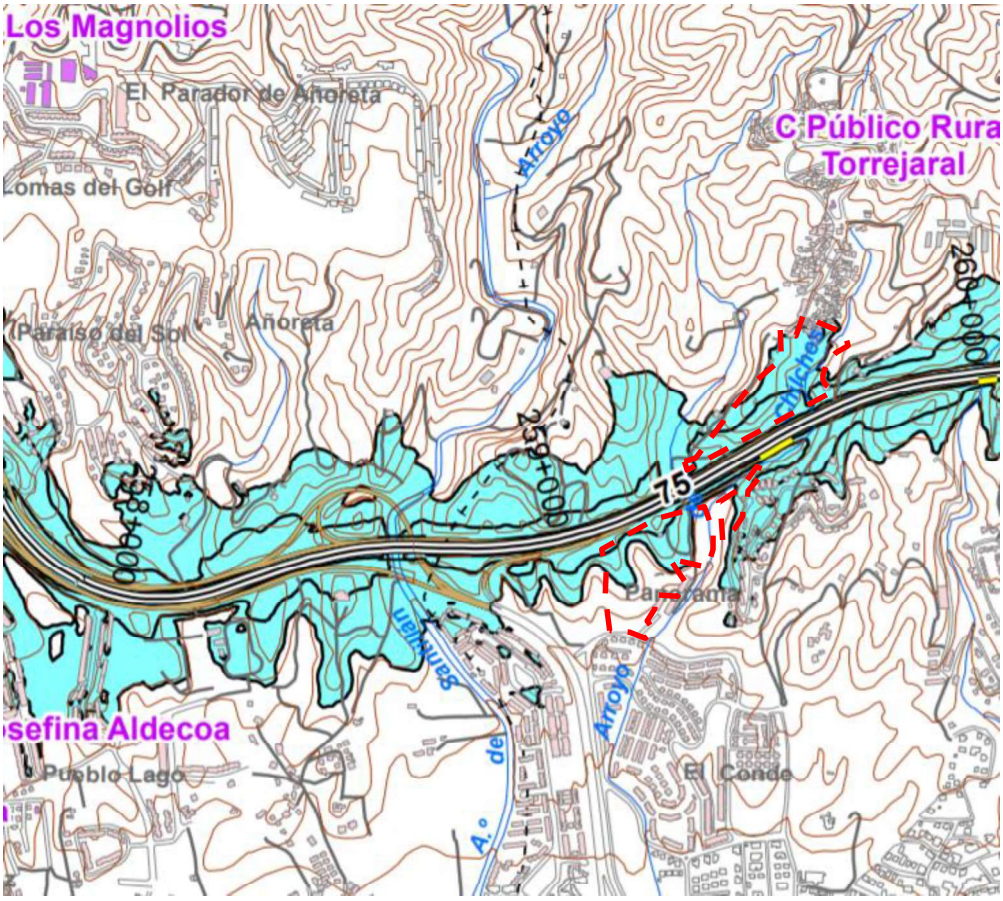
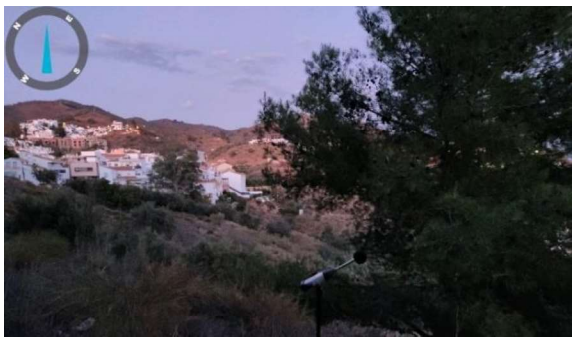


Figura 4: Mapas estratégicos de ruido de la Red de carreteras del Estado, Segunda Fase. UME A-7S-2, PK 234+570 - PK 302+480. Mapa de zonas de afección (■). 2013

Sin embargo, conviene señalar algunas cuestiones relevantes a tener en cuenta y que limitan la total reproducción del modelo implementado en el mencionado Mapa Estratégico de Ruido:

- El citado MER estaría basado en datos de aforos obsoletos – del año 2012 – y probablemente no representativos de la situación actual. El presente trabajo emplea los datos más actualizados disponibles.
- La escala de trabajo empleada en el presente estudio es mayor – de más precisión – que la habitualmente empleada en los MER. Este hecho implica una mayor presencia de obstáculos – curvas de nivel, desmontes, terraplenes, viaductos… – en el modelo implementado, lo cual favorece un mayor apantallamiento del sonido.
- El modelo de cálculo empleado para la implementación del MER está basado en metodologías obsoletas, y que han sido derogados por la reciente Orden PCI/1319/2018, de 7 de diciembre donde se establece el modelo común CNOSSOS-EU como estándar de cálculo aceptado. El presente trabajo ha sido realizado conforme al modelo requerido en la actualidad.

En las siguientes figuras se muestra un reportaje fotográfico del área estudiada en su estado a fecha de inicio del estudio acústico original:

Topografía actual	Suelo no urbanizado
	

Topografía actual	Suelo no urbanizado

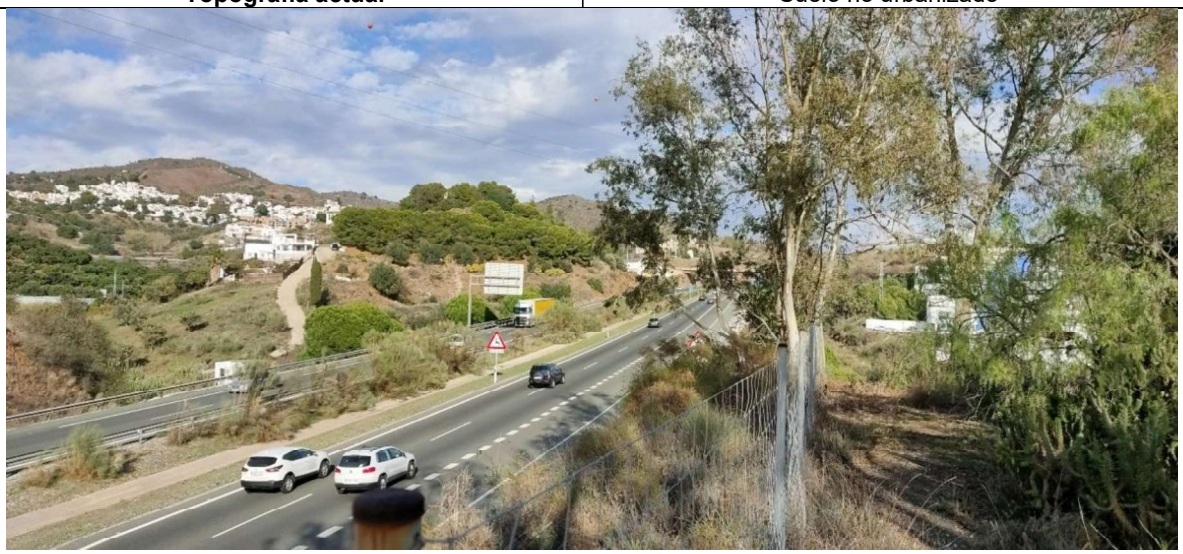


Figura 5: Reportaje fotográfico de zona de estudio

4.2 Descripción de focos ruidosos considerados

Según se determina por estudio de la documentación disponible y trabajos preliminares elaborados por CECOR, en la actualidad los emisores acústicos que podrían afectar de forma significativa al sector bajo evaluación son:

- Ruido de tráfico rodado:
  - Principalmente, se percibe el ruido de la **Autovía del Mediterráneo A-7** en su P.K. aproximado 259, que divide al sector en dos partes diferenciadas. Se trata de una vía de gran capacidad y muy transitada, cuyo aforo se intensifica durante los meses estivales. Este foco sonoro es apreciable en la práctica totalidad del sector, si bien es más patente en las cotas más elevadas, hacia el norte del mismo.

    El resto de caminos y viales que limitan el sector son de tipo local para acceso a las urbanizaciones de alrededor y baja velocidad de circulación. Por observación sobre el terreno, puede considerarse el ruido de tráfico en estas calles como despreciable en relación al principal foco sonoro identificado.

En la siguiente figura se muestran los focos sonoros considerados en el presente trabajo:

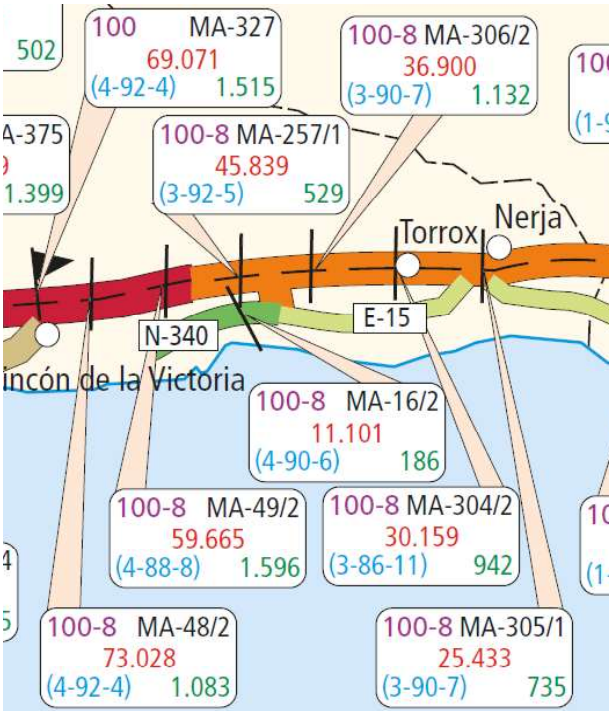
Figura 6: Focos ruidosos considerados: Carreteras (- - -)

4.2.1 Aforos

4.2.1.1 Tráfico rodado

Los aforos estimados en las carreteras significativas han sido obtenidos de fuentes oficiales[6]. En cuanto a las infraestructuras de titularidad estatal, se dispone de datos de aforo, distribución horaria, distribución de tipología de vehículos y velocidad promedio diarios, actualizados al año 2019.

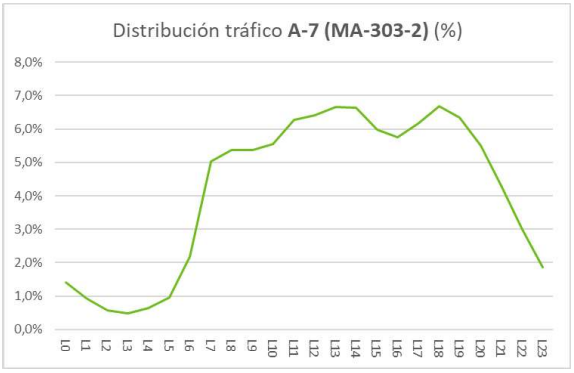
[6] Mapa de Tráfico del Ministerio de Fomento, Plan de Aforos de la Junta de Andalucía



INTENSIDADES MEDIAS: IMD (VEH / DIA)

TIPO	TOTAL
1. MOTOS	646
2. COCHES	29165
3. COCHES CON CARAVANA	87
4. CAMIONETAS	1218
5. TRACTORES AGRICOLAS	0
VEHICULOS LIGEROS (1+2+3+4+5)	**31116**
6. CAMIONES SIN REMOLQUE	1386
7. CAMIONES ARTICULADOS	947
8. TRENES DE CARRETERA	50
9. VEHICULOS ESPECIALES	4
10. AUTOBUSES	326
VEHICULOS PESADOS (6+7+8+9+10)	**2713**
TOTAL	**33829**

Figura 7: Datos de aforo carreteras estatales (Ministerio de Fomento, 2019)



Período	Horario	IMD (%)	Nº de horas
Día	7:00 – 19:00	71,8%	12
Tarde	19:00 – 23:00	19,1%	4
Noche	23:00 – 7:00	9,0%	8

Figura 8: Distribución horaria de tráfico de carreteras estatales (Ministerio de Fomento, 2019)

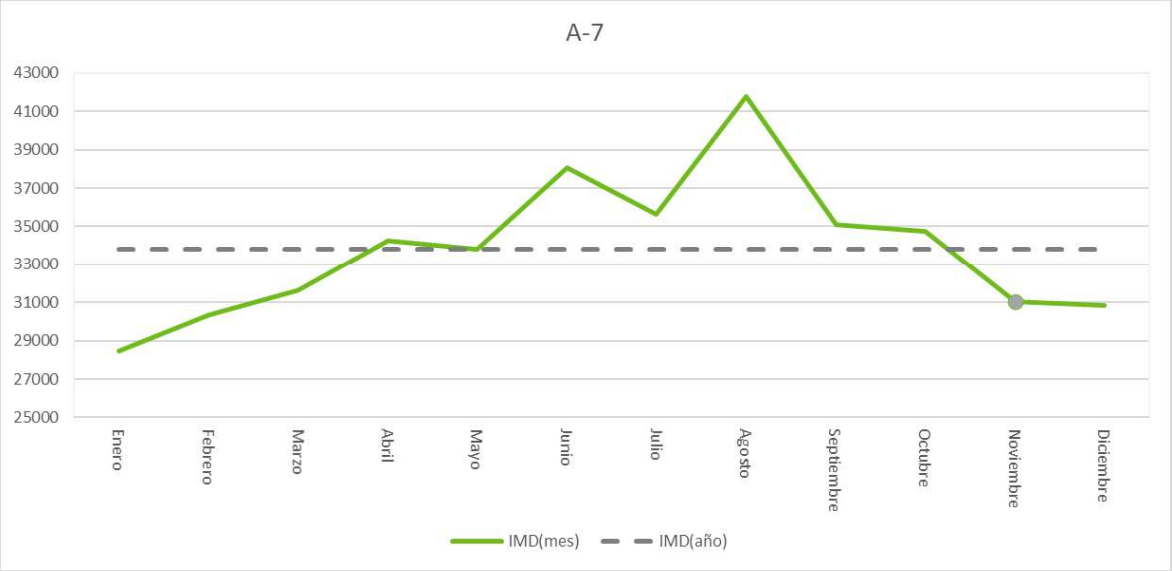


Figura 9: Distribución anual del tráfico en carreteras estatales (Ministerio de Fomento, 2019)

Teniendo en cuenta lo anterior, el número de vehículos / hora a ser implementado en el modelo para el escenario preoperacional será el siguiente:

Carretera	IMD	Número de vehículos / hora (Q)			% Pesados	% Motocicletas	Velocidad (km/h)		Pavimento
		Día	Tarde	Noche			Ligeros	Pesados	
A-7 (MA-303-2)	33829	2025,4	1618,3	381,8	8,0%	1,9%	106	90	Referencia

Tabla 1: Aforos de carreteras (ambos sentidos) **–** *Preoperacional* 2019

Para la evaluación de la situación futura, se supone un escenario con un incremento anual del tráfico soportado por las carreteras del **1,44%**, cifra indicada en la Orden FOM/3317/2010 y la Nota de Servicio 5/2014 sobre prescripciones y recomendaciones técnicas para la realización de estudios de tráfico de carreteras del Ministerio de Fomento. Sin embargo, se admite una tasa de crecimiento nula (**0%**) para los años 2020 y 2021, como consecuencia de la disminución de la movilidad causada por la pandemia Covid-19. En base a las instrucciones de la Subdirección General de Explotación de Carreteras se considerará un escenario futuro **20 años** después de la *puesta en carga* de la nueva urbanización. Según los datos que maneja el cliente, el año horizonte estimado sería el 2040.

En la siguiente tabla se resumen los datos de tráfico implementados en el modelo para la situación operacional.

Carretera	IMD	Número de vehículos / hora (Q)			% Pesados	% Motocicletas	Velocidad (km/h)		Pavimento
		Día	Tarde	Noche			Ligeros	Pesados	
A-7 (MA-303-2)	44388	2657,5	2123,4	501,0	8,0%	1,9%	106	90	Referencia

Tabla 2: Aforos de carreteras (ambos sentidos) **–** *Operacional* 2040

Conforme al modelo normalizado de ruido de tráfico empleado, la emisión sonora de una carretera es directamente proporcional al aforo, a escala logarítmica. Por tanto, el incremento de tráfico supuesto supondría un aumento *teórico* de **1,2 dB** en la emisión de la carretera:

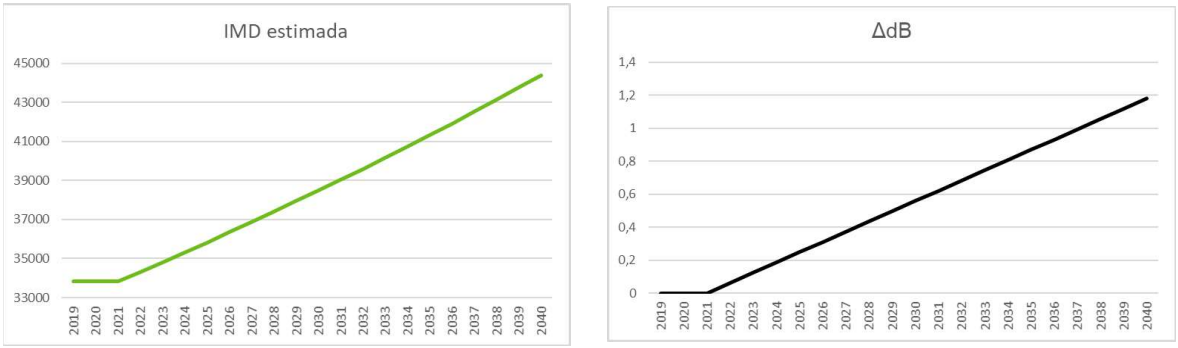


Tabla 3: Relación aforo – emisión sonora

No se tienen en cuenta los tráficos interiores al propio sector, ya que el objeto de estudio es la evaluación del impacto acústico hacia el mismo, considerándolo como *receptor* de ruido. En cualquier caso, los aforos potenciales de las vías de orden local serán previsiblemente muy inferiores a los aforos de las grandes infraestructuras viarias, de modo que su emisión sonora quedaría teóricamente enmascarada.

5 MODELIZACIÓN ADOPTADA

5.1 Caracterización del entorno de estudio

La implementación y configuración del modelo de cálculo sigue las recomendaciones generales dadas en la Guía básica de aplicación de la metodología CNOSSOS-EU, así como la guía de buenas prácticas *WG-AEN*.

El área de estudio se caracteriza para su simulación mediante la definición de los siguientes elementos geométricos: terreno, carreteras, edificios y obstáculos. Estos elementos deben ser obtenidos de distintas fuentes de información e integrados en un solo modelo simplificado y constituyen el escenario de propagación de ruido, objeto del estudio. Los mapas de ruido en el estudio han sido calculados a una escala única de 1:2500.

5.1.1 Terreno

El terreno se modela a partir de la cartografía disponible y en 3D. Esta cartografía se complementa con datos públicos obtenidos desde el Instituto Geográfico Nacional, ente que depende del Ministerio de Fomento.

En cuanto absorciones de las diferentes superficies (G), se define un coeficiente general del 100% para el terreno salvo para edificios, asfaltos, muros y superficies cubiertas de agua, donde se ha supuesto una absorción del 0%.

5.1.2 Líneas de carreteras

Las vías de circulación en el modelo se simulan como una única plataforma sobre la cual se sitúan las fuentes de ruido – en los carriles exteriores de cada calzada –, siendo caracterizada por el tráfico rodado. El ancho de la plataforma está definido por la línea particular en cada modelo. La plataforma se extiende desde el eje que figura en la cartografía y es adaptada al terreno.

A partir de las visitas de inspección al área de estudio se ha evaluado la validez y adecuación de los documentos cartográficos disponibles a la situación real. Siempre que sea necesario se actualizan dichos documentos, incorporando a los mismos las edificaciones y otros elementos significativos que se detecten.

5.1.3 Edificación y otros obstáculos

Los edificios están definidos por su cota de la base y el número de plantas.

Toda la información relativa a la edificación (alturas de los edificios, áreas de los mismos, número de viviendas…) y usos del suelo de la zona de estudio se obtiene a partir de los datos cartográficos disponibles y se completan con los datos proporcionados por la oficina del Catastro del Ministerio de Hacienda. Adicionalmente, se han efectuado visitas de campo para determinar con exactitud la altura y tipo de cada edificio. Por lo general, no se representan edificios no declarados en Catastro, en obras o estado de ruina.

Adicionalmente, se identifican todos aquellos objetos y obstáculos que pudieran tener un efecto significativo sobre la propagación sonora, tales como muros, diques, apantallamientos, etc.

El campo sonoro es modelado teniendo en cuenta las posibles reflexiones en los diversos obstáculos existentes, descartando fuentes sonoras ubicadas a más de 1000 m del receptor considerado. Se ha limitado el número de reflexiones a un máximo de dos.

5.1.4 Meteorología

Por defecto se toma una temperatura de 15º C y una humedad relativa del 70%.

Además, se introduce el siguiente criterio en lo relativo a los porcentajes de ocurrencia de condiciones favorables a la propagación del ruido: período día: 50%, período tarde: 75% y período

noche: 100%. Esto significa que teóricamente el sonido se propagaría con mayor facilidad en los períodos tarde y noche, y podría alcanzar distancias mayores para los mismos niveles de emisión de partida. No se introducen datos relativos a direcciones de viento predominantes por no disponer de datos contrastados al respecto, es decir, se considera una propagación homogénea.

5.1.5 Tráficos

5.1.5.1 Tráfico rodado

Los datos de tráfico están compuestos por el tipo de vehículo (porcentajes de vehículos ligeros, vehículos pesados y motocicletas – si el dato está disponible – para cada período horario), la velocidad media por cada período horario y para cada tipo de vehículo, la intensidad media por cada período temporal horario y para cada tipo de vehículo, la rugosidad del tipo de asfalto y la presencia de intersecciones.

En el apartado 2.2.1 del Anexo II la Orden PCI/1319/2018 se indica que el modelo debe implementar las velocidades límite de cada tramo, salvo que se encuentran disponibles los datos de mediciones locales. Por tanto, en aquellos tramos donde no se dispone de datos de velocidad de circulación, se emplean los límites de velocidad genéricos de la vía.

En cuanto a la tipología de pavimento, no se cuenta con información detallada por lo que se emplea la superficie de referencia del método CNOSSOS-EU.

Los datos de los que se parte para las simulaciones son los disponibles a la fecha de redacción del proyecto (ver apartado 4.2.1.1).

5.2 Modelo de predicción acústica

Los datos obtenidos en la fase anterior han sido implementados en bases de datos vinculadas a elementos geométricos de cartografía (Sistema de Información Geográfica, GIS).

Desde estas bases de datos los datos son exportados al *software* dedicado para proceder al cálculo de los mapas de propagación acústica, y que también es empleado como herramienta de salida del cartografiado acústico. En concreto, para la implementación del cartografiado acústico se emplean las siguientes herramientas:

- *Software* **Datakustik Cadna A XL 2021**. Predicción sonora en exteriores.

- *Software* de gestión de Sistema de Información Geográfica (GIS) **Esri ArcVIEW 10.0**.

La herramienta fundamental de cálculo será **Datakustik Cadna A**, *software* de simulación de propagación acústica en el ambiente exterior en tres dimensiones, implementando los métodos estándares de cálculo establecidos legalmente. Los resultados son presentados como curvas isófonas en mapas horizontales o verticales.

A partir de los cálculos efectuados en el *software* anterior su implementación gráfica, tanto en formato papel como electrónico, se efectuará mediante la herramienta **Esri ArcVIEW**. Este programa facilita la edición y generación de mapas con las reseñas principales en el mapa.

En 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 se establecen los métodos requeridos para la obtención de los índices de ruido aplicables para el cartografiado acústico. Los niveles sonoros generados se refieren a un período normalizado de un año. Para el caso concreto de este estudio, los métodos a emplear serán:

- *Common Noise Assessment Methods in Europe* **(CNOSSOS-EU)***, to be used by the EU Member States for strategic noise mapping following adoption as specified in the Environmental Noise Directive 2002/49/EC.* Report EUR 25379 EN, 2012.

5.2.1 Definición de períodos horarios

Los períodos horarios establecidos en la legislación de aplicación son:

- Período **día** (7:00 **–** 19:00h): 12 horas
- Período **tarde** (19:00h **–** 23:00h): 4 horas
- Período **noche** (23:00 **–** 7:00h): 8 horas.

5.2.2 Índices de evaluación

De acuerdo a los límites sonoros establecidos en la legislación de aplicación, los parámetros de cálculo del modelo serán los siguientes:

- $\mathbf{L_d}$ (Nivel equivalente día): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período día, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma UNE-ISO 1996-2:2020, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

- **L_e** (Nivel equivalente tarde): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período tarde, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma UNE-ISO 1996-2:2020, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.
- **L_n** (Nivel equivalente noche): es el índice de ruido asociado a la molestia durante el período noche, es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma UNE-ISO 1996-2:2020, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

5.3 Validación del modelo

El modelo acústico construido fue validado mediante una serie de mediciones acústicas en varios puntos representativos del sector bajo estudio, incluyendo un punto de muestreo de larga duración (24 horas) y varias muestras de corta duración. Estas medidas fueron realizadas durante el desarrollo del estudio acústico original **T-20-384-02**, en noviembre de 2020. Estas medidas se revelaron suficientemente representativas, por lo que no se considera necesario repetir el trabajo de campo.

Estas mediciones acústicas fueron llevadas a cabo con dos objetivos principales:

- Identificar, valorar y cuantificar las fuentes de ruido existentes en el área de estudio.
- Valorar la situación acústica en determinados puntos receptores con el fin de comprobar la fiabilidad del mapa acústico realizado mediante predicción.

El contenido del presente apartado no está cubierto por la acreditación de ENAC ni por sus acuerdos internacionales de reconocimiento.

5.3.1 Laboratorio de ensayo

LABORATORIO DE ENSAYO			
Organización	**Centro de Estudio y Control de Ruido**		
N.I.F.	**44580816-P**		
Dirección	**Avda. Doctor Marañón 20, 15M 29009 Málaga (España)**		
Teléfono	**(+ 34) 661 48 26 27**	Fax	**(+ 34) 902 91 05 04**
e-mail	andalucia@cecorsl.com		

CECOR ha implementado un sistema de gestión integrado conforme a los criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 como Laboratorio de Ensayo para la realización de muestreo y ensayos de Acústica en Edificación y de Acústica Ambiental. Los ensayos descritos en el presente apartado han sido elaborados de acuerdo a los requisitos de la citada norma.

5.3.2 Técnico de ensayo

ANDALUCÍA			
Técnico	La dirección del laboratorio de CECOR designa a uno de sus técnicos competentes cualificados para abordar el presente trabajo. En concreto, al Técnico Desplazado **Moisés Laguna Gámez**.		
Dirección	**Avda. Doctor Marañón 20, 15M 29009 Málaga, Málaga (España)**		
Teléfono	**(+ 34) 661 48 26 27**	Fax	**(+ 34) 983 54 80 62**
e-mail	andalucia@cecorsl.com		

El técnico designado ha sido debidamente cualificado de acuerdo a los procedimientos de gestión del personal de ensayo de CECOR. Asimismo, cumple con los requisitos establecidos en el artículo 3.b del Decreto 6/2012, de 17 de enero. Ver Anexo 3.

5.3.3 Metodología de ensayo

Para la realización de este ensayo se sigue la metodología descrita en el Procedimiento de Ensayo **PE-004**: *Medición y evaluación del ruido ambiental*. El muestreo sigue las pautas descritas en la Instrucción Técnica **IT-007:** *Muestreo para la evaluación del ruido ambiental*.

En cada punto de muestreo seleccionado, la valoración del nivel de ruido se realizará mediante el parámetro acústico **Nivel Continuo Equivalente** ($L_{Aeq,T}$), para el período temporal *T*, expresado en decibelios ponderados en la escala normalizada A (dBA). Dicho índice responde a la siguiente formulación:

$$L_{Aeq,[d,e,n]} = 10 \cdot \log \frac{1}{T} \sum_i \Delta T_i \cdot 10^{L_{Aeq,T_i}/10}$$

Donde:

- *T*: Es el tiempo total de observación. En al menos uno de los puntos de medida, 24 h.
  - Si *T* = *d*, el nivel continuo equivalente correspondiente al período temporal *día*, entre las 7:00 y las 19:00 horas.

- Si $T = e$, el nivel continuo equivalente correspondiente al período temporal *tarde*, entre las 19:00 y las 23:00 horas.
- Si $T = n$, el nivel continuo equivalente correspondiente al período temporal *noche*, entre las 23:00 y las 7:00 horas.

- ΔT_i: Corresponde al intervalo de integración de cada muestra de nivel sonoro obtenida.
- $L_{Aeq,Ti}$: Es el nivel continuo equivalente de la muestra *Ti*.

En una de las posiciones de medida (P1) se procede a un registro de niveles en continuo durante $T \approx 24$ h almacenando una muestra cada $T_i = 5$ minutos, para obtener así niveles sonoros en todos períodos horarios: *día*, *tarde* y *noche*. . Este punto se ubica en una zona del sector donde el sonido del principal foco sonoro – Autopista A-7 – es claramente apreciable y no se encuentra apantallado.

En el resto de posiciones se procede a un registro de nivel sonoro equivalente de 15 minutos de duración en período *día*. Se toma un punto adicional en una zona elevada del sector, con el fin de obtener un muestreo más amplio.

Las medidas se realizaron con una unidad de sonómetro integrador – promediador de clase 1, con micrófono posicionado a una altura de unos 2,0 m sobre el nivel de terreno. En el caso de la medición de larga duración, el equipo fue instalado en el interior de una caja estanca de protección de intemperie y alimentado desde una batería autónoma.

5.3.4 Instrumentación empleada

Las medidas efectuadas tienen garantizada su trazabilidad a través de patrones de referencia nacionales o internacionales calibrados periódicamente.

INSTRUMENTACIÓN						
Transductor				**Sistema de Adquisición**		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-20-379	G.R.A.S.	40AE	156816	Svantek	Svan 959	23779

INSTRUMENTACIÓN AUXILIAR						
Calibrador acústico				**Telémetro digital láser**		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-21-473	Svantek	SV31	29144	Bosch	DLE 70	888584406
Termohigrómetro / Anemómetro				**GPS**		
Ensayo	Marca	Modelo	Número de serie	Marca	Modelo	Número de serie
E-21-473	Lutron	ABH-4225	90078	Chartcross Ltd.	GPS Test[7]	1.6.2

Todos estos equipos son sometidos a un programa de calibración y/o control periódico que garantiza la trazabilidad de las medidas.

Además, los sonómetros y calibradores acústicos cuentan con su correspondiente certificado de calibración emitido por una entidad acreditada y su certificado de verificación periódica emitido por Organismo de Verificación Metrológica Autorizado que certifica el cumplimiento de la Disposición Transitoria primera de la **Orden ITC/2845/2007**, de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos. Ver Anexo 2.

La cadena de medida se verificó antes y después de cada prueba mediante un calibrador sonoro de clase 1, sin detectar desviaciones de más de 0,3 dB respecto del valor nominal declarado por laboratorio acreditado.

[7] *App* ejecutada en dispositivo Android 11

5.3.5 *Plan de muestreo*

Se obtienen los niveles de inmisión en varios puntos de evaluación, de forma que los niveles registrados se aproximen a la realidad acústica de la zona objeto de estudio en estado preoperacional. Para ello, se toma como referencia la metodología de Evaluación del estado preoperacional descrita en la IT3 del Decreto 6/2012, apartado 1, epígrafe d). El plan de muestreo seguido es el siguiente:

Figura 10: Localización de los puntos de medición acústica

Coordenadas: (WGS84)	Punto 1 (24h)	36.721684°N, 4.228414°O (h ≈ 2,0 m)
	Punto 2	36.724265°N, 4.225370°O (h ≈ 1,5 m)

5.3.6 *Condiciones ambientales*

Posición	Temperatura (ºC)		Humedad relativa (%)		Velocidad viento (m/s)		Precipitación	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Exterior	16,9		84,0		0,0		No	

El personal de campo ha controlado en todo momento las condiciones climatológicas en que tuvieron lugar las medidas mediante el servicio meteorológico de AEMET, de modo que es posible descartar aquellos registros sonoros que no podrían considerarse como válidos al haber sido

almacenados con unas condiciones inadecuadas, especialmente con vientos superiores a 5 m/s o lluvia. No se han registrado condiciones meteorológicas adversas durante las pruebas.

Las condiciones ambientales del entorno de estudio son compatibles con los rangos de funcionamiento de la instrumentación de ensayo, según características aportadas por el fabricante.

5.3.7 Resultados de las medidas

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos durante las evaluaciones *in situ*:

Localización	Fecha y hora				L_{Aeq}		
	Inicio		Fin		día	tarde	noche
P1 (24 h)	09/11/2020	16:45	10/11/2020	19:10	70,5	70,8	67,1
P2	10/11/2020	19:23	10/11/2020	19:38	61,1	-	-

Tabla 4: Resultado de ensayos in situ

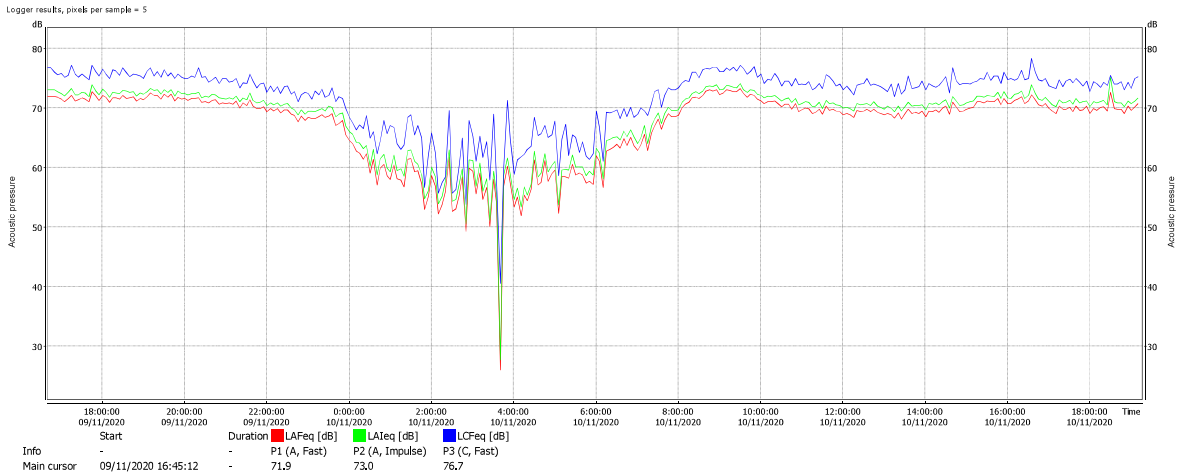


Figura 11: Registro de niveles sonoros de larga duración en P1 (24 h)

P1: Altura ≈ 2,0 m

P2: Altura ≈ 1,5 m

Los resultados del trabajo de campo son empleados para la validación del modelo acústico teórico implementado. Ver apartado 6.1.1.

5.4 Presentación de resultados

Los resultados del estudio se mostrarán en general de forma gráfica mediante curvas isófonas a color en 2D, representando los índices de evaluación descritos en el apartado 5.2.2 para los períodos día, tarde y noche a 4 m de altura, tanto en estado preoperacional como en el escenario horizonte. Adicionalmente, si ha lugar, se mostrarían los resultados esperados tras la adopción de medidas correctoras.

Los cálculos se realizarán mediante análisis en bandas de frecuencia de octava. El espectro de emisión y propagación sonora estará definido entre 63 Hz y 8 kHz, si bien la representación de los resultados se realizará en banda ancha con ponderación frecuencial A.

Los mapas generados son presentados en el Anexo 1, siguiendo la siguiente numeración:

- **Plano 1**: Plano de localización.
- **Plano 2**: Mapas de nivel, situación preoperacional (día, tarde y noche).
- **Plano 3**: Mapas de nivel, situación operacional (día, tarde y noche).
- **Plano 4**: Mapas de nivel, situación operacional (día, tarde y noche), con propuesta de medidas correctoras.
- **Plano 5**: Condicionantes acústicos al urbanismo
- **Plano 6**: Condicionantes acústicos al urbanismo, con propuesta de medidas correctoras
- **Plano 7**: Propuesta de zonificación acústica

La leyenda de colores empleada para la representación de los niveles sonoros es la siguiente:

Nivel sonoro (dBA)		
45 - 50	60 - 65	> 75
50 - 55	65 - 70	
55 - 60	70 - 75	

Tabla 5: Leyenda de colores

Cabe esperar cierta incertidumbre sobre los resultados presentados, que puede cifrarse típicamente en ± 3 dB según se describe en la tabla 5 de la norma internacional ISO 9613-2:1996:

Altura *h**	**Distancia** *d**	
	0 < d < 100 m	100 m < d < 1000 m
0 < h < 5 m	± 3 dB	± 3 dB
5 m < h < 30 m	± 1 dB	± 3 dB

* *h* es la altura media de la fuente de emisión y del receptor
d es la distancia entre el emisor y el receptor

6 RESULTADOS

6.1 Situación actual

En las siguientes figuras se puede ver una muestra del resultado obtenido para la situación preoperacional. El fin de este modelado es el de comprobar el ajuste de las predicciones respecto de los valores registrados *in situ.* Los mapas detallados y a escala pueden verse en el Anexo 1:

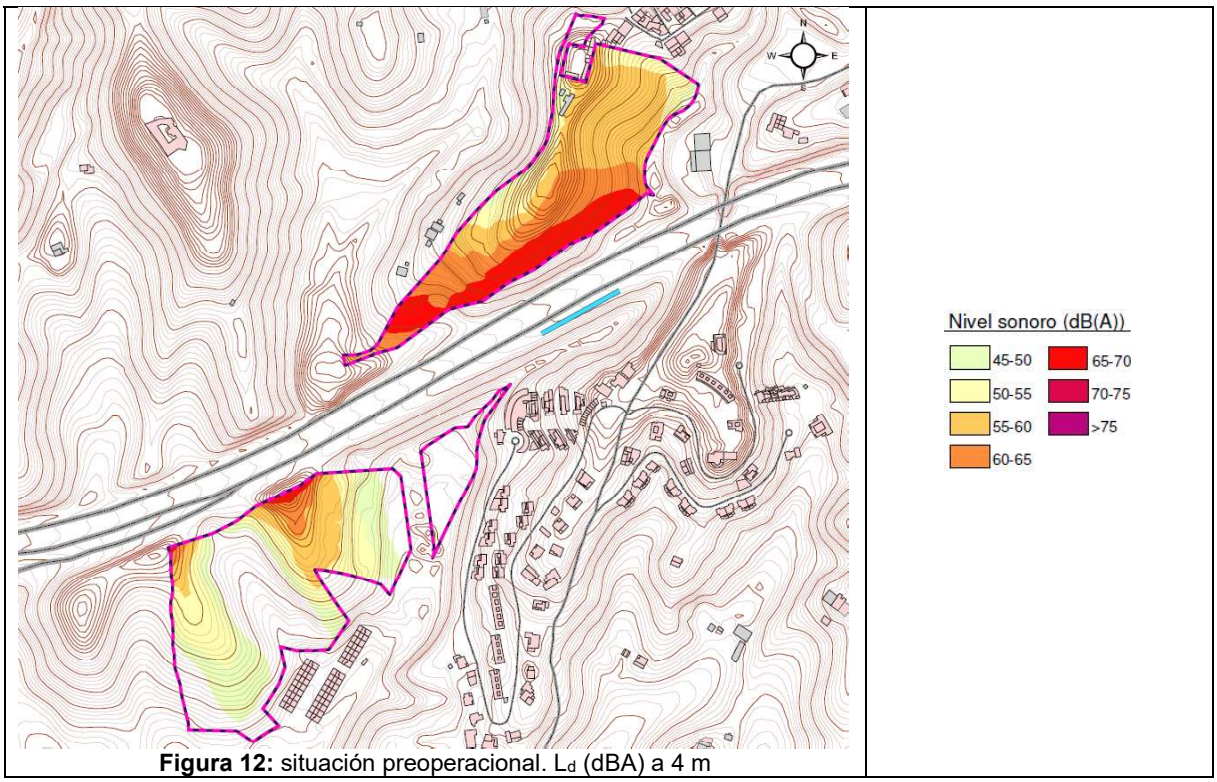


Figura 12: situación preoperacional. L_d (dBA) a 4 m

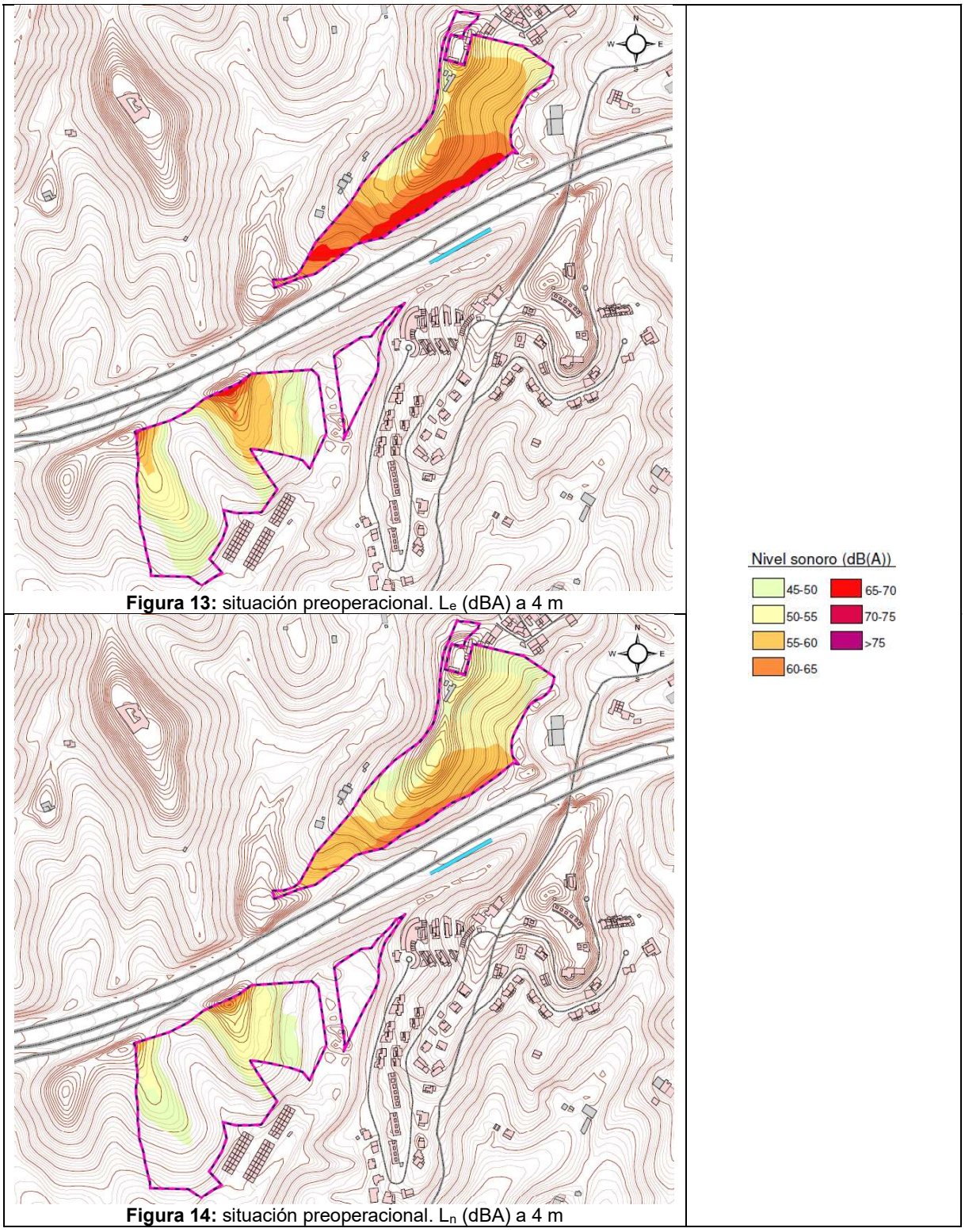


Figura 13: situación preoperacional. L_e (dBA) a 4 m

Figura 14: situación preoperacional. L_n (dBA) a 4 m

Tal como se aprecia en las figuras anteriores, los niveles sonoros esperados serían mayores en las zonas más cercanas al principal foco sonoro observado – autovía A-7 – y en las zonas donde la orografía del terreno supone un menor obstáculo para la propagación del sonido, especialmente las de mayor cota. En el siguiente apartado se comprobará cuantitativamente si estos niveles sonoros son adecuados respecto a los límites establecidos en los diferentes usos particulares previstos en el sector.

6.1.1 Comprobación de la validez de los cálculos

La siguiente tabla presenta, la diferencia de nivel sonoro existente el nivel de ruido obtenido en las mediciones realizadas *in situ* y el nivel sonoro obtenido en el modelo de simulación (dBA), para los distintos períodos evaluados.

ID	Medido			Calculado			Diferencia		
	$L_{eq,d}$ (dBA)	$L_{eq,e}$ (dBA)	$L_{eq,n}$ (dBA)	$L_{eq,d}$ (dBA)	$L_{eq,e}$ (dBA)	$L_{eq,n}$ (dBA)	$L_{eq,d}$ (dBA)	$L_{eq,e}$ (dBA)	$L_{eq,n}$ (dBA)
P1 (24h)	70,5	70,8	67,1	70,5	69,5	63,3	0,0	1,3	*3,8*
P2	61,1	-	-	61,5	-	-	0,4	-	-

Tabla 6: Niveles registrados *in situ* vs. modelo

Como se observa en la tabla anterior, en la mayor parte de puntos de evaluación se obtiene una desviación inferior a 3 dBA en valor absoluto respecto al valor calculado por el modelo. Dicha desviación corresponde con la incertidumbre típica de un modelo de cálculo, por lo que se considera un valor de referencia válido.

Se observa una desviación mayor el punto de medida de larga duración – aunque únicamente para el período *noche* –, probablemente debido a circunstancias puntuales no representativas del comportamiento a largo plazo. La época en la que tienen lugar las pruebas también puede tener influencia en los resultados, por la estacionalidad observada en la carretera. Las fechas en que tienen lugar las medidas suelen corresponder a unos aforos ligeramente más bajos que el promedio anual.

En cualquier caso, los datos registrados presentan una clara correlación con los datos calculados, y los puntos de medida seleccionados son representativos de los principales focos sonoros observados en la zona, por lo que el modelo preoperacional se considerará suficientemente validado sirviendo como base fiable para la predicción de niveles sonoros en la situación operacional.

6.2 Situación con ordenación prevista *(año horizonte)*

En el presente apartado se evaluará si los niveles de ruido estimados en el escenario *horizonte* de servicio (en este caso en particular, definido en el año **2040**) son adecuados para la implantación de los usos previstos en la propuesta de ordenación de los proyectistas, teniendo en cuenta cierto incremento del tráfico en las infraestructuras alrededor de la zona de estudio.

Este escenario es el más desfavorable, puesto que es cuando mayor aforo se considera de todas las implementaciones calculadas y, por tanto, es para el cual debe evaluarse objetivamente el grado de cumplimiento de los índices de contaminación acústica. Para ello, se evalúan los niveles sonoros calculados respecto a la parcelación prevista, aunque sin movimientos de tierras ni explanaciones requeridas para la urbanización. Los Objetivos de Calidad Acústica empleados se basan en la propuesta de Zonificación Acústica conforme al uso global asignado al sector (ver apartado 7).

En las siguientes figuras se muestran los niveles sonoros esperados en las zonas más afectadas. Los mapas completos a escala normalizada pueden ser consultados en el Anexo 1:

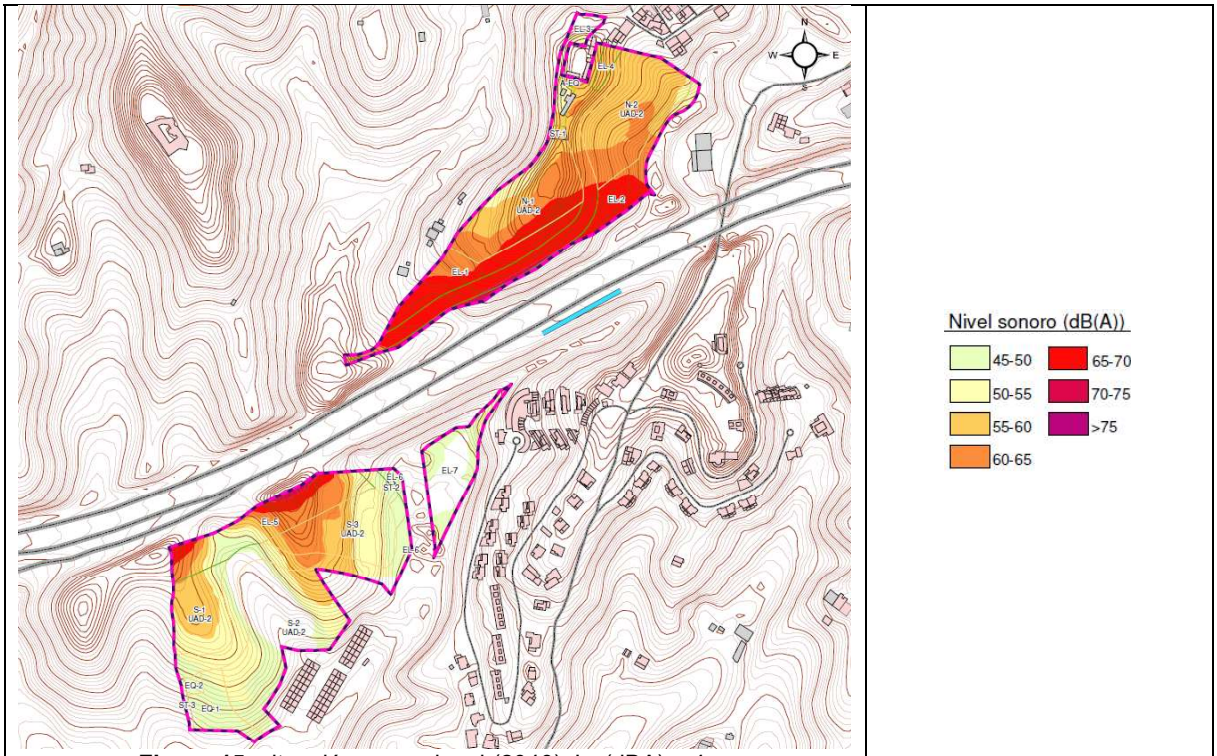


Figura 15: situación operacional (2040). L_d (dBA) a 4 m

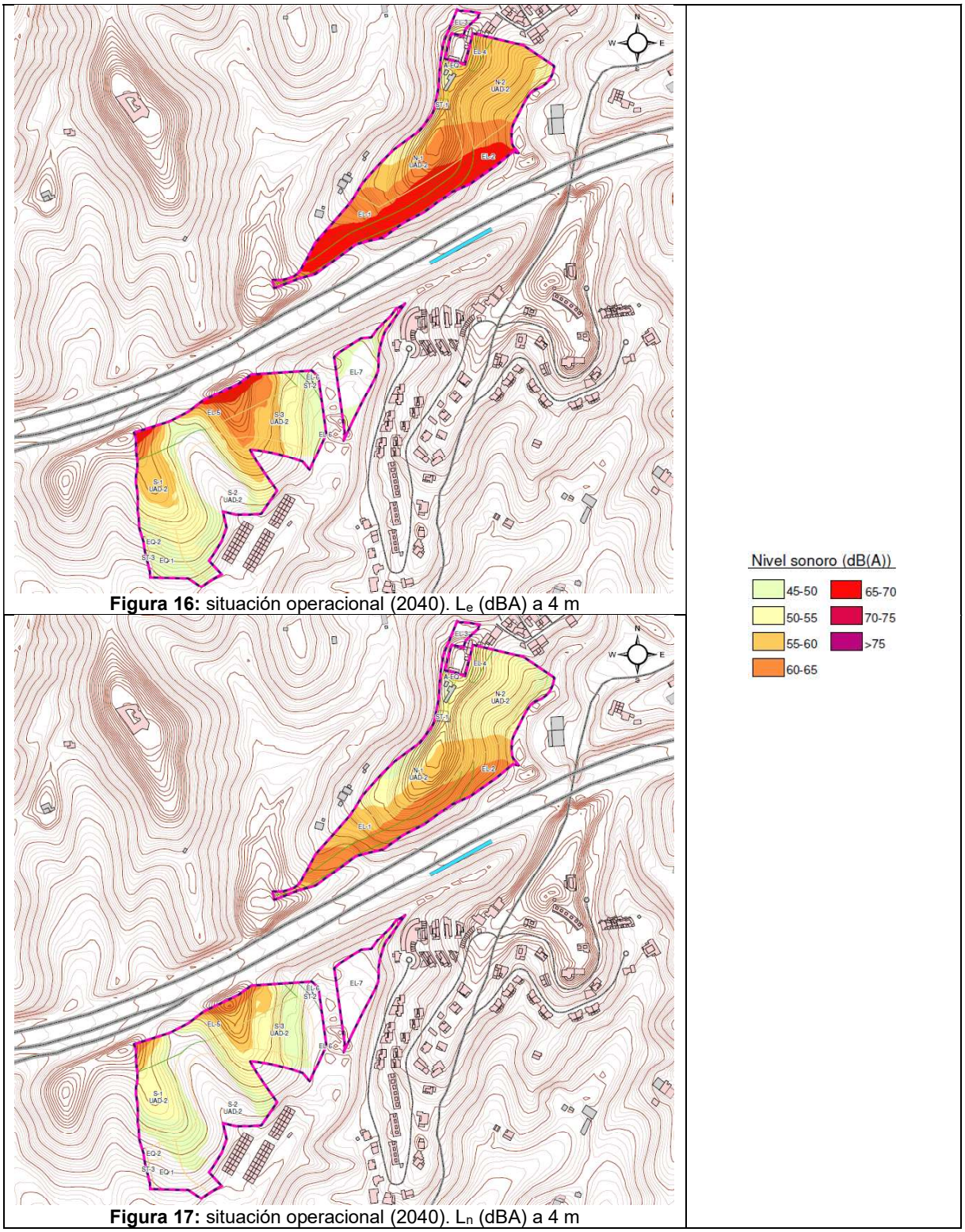


Figura 16: situación operacional (2040). L_e (dBA) a 4 m

Figura 17: situación operacional (2040). L_n (dBA) a 4 m