

**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA**  
**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA**

**Master en Ingeniería Acústica**

---



**UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA**



**ESCUELA POLITECNICA  
SUPERIOR DE GANDIA**

**Estudio acústico de impacto ambiental y  
cálculo de la incertidumbre asociada a los  
niveles sonoros del estado preoperacional  
en el Sector Industrial I-1 del municipio de  
Náquera**

***TESIS DE MASTER***

Autor:  
***Jordi Aliaga Revert***

Director/es:  
***D. Joan Martínez Mora***

***GANDIA, 2013***

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado preoperacional en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

*Resumen* — El objetivo principal de esta tesina, es el elaborar un estudio para poder determinar el impacto acústico existente en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera, debido a la recalificación de terrenos que anteriormente estaban clasificados como suelo no urbanizable por las Normas subsidiarias de Planteamiento vigentes.

Se trata de evaluar, valorar y plantear las medidas correctoras adecuadas, si corresponde, del nivel sonoro de recepción en el ambiente exterior como plan de actuación de desarrollo urbanístico.

Para poder llevar a cabo dicho estudio, se realizará una simulación de los niveles sonoros del polígono en cuestión para poder determinar la afectación sonora que éste soporta, mediante el software de predicción y Predictor Type 7810.

Como segundo objetivo, se realizará un estudio paralelo de la incertidumbre asociada en las medidas realizadas en campo según las directrices de la Norma UNE ISO 1996-2:2009 y la Guide to Uncertainty in Measurements (GUM).

*Abstract* — The main objective of this dissertation is the development of a study to determine the noise impact on the existing I-1 Industrial Sector Township Náquera, due to the reclassification of land that had previously been classified as undeveloped land by Standards current.

It seeks to assess, and propose corrective measures, if applicable, the sound level of reception in the external environment of the action plan for urban development.

To performed this study, we performed a simulation of the sound levels of the polygon in question in order to determine the sound that it supports by the prediction software and Predictor Type 7810.

The second objective will be a parallel study of the uncertainty in the field measurements under the guidelines of ISO 1996-2:2009 UNE and the Guide to Uncertainty in Measurements (GUM).

---

Palabras clave: Mapa acústico, incertidumbre en ruido ambiental, predicción del ruido ambiental.

Keywords: Map acoustic, noise uncertainty, prediction of environmental noise.

## ÍNDICE

<b>I. OBJETO Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>5</b>
I.1. INTRODUCCIÓN.....	5
I.2. OBJETO.....	5
I.3. ESTRUCTURA DE LA TESINA.....	6
<b>II. INTRODUCCIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>7</b>
II.1. TERMINOLOGÍA Y PARÁMETROS DE RUIDO AMBIENTAL.....	7
II.1.1 REDES DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL .....	7
II.1.2 ÍNDICES ENERGÉTICOS .....	8
II.1.3 ÍNDICES ESTADÍSTICOS. NIVELES PERCENTILES .....	10
II.2. MAPAS DE RUIDO .....	11
II.2.1 METODOLOGÍA .....	12
II.2.2 ELECCIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDIDA.....	15
II.2.3 INSTRUMENTACIÓN Y MATERIALES DE MEDIDA .....	16
II.3. LEGISLACIÓN .....	18
II.3.1 LEGISLACIÓN ESTATAL .....	19
II.3.2 LEGISLACIÓN DE LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS.....	20
II.4. INCERTIDUMBRE .....	22
II.4.1 GUIA DE INCERTIDUMBRE DE MEDIDA (GUM).....	23
II.4.2 UNE ISO 1996-2:2007.....	25
<b>III. DESARROLLO .....</b>	<b>30</b>
III.1. METODOLOGÍA EMPLEADA.....	31
III.2. DEFINICIÓN DE LA ZONA BAJO ESTUDIO .....	33
III.3. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN.....	34
III.4. EQUIPO DE MEDIDA .....	35
III.5. ESTADO PREOPERACIONAL .....	35
III.5.1 NIVELES DE RUIDO EXISTENTES .....	35
III.5.2 MEDICIONES EN ESTADO ACTUAL.....	37
III.5.3 VALIDACIÓN DEL MODELO DE CÁLCULO.....	37
III.5.4 SIMULACIÓN ESTADO PREOPERACIONAL .....	41



## **I. OBJETO Y ANTECEDENTES**

### *I.1. INTRODUCCIÓN*

En la sociedad moderna en que vivimos, la contaminación sonora es un factor ambiental muy importante en todos los países industrializados ya que existen numerosas situaciones que generan entornos acústicos agresivos como consecuencia directa de la actividad humana. La creciente concentración de la población en medios urbanos y el desarrollo tecnológico plantean serios problemas de convivencia, ya que la polución acústica producida afecta de forma permanente al ciudadano, tanto en el trabajo como en el resto de actividades.

Durante los últimos años se ha experimentado una creciente sensibilización, tanto por parte de la población como por parte de los políticos, a los problemas que ocasiona el ruido ambiental. Como consecuencia de ello, ha aparecido diversa legislación con la finalidad de reducir los factores negativos que produce el ruido, y que alteran nuestra calidad de vida.

La mayoría de los estudios realizados han centrado su interés en las molestias que generan a los ciudadanos el ruido en nuestras ciudades, especialmente el transporte y el tráfico de vehículos. Con estos estudios lo que se ha pretendido principalmente es determinar la relación que existe entre el nivel de exposición al ruido y el grado de molestia, teniendo en cuenta las horas de exposición, las interferencias en la ejecución de las actividades, etc. La mayoría de éstos se han centrado en lo que se denominan “mapas acústicos” [1,2], debido a que la información que se puede obtener en este tipo de estudios resulta de gran utilidad, ya sea para la planificación urbanística como para orientarse en la lucha contra el ruido.

### *I.2. OBJETO*

El presente ejercicio trata de llevar a cabo un estudio para poder determinar el impacto acústico existente en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera, debido a la recalificación de terrenos que anteriormente estaban clasificados como suelo no urbanizable por las Normas subsidiarias de Planteamiento vigentes.

Se trata de evaluar, valorar y plantear las medidas correctoras adecuadas, si corresponde, del nivel sonoro de recepción en el ambiente exterior como plan de actuación de desarrollo urbanístico

tras comparar los resultados obtenidos con los límites establecidos en la Ley 7/2002 de la Generalitat Valenciana de protección contra la contaminación acústica.

Para poder llevar a cabo dicho estudio, se realizará una simulación de los niveles sonoros del polígono en cuestión y, de este modo, poder determinar la afectación sonora que éste soporta mediante el software de predicción y Predictor Type 7810.

Como segundo objetivo, se realizará un estudio paralelo de la incertidumbre asociada en las medidas realizadas en campo según las directrices de la Norma UNE ISO 1996-2:2009 [3] y la Guide to Uncertainty in Measurements (GUM) [4].

### *I.3. ESTRUCTURA DE LA TESINA*

Con tal de conseguir los anteriores objetivos, este trabajo se ha estructurado tal y como se detalla a continuación;

En el capítulo I, se describen los objetivos que se pretenden alcanzar en la realización de este trabajo.

En el capítulo II, se detallan brevemente los conceptos básicos para poder realizar un mejor seguimiento del trabajo realizado en esta tesina. En él se definen los criterios y condiciones técnicas para llevar a cabo el mapa de ruido y conocer la incertidumbre asociada a las mediciones realizadas en campo, basándose, además, en diversa legislación relacionada.

En el capítulo III, se exponen los resultados obtenidos en la realización de este trabajo, se describe la zona de estudio y la metodología empleada para tal fin, así como el equipo empleado en la consecución de este estudio.

Finalmente, en el capítulo IV, se resumen las conclusiones obtenidas en la realización de este trabajo y, además, se plantean posibles líneas de investigación.

## II. INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Para poder entender bien las características del ruido, antes es necesario conocer algunas de las propiedades físicas del sonido, así como los descriptores que se usan para poder clasificarlo, tanto cualitativamente como cuantitativamente.

### II.1. TERMINOLOGÍA Y PARÁMETROS DE RUIDO AMBIENTAL

Para evaluar la reacción del ruido ambiental se utiliza una amplia gama de parámetros. Esto se debe a que la respuesta que se tiene con respecto al ruido ambiental, varía entre los distintos individuos y, además, la gran cantidad de características existentes de los diferentes tipos de fuentes (nivel, contenido frecuencial, intermitencia, etc.), hacen que sean numerosos los parámetros que intentan evaluar el efecto de dicho ruido.

A continuación se resumen la mayoría de los parámetros de uso corriente:

#### II.1.1 Redes de ponderación frecuencial

La frecuencia de vibración tiene una gran importancia en la percepción de los sonidos por el oído humano. No juzgamos igual a un sonido grave que a uno agudo. Dos ruidos pueden tener un nivel de presión sonora igual y sin embargo presentar un espectro frecuencial completamente diferente. En concreto, los sonidos compuestos por frecuencias altas resultan más molestos.

Para evitarlo el oído cuenta con una serie de dispositivos que eliminan o reducen las frecuencias más molestas o perjudiciales. Para poder evaluar los distintos sonidos que percibimos, es preciso que los aparatos de medida realicen también unas correcciones similares a las que realiza el oído, de forma que lo que midan estos equipos se parezca en la medida de lo posible a la sensación sonora percibida por el oído humano.

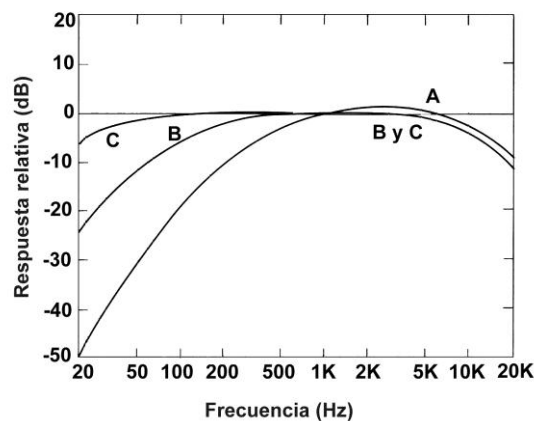


Fig. 1. Curvas de ponderación frecuencial.

Las redes de ponderación más utilizadas son la A, la C y la D, (fig. 1.), estando todas ellas normalizadas. La red de ponderación A es la que ha mostrado una mayor correlación con las sensaciones subjetivas generadas por ruidos de origen industrial y de tráfico. Por su aceptación, esta red de ponderación A está unificando la descripción subjetiva del ruido de ambiente general. Es la que más se ajusta a la respuesta subjetiva del oído humano.

### II.1.2 Índices energéticos

El ruido es, en general, un fenómeno fluctuante a lo largo del tiempo, por lo que para expresar de manera completa la percepción de un ruido, será preciso tener en cuenta, además de su intensidad, la duración del mismo. La pérdida de audición, por ejemplo, está relacionada no solamente con la intensidad y frecuencia de los ruidos, sino también con el tiempo de exposición a los mismos.

La evaluación del contenido energético se suele utilizar para evaluar las molestias de ruido ambiental. Los principales parámetros energéticos son el Nivel Continuo Equivalente,  $L_{eq}$ , y el Nivel de Exposición Sonora, SEL [5]. Ambos se expresan en dB(A), es decir, decibelios ponderados con la red A mencionada en el apartado anterior. Otro índice energético es el Nivel Sonoro Corregido Día-Noche, LDN.

A continuación se van a describir con más detalle los dos índices energéticos comentados anteriormente,  $L_{eq}$  y SEL:

#### A).- Nivel Continuo Equivalente, $L_{eq}$ :

Expresa la media de energía sonora percibida por un individuo en un intervalo de tiempo, es decir, representa el nivel de presión que produciría un ruido constante con la misma energía que el ruido realmente percibido, durante el mismo intervalo de tiempo. El nivel de presión sonora equivalente debe ir acompañado siempre de la indicación del periodo de tiempo al que se refiere. Se expresa en  $L_{eq}(T)$  o  $L_{Aeq,T}$  que indica que se utiliza la red de ponderación A, y su formulación matemática es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P_A^2}{P_0^2} dt \right) \quad \text{dB(A)} \quad (1)$$

donde



T = Tiempo de duración de la medición  
 P = Presión sonora instantánea en Pa  
 P<sub>0</sub> = Presión de referencia (2·10<sup>-5</sup> Pa)

En la práctica el cálculo del Leq se realiza por medio de la suma de ‘n’ niveles de presión sonora ‘Li’ emitidos en los intervalos de tiempo ‘ti’, y la expresión adopta la forma discreta:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} t_i \right) \quad \text{dB(A)} \quad (2)$$

donde

$$N = \frac{t_1 - t_2}{\Delta t}; \quad \text{Número de muestras}$$

$$T = \sum_{i=1}^N t_i$$

t<sub>i</sub> = Porcentaje de tiempo en el que se realizan las muestras

Para evitar la imprecisión que produce la falta de uniformidad del ruido producido por la circulación rodada, se utiliza el nivel sonoro equivalente del ruido y los percentiles o niveles estadísticos que se detallan en el II.1.3, de esta forma obtenemos en una sola magnitud los distintos niveles que se producen a lo largo de un determinado periodo de tiempo.

B).- Nivel de Exposición sonora, LAE;

Se define como el nivel de presión sonora de un ruido continuo que tiene la misma energía en un segundo que la del ruido real durante el intervalo de tiempo ‘T’. Se utiliza para clasificar y comparar sucesos de ruido de diferente duración. Su expresión es:

$$L_{AE} = SEL = 10 \log \left( \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right) = 10 \log \left( \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt \right) \quad \text{dB(A)} \quad (3)$$

donde

T<sub>0</sub> = Duración de referencia, 1 segundo.  
 P<sub>0</sub> = Presión de referencia.  
 P<sub>A</sub>(t) = Presión sonora instantánea

La relación entre el  $L_{eq}$  y el SEL para un suceso de ruido es:

$$SEL = L_{eq}(t) + \log\left(\frac{T}{T_0}\right) \quad \text{donde } T_0 = 1 \text{ segundo} \quad (4)$$

La figura 2 nos muestra la representación gráfica del  $L_{eq}$ , SEL y el Nivel de Presión Sonora SPL, donde se puede observar el nivel de presión sonora de una señal acústica durante el tiempo de medida, y sobre ella la media energética correspondiente al  $L_{eq}$  y la energía concentrada en un segundo o SEL.

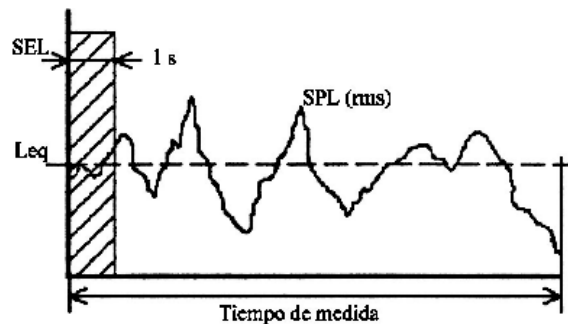


Fig. 2. Representación gráfica de los índices  $L_{eq}$ , SEL y SPL

### II.1.3 Índices estadísticos. Niveles percentiles.

La variación del nivel de presión sonora en un periodo de tiempo dado puede registrarse, y descomponer el periodo de medida en intervalos constantes para cada uno de los cuales se obtienen sus correspondientes niveles de presión sonora. Si el periodo es lo suficientemente largo, para ciertas fuentes de ruido, la repartición de los niveles sigue una ley normal.

Se definen los siguientes valores:

- **Nivel  $L1$** : Nivel alcanzado o sobrepasado durante el 1 % del tiempo en el periodo considerado. Representa el ruido máximo, si el periodo de medición es corto.
- **Nivel  $L10$** : Nivel alcanzado o sobrepasado durante el 10 % del tiempo de medición.
- **Nivel  $L50$** : Nivel alcanzado o sobrepasado durante el 50 % del tiempo de medición. Corresponde a la mediana estadística de la distribución.
- **Nivel  $L90$** : Nivel alcanzado o sobrepasado durante el 90 % el tiempo de medición. Representa el ruido de fondo.
- **Nivel  $L99$** : Nivel alcanzado o sobrepasado durante el 99 % del tiempo de medición. Representa el fondo de escala del ruido, es decir, el nivel más pequeño que se ha registrado.

Estos índices percentiles [5], muy utilizados hasta hace cierto tiempo y empleados aun en algunos países como Reino Unido, presentan algunos inconvenientes importantes:

- En la práctica es necesario disponer de un número de muestras importante. En el caso del tráfico de carretera se precisan intensidades superiores a 500 vehículos por hora para que sean significativos y en el caso de tráfico ferroviario no son, por lo general, representativos.
- Únicamente informan de la probabilidad de alcanzar o sobrepasar un determinado nivel, en un lugar concreto, durante un cierto porcentaje de tiempo, y no responden a una formulación matemática precisa.

## II.2. MAPAS DE RUIDO

La realización de un control efectivo de los niveles de contaminación acústica y la planificación adecuada de la lucha contra el ruido en una determinada ciudad o zona urbana se suele basar en la elaboración del correspondiente “mapa de ruido” [1-2].

Genéricamente, se suele denominar mapa de ruido a un conjunto de medidas de niveles sonoros, distribuidas en el espacio y en el tiempo, de forma que la información que proporcionan sobre el ambiente acústico de un determinado entorno sea lo suficientemente completa como para poder orientar adecuadamente las acciones de control pertinentes. En particular, la realización del mapa acústico de una ciudad debe poner de manifiesto dónde están localizadas, por una parte, las zonas más ruidosas de la misma para, así, poder actuar en consecuencia si se desea corregir esa situación y, por otra parte, los enclaves particularmente silenciosos a fin de poder preservar esa situación privilegiada en el futuro.

La información que proporcionan los mapas de ruido resulta de gran utilidad tanto para considerar la consiguiente planificación urbana como para orientar con pleno fundamento la lucha contra el ruido ambiental.

Las clasificaciones de mapas acústicos pueden ser varias. En función de los aspectos a estudiar interesa una mayor o menor extensión territorial, por lo que los mapas sonoros se suelen clasificar en cuatro niveles, atendiendo a su extensión territorial:

- **Comarcal:** Es aquel que comprende uno o más términos municipales, completos o en parte, afectados por una causa común de ruido.
- **Municipal:** Comprende el casco urbano de una población y es el instrumento principal para orientar políticas municipales tendentes a controlar y reducir el ruido urbano.
- **De urbanización o barrio:** Permite evaluar con más detalle el entorno de una actividad conflictiva desde el punto de vista acústico. El estudio se realiza con una mayor precisión, aumentando la densidad de puntos de medida, determinando el ruido tanto en los espacios abiertos exteriores como en los interiores privados.
- **Estudios de Detalle:** Se extiende a uno o varios edificios con una problemática sonora especial. El estudio incluye la determinación del ruido exterior e interior de los edificios y, en general, precisa la realización de medidas de ruido a distintas alturas del suelo (estudios en sección o mapa en altura).

Otra posible clasificación de los mapas sonoros depende del tipo o de la cantidad de fuentes que se estudien, de manera que se pueden distinguir:

- **Mapas para estudio de impacto ambiental:** Son mapas que detallan los niveles sonoros producidos por una fuente o un grupo de fuentes de ruido.
- **Mapas de ruido urbano:** Son mapas que detallan los niveles sonoros de emisión de un municipio o área urbana, considerando todas las fuentes.
- **Mapas de ruido tráfico:** Son mapas que detallan los niveles sonoros en las diferentes calles consideradas de un municipio o área urbana, sólo debido al tráfico rodado. Se intenta que el resto de fuentes no afecten a la medición, ya que se considera que el 80 % del ruido del área urbana se debe al ruido de tráfico.

### II.2.1 Metodología.

Una vez han quedado definidos los parámetros que se reflejarán en el plano acústico de un ambiente, en función de las necesidades de información y de la disponibilidad de instrumentación y recursos humanos para realizarlo, queda por determinar, como parámetros más importantes y que dependen de la naturaleza de las fuentes sonoras y de la topología del ambiente, las pautas del análisis estadístico a aplicar, tanto temporal como espacial.

La construcción de mapas de ruido se puede realizar de tres maneras diferentes:

- ***A partir de medidas físicas reales del nivel de ruido:*** No es imprescindible una exhaustiva información sobre la zona.
- ***A partir de modelos matemáticos:*** Es necesaria una información muy detallada de la zona a simular.
- ***A partir de sistemas híbridos.***

La construcción de mapas de ruido a partir de medidas de nivel de ruido puede seguir dos estrategias metodológicas diferentes, denominadas metodología estática y dinámica. Ambas estrategias realizan un muestreo espacial (distintos puntos de medidas) y un muestreo temporal (ciclos de evolución del ruido), diferenciándose, sin embargo, en la forma de hacerlo.

#### A).- Metodología estática

En este tipo de metodología se le da mayor importancia a la evolución temporal del ruido frente a la evolución espacial del mismo. Consiste en la instalación de estaciones fijas de medida en los puntos de medida seleccionados, que evalúan de manera ininterrumpida el ruido durante uno o más ciclos, recomendándose como mínimo un día completo y aconsejándose una semana.

Esta metodología presenta la ventaja de proporcionar una información exhaustiva sobre el ruido medio, lo que la hace muy adecuada para el estudio de fuentes sonoras importantes de las que se tiene poca información.

Cuando la extensión territorial del estudio es grande, el elevado número de puntos de medida hace inviable, desde el punto de vista económico, la realización de las medidas en un tiempo razonable (que se considera el comprendido entre 6 y 12 meses), lo que conduciría a grandes desfases de tiempo entre las medidas iniciales y las finales ya que podría existir un desfase de tres o cuatro años entre ambas. De esta forma al terminar de evaluar la última zona, las medidas de la primera habrían quedado obsoletas y quizás ya no fuesen representativas. El desfase se produce debido al incremento que sufre la Intensidad Media Diaria (IMD) cada año con respecto al año anterior, aproximadamente en torno al 4 ó 5 %.

Esta lentitud de la metodología estática dificulta enormemente disponer de información actualizada sobre la efectividad de algunas acciones tendentes a controlar o reducir el ruido en las ciudades cuando la extensión de la zona afectada es grande.

### B).- Metodología dinámica

Esta metodología permite paliar algunos de los inconvenientes de la metodología estática, pero requiere una mayor elaboración y control del proceso de medida. Toma como punto de partida el conocimiento o la determinación previa de los principales ciclos de evolución del ruido, estableciendo sobre la base de los mismos y para cada zona, los períodos de tiempo en que el ruido permanecerá estable en cada punto de medida, procediéndose a la determinación de unos tiempos de medida representativos, cuyo resultado se extiende a todo el tiempo en el que el ruido permanece estable.

Esto permite que un mismo equipo de medida muestree varios puntos en una misma jornada, mediante la organización de los itinerarios que debe realizar cada equipo.

Esta técnica de muestreo espacial y temporal simultáneo reduce la inversión en equipos de medida y permite evaluar extensiones considerables de superficies sin grandes desfases entre las medidas iniciales y finales. Como contrapartida requiere un planteamiento teórico mayor y un proceso de medida y control de los resultados más cuidadosos.

En este caso será necesario realizar un estudio previo de la emisión de las fuentes sonoras, para, en función de las características temporales de funcionamiento, seleccionar los períodos de muestreo de las señales acústicas y los intervalos de tiempo entre cada toma de muestra, de forma que el comportamiento de emisión de las fuentes quede adecuadamente reflejado mediante un intervalo representativo del ciclo.

Dependiendo de los objetivos perseguidos y de las características de la circulación se elegirá un determinado intervalo de medida. En la elección de los períodos de medida existen varias tendencias:

- Determinar las horas de mayor tráfico y medir para obtener el valor medio de ese período.
- Medir durante el tiempo correspondiente al paso de, al menos, un cierto número de vehículos ligeros y/o pesados y considerar los resultados obtenidos como la energía sonora característica de la carretera.
- Medir durante largos períodos (más de 24 horas).

Como regla general, los períodos de medición deben ser tan largos como sea necesario para conseguir un buen conocimiento de la evolución del ruido durante un día, una semana o una estación, teniendo en cuenta las condiciones atmosféricas de la zona. Por lo tanto, el tiempo de medición no tiene límite pero, como se ha mencionado anteriormente, esto conlleva un gran coste económico y una, generalmente, excesiva duración del proceso de toma de medidas.

El período de medida del ruido de tráfico depende del caudal de tráfico. A medida que el caudal de tráfico disminuye o se hace más irregular, el tiempo de medición debe ser mayor, mientras que si el tráfico es intenso y estable el tiempo de medición puede ser menor.

Se suelen emplear los siguientes períodos de medición en función de las características del tráfico:

- Tráfico urbano diurno intenso: 5 a 10 minutos.
- Tráfico urbano diurno poco intenso: 10 a 15 minutos.
- Tráfico urbano nocturno: 20 a 30 minutos.
- Tráfico interurbano intenso: 10 a 20 minutos.
- Tráfico interurbano poco intenso: 20 a 30 minutos.

### II.2.2 Elección de los puntos de medida.

El establecimiento de los puntos de medida es un proceso de discretización espacial. Debido al hecho de que resulta inviable medir en todos los puntos de la zona objeto del estudio, se hace necesario determinar una serie de puntos de medida que representen de forma global dicha zona.

Existen varias alternativas para abarcar todo el territorio:

- La primera alternativa consiste en trazar una retícula que contemple todo el territorio y designar los puntos de medida sobre la misma, por ejemplo en los nudos de la retícula, los centros de la cuadrícula o los centros de los lados. Con ello se consigue una distribución espacial homogénea de los puntos de medida, pero al ser una distribución aleatoria, por una parte tenemos que no todos los puntos son representativos del ruido de la zona que muestrean, como puede ser el patio interior de un edificio, o una proximidad excesiva a la fuente de ruido, y por otra parte que haya puntos en los que las medidas no puedan realizarse, por ejemplo por que el punto se encuentre en el interior de un edificio, en mitad de una calzada o en el cauce de un río.

- La segunda alternativa es una corrección de la anterior y consiste en desplazar la posición de aquellos puntos de la retícula no apropiados, respetando en lo posible la homogeneidad de la distribución de los puntos de medida.
- La tercera alternativa consiste en aumentar la densidad de la retícula en aquellas zonas que presentan una mayor variación de ruido.
- La cuarta y última alternativa consiste en situar puntos adicionales de medida en las proximidades de las fuentes de ruido más importantes. Una aplicación muy frecuente de este criterio emplaza puntos de medida adicionales en las principales vías de tráfico con objeto de determinar con mayor precisión la influencia de estas fuentes de ruido.

Evidentemente, cuantos más puntos se coloquen en la malla más preciso será el estudio, pero la cantidad de puntos viene condicionada por un factor económico y temporal. Ya que cuantos más puntos se precisen para el estudio mayor será el coste económico y aumentará el tiempo de realización de este.

Cuando lo que se quiere evaluar es el impacto acústico de una determinada vía de tráfico, una alternativa al empleo de una retícula es colocar los puntos a lo largo de toda la vía de forma aleatoria o bien guardando entre estos una determinada distancia, siempre que entre puntos vecinos no exista una diferencia de nivel mayor a 5 dB(A). Para diferencias iguales o mayores a 5 dB(A) tendremos que colocar puntos intermedios hasta conseguir reducir esa diferencia de nivel.

Una forma útil de colocar los puntos a lo largo de una vía de tráfico, consiste en situarlos en forma de “zig-zag”, alternando entre una y otra acera.

### II.2.3 Instrumentación y materiales de medida.

Desde hace unos años, existe una gran unanimidad en cuanto al uso del nivel sonoro continuo equivalente (LAeq) como indicador de ruido. La Unión Europea ha propuesto como indicadores del ruido ambiental [6] para la elaboración de mapas de ruido estratégicos y planes de acción contra el ruido los índices Lden y Lnoche:

$$L_{den} = 10 \cdot \log \left( \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{dia}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{tarde+5}}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{noche+10}}{10}}}{24} \right) \quad (5)$$



donde,

L<sub>día</sub>= nivel sonoro medio a largo plazo ponderado a definitivo en la norma ISO 1996 2: 1987, determinado a lo largo de todos los periodos diurnos del año.

L<sub>tarde</sub>= nivel sonoro medio a largo plazo ponderado a definitivo en la norma ISO 1996 2: 1987, determinado a lo largo de todos los periodos vespertinos del año.

L<sub>noche</sub>= nivel sonoro medio a largo plazo ponderado a definitivo en la norma ISO 1996 2: 1987, determinado a lo largo de todos los periodos nocturnos de un año.

Siguiendo las recomendaciones de la normativa común europea, en principio, el día dura 12 horas, la tarde 4 horas y la noche 8 horas siendo, por tanto, los periodos de tiempo básicos de referencia para la evaluación y control del ruido ambiental los siguientes:

Diurno; desde las 7:00 a las 19:00 horas

Tarde; desde las 19:00 a las 23:00 horas

Nocturno; desde las 23:00 a las 7:00 horas

Aunque, si bien es cierto, la determinación de los periodos varía según los municipios y el sector regulado. Ejemplo de ello es que una gran parte de las ordenanzas municipales en vigor y normativas autonómicas consideran como periodo diurno desde las 8:00 a las 22:00 horas y nocturno de las 22:00 a las 8:00 horas.

En cuanto a los límites máximos que se determinan para cada indicador, existe un denominador común en casi todos los casos, consistente en establecer distintos criterios en función de los usos del suelo. De un modo general se establecen límites más restrictivos para usos docentes y hospitalarios, que para uso residencial en general, y también existen límites más altos para uso industrial que para uso residencial, y así sucesivamente.

Como se ha comentado anteriormente, el valor  $L_{eq}$ , expresado en dB(A), es el parámetro más importante y utilizado en la evaluación del ruido producido por el tráfico rodado, ya que dicho ruido varía con el tiempo. Una cadena de instrumentación para la medida y análisis de señales acústicas está compuesta por un conjunto de elementos y dispositivos electrónicos que permiten adquirir y procesar la información relativa a las variaciones de presión sonora, tanto en amplitud como en frecuencia y conforme a lo exigido en las distintas normas nacionales e internacionales al uso.

El instrumento más utilizado para la realización de mapas sonoros es el sonómetro, que como es sabido es un medidor de niveles sonoros y que, atendiendo a su grado de precisión, se clasifica en tres clases dependiendo de los objetivos de las mediciones. Para mediciones de carácter general se utilizarán los instrumentos de la clase 2, mientras que para evaluaciones detalladas, será necesaria la utilización de los instrumentos de la clase 1.

Por otro lado, existe diversidad de software para la obtención de los mapas de ruido. Estos programas de predicción y evaluación del ruido ambiental permiten gestionar la inmisión de ruido de acuerdo con las normativas nacionales e internacionales, incluyendo los países que emplean los métodos recomendados por la Directiva 2002/49/CE (En España transpuesta en la Ley de Ruido 37/2003 [7]).

Con ellos se pueden modelizar todo tipo de emisores acústicos (industria, tráfico rodado, tráfico ferroviario, etc), se pueden seleccionar los métodos de cálculo y directrices nacionales e internacionales siendo, por tanto, una herramienta fundamental para proyectos urbanísticos y estudios de Impacto Ambiental según las legislaciones existentes en nuestro país.

### II.3. LEGISLACIÓN

Se podría decir que la evolución de la legislación sobre ruido en nuestro país cambió decididamente a partir del año 2003, en el cual surgió la *Ley 37/2003 de Ruido*. Dicha ley creó un punto de inflexión en la situación, un tanto caótica debido a la inexistencia de una normativa general y actualizada sobre el ruido, que permitió fijar unos criterios mínimos con los que poder evaluar el gran problema que ocasiona la contaminación acústica.

Dicho cambio vino precedido por un cerco europeo en el que la Unión europea tomó cartas en el asunto y, un año antes, en el 2002, aprobó la *Directiva 2002/49/CE* sobre evaluación y gestión de ruido ambiental, la cual ofreció un marco de referencia para todos los países de la unión.

Dicha directiva se sintetizó en cinco puntos fundamentales:

- La definición de unos indicadores de ruido comunes para todos los estados miembros.
- La definición de métodos comunes de evaluación.
- La elaboración, en una primera fase de diagnóstico, de “mapas estratégicos de ruido” para poder evaluar o prevenir globalmente la exposición al ruido en una zona determinada.

- La elaboración de “planes de acción”, en una segunda fase, con el fin de afrontar las cuestiones relativas al ruido y sus efectos, incluyendo la reducción.
- La información a la población, tanto de los mapas estratégicos como de los planes de acción.

Es decir, la Directiva sobre Ruido Ambiental procuró proporcionar la base para desarrollar y completar el conjunto de medidas comunitarias existentes sobre el ruido emitido por determinadas fuentes específicas, así como desarrollar las medidas adicionales a corto, medio y largo plazo.

Por este motivo, dicha Directiva no dictaminó cuáles deberían ser los niveles máximos permitidos en lo referente a la contaminación acústica. La futura representación gráfica de las áreas acústicas sobre el territorio daría lugar a la cartografía de los objetivos de la calidad acústica. En la ley, los futuros mapas resultantes de esta representación gráfica serían utilizados como instrumento importante para facilitar la aplicación de los valores límite de emisión y recepción, que ha de determinar el Gobierno.

Por otro lado, las comunidades autónomas y los ayuntamientos podrían establecer valores límite más rigurosos que los citados por el estado.

### II.3.1 *Legislación estatal*

A raíz de estos acontecimientos nació la Ley 37/2003 del Ruido con el objetivo de prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar o disminuir los daños que de esta puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medioambiente.

Si bien es cierto, para poder desarrollar en su totalidad dicha ley y poder cotejar los niveles de ruido ambiental con el fin de definir los valores límite en función de los indicadores, surgieron dos reales decretos [8, 9]:

- 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.

El *REAL DECRETO 1513/2005*, surgió con el objetivo de evaluar y gestionar el ruido ambiental, con la finalidad de prevenir, reducir o evitar efectos nocivos, derivados de la exposición al ruido ambiental. En él se desarrollaron conceptos como ruido ambiental, métodos de evaluación para la determinación de tales índices y de sus efectos nocivos sobre la población, junto a una serie de medidas para permitir la consecución de los mapas estratégicos de ruido (la evaluación o predicción global de la exposición al ruido en una determinada zona), los planes de acción y la información a la población.

El *REAL DECRETO 1367/2007*, nació con la finalidad de abarcar la contaminación acústica producida no sólo por el ruido ambiental, como es el caso del *REAL DECRETO 1513/2005* el cual sólo comprende la contaminación acústica derivada del ruido ambiental, sino también por las vibraciones y sus implicaciones en la salud, bienes materiales y medio ambiente. De este modo, se definieron índices de ruido y de vibraciones, se delimitaron los distintos tipos de áreas y servidumbres acústicas definidas en el artículo 10 de la Ley 37/2003, se establecieron los objetivos de calidad acústica para cada área, incluyéndose el espacio interior de determinadas edificaciones, se regularon los emisores acústicos fijándose valores límite de emisión o de inmisión así como los procedimientos y los métodos de evaluación de ruidos y vibraciones.

La incorporación de estos dos reales decretos facilitaron la regulación total de la contaminación acústica con un alcance y un contenido más amplio que el de la propia Directiva, ya que, además de establecer los parámetros y las medidas para la evaluación y gestión del ruido ambiental, incluye el ruido y las vibraciones en el espacio interior de determinadas edificaciones. Asimismo, dota de mayor cohesión a la ordenación de la contaminación acústica a través del establecimiento de los instrumentos necesarios para la mejora de la calidad acústica de nuestro entorno.

### II.3.2 *Legislación de las comunidades autónomas*

Por otro lado, tal y como se ha comentado en párrafos anteriores, prácticamente la totalidad de la legislación existente anterior a la Ley 37/2003 del Ruido, apenas abordaba la problemática de la contaminación acústica y, por tanto, existía un vacío legal el cual originó que organismos no estatales, comunidades autónomas y ayuntamientos, tuvieran que subsanar este hecho recurriendo a normativas propias sin que existiera una legislación de rango superior que determinara las pautas a seguir.

Esto hecho sucedió en la Comunidad Valenciana y, causa de ello, apareció en el año 2002 la *Ley 7/2002 de protección contra la contaminación acústica* [10]. Adelantándose a la legislación estatal, esta ley contempló la valoración del ruido y vibraciones así como los niveles de perturbación y, estableció ámbitos de regulación específica, entre los cuales destacan; la edificación, actividades comerciales industriales y de servicios, espectáculos, establecimientos públicos y actividades recreativas, trabajos en la vía pública y en la edificación, sistemas de alarma y ruidos producidos por infraestructuras del transporte.

Además se desarrollaron, entre otros aspectos;

- La aplicación de métodos para la ordenación acústica de municipios distinguiendo entre áreas que requieran una especial protección por la sensibilidad acústica de los usos que en ellas se desarrollan, de aquellas otras que estarían sujetas a una mayor intensidad sonora debido también a las actividades existentes.
- Identificación de problemas e implantación de instrumentos preventivos para mantener los niveles sonoros por debajo de los previstos en esta ley (Planes acústicos autonómicos y municipales, declaración de zonas acústicamente saturadas, etc.).
- Regulación del ruido producido por los medios de transporte.
- Exigencia, para la obtención de la licencia de ocupación de los edificios, de los certificados acreditativos del aislamiento acústico de los elementos que los constituyen (fachadas, cerramientos horizontales...).
- Obligación a los titulares de las actividades o instalaciones industriales, comerciales o de servicios a adoptar las medidas necesarias de insonorización de sus fuentes sonoras y de aislamiento acústico para cumplir, en cada caso, las prescripciones dispuestas por ley.

Tal y como sucedió a nivel estatal, en la Comunidad Valenciana también surgieron dos decretos con la intención de concretar las líneas de actuación establecidas por la *Ley 7/2002*;

- DECRETO 266/2004, de 3 de diciembre, de la Consellería de Territorio y Vivienda, Prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- DECRETO 104/2006, de 14 de julio, del Consell, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado operativo en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

El *DECRETO 266/2004*, nació con el objetivo de establecer los mecanismos de control del ruido producido por las actividades, obras y servicios, así como las limitaciones y procedimientos de determinación excluyendo, de estas, la regulación del ruido producido por los medios de transporte o por las infraestructuras de transporte.

El *DECRETO 104/2006*, nació con el objetivo de regular los distintos instrumentos de planificación y gestión acústica y establecer los procedimientos de evaluación de diversos emisores acústicos. Uno de los aspectos más destacados por este decreto es la figura del “Plan Acústico de Acción Autonómica”, entre los que también quedan definidos los Planes Acústicos Municipales o, dicho de otro modo, los Mapas Acústicos.

#### II.4. *INCERTIDUMBRE*

El propósito de una medición es dar información sobre una cantidad de nuestro interés, pero ninguna medición es exacta, ya que la cantidad medida depende del sistema de medición, el procedimiento, el operador de la medida, el entorno y otros factores. Incluso si se realizaran varias mediciones sobre el mismo parámetro y bajo las mismas circunstancias, se obtendrían valores diferentes. La medida de dichos valores proporcionará una aproximación del valor real y su dispersión indicará la bondad de la medición realizada.

Por lo tanto, la incertidumbre en la medida [11] se define como un parámetro asociado al resultado de una medición, el cual caracteriza la dispersión del parámetro medido.

Las incertidumbres de medida pueden evaluarse mediante dos tipos;

- TIPO A, consiste en la evaluación de la incertidumbre típica mediante un análisis estadístico a partir de una serie de observaciones y, por tanto, se basa en criterios de repetitividad. En este caso, la incertidumbre se deriva de un procedimiento promediado.
- TIPO B, consiste en la evaluación de la incertidumbre apoyándose en datos científicos basados en la posible variabilidad de la magnitud.

Las contribuciones Tipo A están relacionadas con la repetitividad de la medición, el número de muestras y el periodo de muestreo. Mientras que los valores relativos a la incertidumbre del Tipo B se deben a las especificaciones de los fabricantes, datos obtenidos en calibraciones, conocimientos sobre las propiedades de los instrumentos, etc.

#### II.4.1 Guía de incertidumbre de medida (GUM)

Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, la incertidumbre de la medida está compuesta por contribuciones de Tipo A y de Tipo B.

$$Y_M = f(X_{MA}, X_{MB}) \quad (6)$$

donde

$X_{MA}$ : contribuciones Tipo A, debidas a la medida de la variable aleatoria (duración de las medidas, número de muestras, etc.).

$X_{MB}$ : contribuciones Tipo B, debidas al equipo (resolución del sonómetro, calibración, derivas del sonómetro, etc.).

La metodología propuesta por la GUM consiste en calcular de forma separada las incertidumbres de Tipo A y las de Tipo B para, posteriormente, calcular la incertidumbre combinada.

De este modo, la incertidumbre estándar Tipo A,  $u(L)$  se puede determinar de la siguiente manera;

Primero se define la varianza  $s^2(L)$ ;

$$s^2(L_i) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2 \quad (7)$$

donde

$n$  es el número de muestras

$L_i$  es cada nivel de ruido

$\bar{L}$  es el promedio de los niveles de ruido

Posteriormente, se calcula la varianza de la media,  $s^2(\bar{L})$ ;

$$s^2(\bar{L}) = \frac{s^2(L_i)}{n} \quad (8)$$

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado de operación en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

Finalmente, la incertidumbre estándar Tipo A,  $u(L)$ , se define como la desviación estándar de la media;

$$u^2(L) = s^2(\bar{L}), \text{ o bien: } u(L) = s(\bar{L}) \quad (9)$$

Para calcular la desviación estándar Tipo B, se deben consultar diversos datos previos, como son datos de laboratorios, datos de fabricantes, certificados de calibración, referencias de manuales, etc. identificando las contribuciones más importantes debidas al equipo.

Una vez esclarecidas las contribuciones a la incertidumbre de cada factor, se puede determinar la incertidumbre Tipo B,  $u(E)$ , de la siguiente manera;

$$u(E) = \sqrt{\sum \delta_i^2} \quad (10)$$

donde

$\delta_i$  son todas las aportaciones a la incertidumbre derivadas de las correcciones mencionadas anteriormente.

C Res.	$\delta_{res}$	Corrección asociada con la resolución del sonómetro
C Cal.	$\delta_{a_{cal}}$	Corrección asociada con el ajuste del sonómetro durante la calibración
C Der.	$\delta_{dr}$	Corrección asociada con las derivas del sonómetro
C A Ac.	$\delta_{A_{AC}}$	Corrección asociada con la afección de la corriente alterna
C A_W	$\delta_{AW}$	Corrección asociada con la ponderación frecuencial A
C Lin.	$\delta_{lin}$	Corrección asociada con la linealidad del sonómetro
C At.	$\delta_{At}$	Corrección asociada con el atenuador
C RMS	$\delta_{RMS}$	Corrección asociada con el detector RMS
C Prom.	$\delta_{Av}$	Corrección asociada con el promediador
C Kit	$\delta_{ws}$	Corrección asociada con la pantalla anti viento
C Cable	$\delta_{wire}$	Corrección asociada con el cable de prolongación y los conectores
C T	$\delta_T$	Corrección asociada con las variaciones en la temperatura ambiental
C H. R.	$\delta_{RH}$	Corrección asociada con las variaciones en la humedad relativa
C P. At.	$\delta_P$	Corrección asociada con las variaciones en la presión ambiental

Tabla 1: Contribuciones a la incertidumbre Tipo B



Para calcular la incertidumbre combinada,  $u_c$ , debido a las contribuciones Tipo A y Tipo B, se utiliza la siguiente expresión;

$$u_c^2 = u^2(L) + u^2(E); \text{ o bien: } u_c = \sqrt{u^2(L) + u^2(E)} \quad (11)$$

En último lugar, para determinar la incertidumbre expandida,  $U$ , se multiplica por el factor de cobertura  $k$  que, siguiendo las recomendaciones de la GUM, se utiliza un factor  $k = 2$ , lo que implica que el valor indicado está incluido en la incertidumbre calculada con un 95 % de la probabilidad.

Por tanto, la incertidumbre expandida,  $U$ , se expresa de la siguiente manera;

$$U = u_c \cdot k \quad (12)$$

#### II.4.2 UNE ISO 1996-2:2007

La Norma ISO 1996 bajo el título general “*Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental*”, consta de dos partes bien diferenciadas. En una primera parte se describen las magnitudes y métodos de evaluación del ruido medioambiental, mientras que la segunda parte se centra en la determinación de niveles de presión acústica y su incertidumbre asociada.

Con esta norma, se pretende proporcionar material para la medición y la evaluación del ruido en ambientes comunitarios, pudiéndose desarrollar normas nacionales, reglamentos, etc.

La parte 2 de esta norma, sobre la cual nos vamos a centrar, contiene una guía para determinar las incertidumbres de los niveles de presión sonora medidos en la ponderación frecuencial A. Además, describe cómo determinar los niveles de presión sonora para evaluar el ruido ambiental por cálculo, por medición directa y por extrapolación de los resultados de las mediciones tras la realización de un cálculo previo.

Tal y como indica esta norma, la La incertidumbre en la medida se expresa como una incertidumbre expandida basada en una combinación de incertidumbres estándar multiplicada por un factor de cobertura de 2, proporcionando una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

Incertidumbre típica				Incertidumbre típica combinada	Incertidumbre de medición expandida
Debido a la instrumentación <sup>a</sup>	Debido a las condiciones de funcionamiento <sup>b</sup>	Debido a las condiciones meteorológicas y del terreno <sup>c</sup>	Debido al sonido residual <sup>d</sup>		
1,0	X	Y	Z	$\sigma_t$	$\pm 2,0 \sigma_t$
dB	dB	dB	dB	$\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	dB

Tabla 2: Incertidumbre en la medida del  $L_{Aeq}$  según la ISO 1996-2

Tal como se aprecia en la tabla anterior, la incertidumbre depende de varios factores, entre los cuales se encuentran:

A).- Incertidumbre debida a la instrumentación

Representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones cortantes. Si la instrumentación es de clase 1 la incertidumbre será de 1 dB, pero si se usa otra instrumentación diferente ésta será todavía mucho mayor.

B).- Incertidumbre debida a las condiciones de operación

Cuanto más a largo plazo sean las medidas, más mediciones necesitaremos hacer para determinar la repetibilidad de la desviación estándar. Se deben realizar un mínimo de 3 medidas, aunque es mejor si se realizan 5, pero usando siempre el mismo procedimiento de medida, mismos equipos e instrumental y midiendo siempre en el mismo lugar. Las medidas hay que realizarlas en una posición donde las variaciones meteorológicas influyan lo mínimo posible.

La incertidumbre estándar X, para tráfico rodado es:

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} \text{ dB} \quad (13)$$

Siendo n el número total de vehículos.

C).- Incertidumbre debida al clima y al suelo

Los niveles de presión sonora varían en función de las condiciones meteorológicas, por lo que se deberán considerar condiciones favorables a la propagación del sonido. Las condiciones climatológicas se caracterizan mediante el radio de curvatura del camino sonoro, el cual, a su vez, depende de la velocidad del viento y los gradientes de temperatura cerca del suelo.

Las condiciones de propagación serán favorables, es decir, los niveles de presión sonora serán altos si existe viento hacia abajo o inversión de temperatura.

La desviación estándar,  $\sigma_m$ , debida a la variación inducida por el clima en la atenuación de la propagación sonora es válida para condiciones de propagación específicas y no pueden usarse para niveles de ruido promediados a largo plazo. Se podría decir que resultaría válida para medir intervalos de tiempo de 10 minutos hasta unas pocas horas.

La incertidumbre asociada al clima,  $\sigma_m$ , se puede determinar utilizando la ventana meteorológica, véase figura 7.

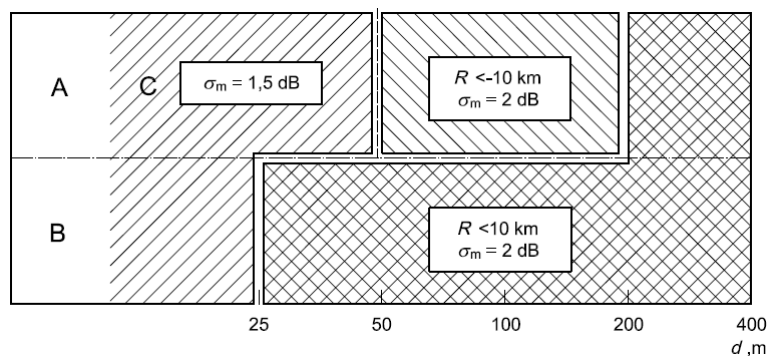


Fig. 3. Ventana meteorológica

donde

- A corresponde a una situación alta
- B corresponde a una situación baja
- C Sin restricciones

Para  $d > 400$  m;  $R < 10$  Km, la incertidumbre asociada al clima,  $\sigma_m$ , se determina mediante;

$$\left( 1 + \frac{d}{400} \right) \text{dB} \tag{14}$$

En otras palabras, los parámetros que determinan la influencia de las condiciones meteorológicas es la altura sobre el terreno a la que se propaga el sonido, lo que viene determinado por la posición del foco de ruido y del punto de evaluación, así como por la presencia de obstáculos a la propagación como muros, pantallas o edificios.

En el siguiente gráfico se describen los parámetros utilizados donde:  $h_f$  es la altura del foco,  $h_r$  es la altura del receptor y  $r$  es la distancia entre foco y receptor.

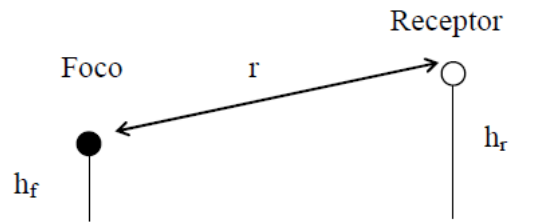


Fig. 4. Posicionamiento foco - receptor

Para determinar esta influencia, se define el concepto de altura de propagación, que puede ser alta o baja. Así,

Se considera que la propagación es alta, cuando:

- $h_f \geq 1,5$  m. y  $h_r \geq 1,5$  m.
- $h_f < 1,5$  m. y  $h_r \geq 4$  m.

Se considera que la propagación es baja, cuando:

- $h_f < 1,5$  m. y  $h_r < 1,5$  m. o
- existen obstáculos a la propagación como muros, pantallas o edificios.

En este sentido, la influencia de las condiciones de propagación es escasa cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- En puntos de medida en que la altura de propagación sea baja y la distancia de propagación,  $r$ , sea inferior a 25 m.
- En puntos de medida en que la altura de propagación sea alta y la distancia de propagación,  $r$ , sea inferior a 50 m.

Al considerar como representativos solo los valores medidos en condiciones favorables, el resultado tendrá una mayor repetitividad. Por lo tanto, preferiblemente, se medirá en estas condiciones.

D).- Incertidumbre debida al sonido residual

La incertidumbre varía dependiendo de la diferencia entre los valores totales medidos y el sonido residual. Antes de comenzar a hallar el valor de la incertidumbre asociada, en primer lugar se debe comprobar si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y el nivel de presión sonora medido está comprendida entre los 10 dB y los 3 dB. De estar dentro de este margen se aplicará la siguiente corrección:

$$L_{corr} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{medido}}{10}} - 10^{\frac{L_{residual}}{10}} \right) dB \quad (15)$$

A continuación, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual Z:

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2} \quad (16)$$

donde;

$\sigma_s$  = incertidumbre del nivel sonoro específico

$\sigma_o$  = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

Se define como el valor de incertidumbre del nivel sonoro residual como la combinación del nivel total y el sonido residual.

$$Z \cdot C \quad (17)$$

Donde Z es el sonido residual y C la sensibilidad residual que viene dada por;

$$C_{resid} = \frac{-10^{\frac{L_{resid}}{10}}}{10^{\frac{L_{total}}{10}} - 10^{\frac{L_{resid}}{10}}} \quad (18)$$

Una vez se tiene el valor de la incertidumbre combinada, ya sólo falta hallar la expandida, que se obtiene multiplicando su valor por 2.

### III. DESARROLLO

El presente ejercicio se ejecuta con el fin de realizar un estudio acústico para determinar el impacto acústico derivado de la recalificación de terrenos, clasificados anteriormente como no urbanizables, planteados en el Programa para el Desarrollo de la Actuación Integrada “Sector Industrial I-1”, en el municipio de Náquera.

Tal y como indica el “*Decreto 104/2006, del Consell de planificació y gestión en materia de contaminación acústica*”, en el apartado B “*Municipios sin obligación de realizar un Plan Acústico Municipal – PAM - (<20.000 habitantes)*” del Anexo IV “*Instrumentos de Planteamiento Urbanístico*”;

*“Todos los instrumentos de planeamiento urbanístico o territorial, incluido el propio PGOU, deberán incluir para su aprobación un estudio acústico en su ámbito de ordenación, firmado por técnico competente. El estudio acústico deberá poseer entidad propia, como capítulo aparte en el Estudio de Impacto Ambiental o, en su defecto, en el proyecto.”*

Además, dicho anexo nos indica el contenido mínimo que ha de tener el estudio, el cual se sintetiza en;

#### A) Caracterización de la situación previa a la ordenación prevista:

- Niveles sonoros medidos, según el procedimiento de medida establecido en apartado A del anexo III del Decreto 104/2006 para la elaboración de mapas acústicos, en las zonas expuestas a focos de ruido.
- Clasificación y usos previos del suelo en el entorno de la actuación.

#### B) Caracterización de la situación posterior a la ordenación prevista:

- Clasificación y usos previstos del suelo en el ámbito de ordenación.
- Compatibilidad de dichos usos con los niveles sonoros preexistentes.
- Modelización mediante métodos matemáticos, del ruido producido por las actividades e infraestructuras previstas, según los modelos recomendados en la Directiva 2002/49/CEE o los adoptados como oficiales por el Gobierno.
- Niveles sonoros esperados.

- Medidas correctoras adoptadas, si corresponde, tanto para proteger la ordenación prevista de fuentes de ruido preexistentes en el entorno (y compatibilizar el uso previsto con los niveles sonoros existentes) como para evitar su influencia sobre dicho entorno. Justificación técnica de la efectividad de dichas medidas correctoras.

### C) Representación gráfica de la situación acústica previa y posterior al desarrollo

- Planos a escala de dibujo mínima de 1:10.000.
- Se identificarán los puntos en los que hayan sido realizadas mediciones.
- Se identificarán las fuentes ruidosas, tanto actividades como infraestructuras.

### III.1. METODOLOGÍA EMPLEADA

El ámbito territorial afectado es el que queda limitado por el oeste por la CV-315 de Náquera a Moncada, al sur por el Camino de Liria y al este por el Camino de Cansalader. Los terrenos están limitados al este y al sur por viales pertenecientes a la Red Estructural.

El Sector Industrial tiene una superficie de 14,7 Ha, con una edificabilidad potencial de 102.957,40 m<sup>2</sup>. La ordenación propuesta define una vía transversal de perpendicular a la CV-315, conformando manzanas adecuadas para la implantación de la actividad industrial compatible que se prevé, así como instalaciones de actividad contempladas por la normativa.

El proyecto califica 19.761,08 m<sup>2</sup> de zonas verdes, 39.087,38 m<sup>2</sup> de viales y aparcamientos, lo que supone un 40,01% de la superficie de la actuación, con el objetivo de urbanizar y acondicionar de forma adecuada el sector del suelo I -1, que permita satisfacer la demanda de suelo industrial que se manifiesta en este ámbito del municipio.

El estudio acústico se realiza de acuerdo a los requisitos establecidos en:

- LEY 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.
- DECRETO 104/2006 de 14 de julio de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.
- DIRECTIVA 2002/49/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

En el Anexo IV del DECRETO 104/2006, quedan especificados los criterios establecidos en materia de contaminación acústica, así como la información y las propuestas contenidas en los planes acústicos municipales.

Asimismo, para caracterizar la situación previa a la ordenación prevista, en el apartado A del Anexo III quedan establecidos los procedimientos de medida para determinar los niveles sonoros medidos. Cabe destacar:

- Si se identifica como principal fuente de ruido la existencia de infraestructura de transporte, se seguirán las indicaciones del apartado A del Anexo VI.
- Parámetros de medición LAeq,D (de 08:00 a 22:00 horas; periodo diurno) y LAeq,N (de 22:00 a 08:00 horas; periodo nocturno).
- Condiciones de la medición; tipo de sonómetro, orientación, trípode, etc.

Debido a que las características de la circulación en las inmediaciones de la zona bajo estudio son muy variables en función del día en el que nos encontremos, ya que es una zona industrial con circulación variada de vehículos, y puesto que se disponen de datos del aforo de éstas (IMD Intensidad Media Diaria de Vehículos ofrecidos por la Conselleria de Infraestructures i Transports de la Generalitat Valenciana) que permiten caracterizar la situación acústica de las zonas bajo estudio mediante técnicas predictivas, la evaluación se realizará mediante métodos de cálculo recomendados por la Directiva 49/2002/CE del Parlamento Europeo, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.

Tal y como describe el Decreto 104/2006, dichos modelos deberán ser validados mediante el registro de niveles sonoros en puntos representativos de la zona bajo estudio.

Con todo esto, la planificación desarrollada para la obtención del objetivo previsto es:

- Estudio preliminar; en primer lugar se identifican las diferentes zonas de los terrenos afectados a fin de conocer las posibles fuentes de ruido influyentes en ellas.
- Campaña de mediciones; con el objeto de determinar los niveles sonoros de recepción en el ambiente exterior de las zonas bajo estudio, para la validación del modelo de cálculo requerido, se realiza una campaña de mediciones acústicas en puntos representativos de las diferentes zonas tanto en periodo diurno como en periodo nocturno.



- Validación del modelo de cálculo; mediante la realización de una modelización cartográfica digital y con la inserción de los datos de emisión y propagación relativos a las características de las mediciones acústicas realizadas, se procederá a su validación.
- Caracterización acústica; una vez realizada la validación del modelo de cálculo, se procederá a su configuración, basando los datos de la circulación de las infraestructuras de las inmediaciones, facilitadas por la Conselleria de Infraestructures i Transports de la Generalitat Valenciana.
- Valoración; con el valor de los resultados obtenidos se realizará una valoración del impacto acústico sobre la zona evaluada para las condiciones de tráfico establecidas, basando dicha valoración en el artículo 28 del Decreto 104/2006.
- Medidas correctoras; una vez realizada la valoración del impacto acústico, si corresponde, se plantearán las medidas correctoras oportunas para tratar de reducir los niveles sonoros obtenidos. La justificación técnica de la efectividad de las medidas correctoras planteadas se realizará a través de una simulación de las mismas en la zona de estudio modelizada.

### III.2. DEFINICIÓN DE LA ZONA BAJO ESTUDIO

Náquera es un municipio perteneciente a la provincia de Valencia situado en las estribaciones de la Sierra Calderona perteneciente a la comarca del Campo de Turia. El término municipal de Náquera limita con las siguientes localidades; Albalat dels Tarongers, Bétera, Moncada, Museros, El Puig, Rafelbuñol, Sagunto, Segart y Serra (todas ellas situadas en la provincia de Valencia).

De clima mediterráneo, la zona del término no cultivada es muy boscosa, con abundancia de vida salvaje y una gran diversidad de vegetación autóctona mediterránea. El acceso a esta localidad, desde Valencia, puede ser a través de la CV-35 y tomando luego la CV-310, por la AP7 (salida de Masalfasar), por el By-Pass, por el Camino de Moncada o por la pista de Ademuz.

En la actualidad el sector está ocupado por la parcela de la empresa RECOMAR donde realiza su actividad, varias parcelas de menor tamaño dedicadas al cultivo citrícola y una zona sin uso, erial. Los alrededores del sector presentan en la actualidad un uso predominantemente agrícola, cultivos hortícolas, de carácter intensivo. Las infraestructuras viarias que dan servicio al sector son la CV-315 (linda con el sector por el este), y el camino de Lliria, que linda con el sector por el sur. Cercana al sector se encuentra la autopista AP-7, a unos 1.600 metros.



Fig. 5. Localización de la zona bajo estudio

### III.3. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN

A continuación se muestran la localización de los 6 puntos considerados para llevar a cabo la validación del modelo de cálculo empleado, repartidos en las inmediaciones del Sector.



Fig. 6. Localización de los puntos de medición

### III.4. EQUIPO DE MEDIDA

Se han realizado las mediciones de la zona bajo estudio, utilizando los equipos de medida que a continuación se enumeran:

- sonómetro integrador-promediador CESVA SC-310. N° de serie T221718
- micrófono CESVA C. N° de serie 130 8539
- calibrador sonoro CESVA CB-5. N° de Serie 00373256
- Anemómetro PCE GROUP PCE-424. N° de serie Q263064.
- Termohigrómetro PCE GROUP PCE-555. N° de serie 05167239.

El sonómetro utilizado para la medición es un sonómetro del Tipo 1, que fue calibrado anterior y posteriormente a las mediciones con un calibrador sonoro, ambos equipos con sus verificaciones y calibraciones periódicas realizadas.

Así mismo, se deberán anotar las condiciones meteorológicas en el momento de la realización de las mediciones, con el fin de excluirlas si se consideran que pudieran perturbar las mismas.

### III.5. ESTADO PREOPERACIONAL

#### III.5.1 Niveles de ruido existentes

Se realizan las mediciones en los puntos definidos anteriormente, tanto en periodo diurno como nocturno, para obtener los niveles sonoros de recepción en estado pre-operacional, con la finalidad de validar en ese estado, el modelo de cálculo a utilizar. Para realizar las mediciones se sigue el método operativo dispuesto en el apartado A). “*Infraestructuras existentes*” del Anexo VI “*Infraestructuras de transporte*” del Decreto 104/2006:

A) En general, las mediciones se realizarán durante el período diurno. Solamente será necesario evaluar el período nocturno en caso que el tráfico durante alguna franja horaria en la zona sea elevado (comparable al del período diurno) o cuando existan evidencias de molestia.

B) El parámetro a medir será el nivel de presión sonora equivalente ponderado (LAeq,T), durante las 14 horas del período diurno (LAeq,D) o las 10 horas del nocturno (LAeq,N). No obstante, se podrán aplicar técnicas de muestreo debidamente justificadas y realizar medidas de al menos 10 minutos, asegurando la estabilidad de la medida.

C) La localización de los puntos de medición podrá variar según la zona donde se sitúe la infraestructura y los receptores más cercanos:

- En las edificaciones. En el exterior de las edificaciones (balcones, terrazas) los puntos de medición se situarán, al menos, a 1,5 metros del suelo y lo más alejado posible de la fachada (a ser posible, a 2 metros).
- A nivel de calle. En la calle se localizarán los puntos de medición al menos a 2 metros de las fachadas cercanas.
- En campo abierto. En campo abierto se localizarán los puntos de medición al menos a 10 metros de la fuente de ruido, preferentemente a una altura entre 3 y 11 metros y nunca inferior a 1,5 metros del suelo.
- En general, las mediciones se realizarán a una cota superior a la de la infraestructura, a unos 4 m. aproximadamente de altura sobre ésta. Se deberá indicar claramente dónde se ha ubicado el micrófono del sonómetro: altura, distancia a la carretera, etc.

D) Las condiciones de la medición serán las siguientes:

- Se realizarán mediciones con sonómetros que cumplan las características de los artículos 6 y 7.
- El micrófono se orientará hacia la infraestructura, con una ligera inclinación hacia arriba (de unos 30-45 °).
- El sonómetro se situará preferiblemente sobre trípode.

E) Obtención del nivel de evaluación:

- En general y en función del periodo que se esté caracterizando, el nivel de evaluación será:
  - LA,eq,D en el período diurno.
  - LA,eq,N en el período nocturno.

### III.5.2 Mediciones en estado actual

#### A) Mediciones diurnas

Puntos de medición	LAT 1	LAT 2	LAT 3	MEDIA
1	65.1	63.4	63.6	64.1
2	66.9	66.1	65.4	66.2
3	62.7	56.5	59.4	60.3
4	61.7	58.4	60.8	60.5
5	52.6	47.6	44.9	49.5
6	58.3	59.3	56.8	58.3

Tabla 3: Mediciones en periodo diurno

#### B) Mediciones nocturnas

Puntos de medición	LAT 1	LAT 2	LAT 3	MEDIA
1	59.6	49.0	54.9	56.4
2	56.1	51.1	61.9	58.4
3	51.9	50.7	54.9	52.9
4	60.6	49.0	55.2	57.2
5	42.6	41.9	42.5	42.5
6	57.4	41.4	39.3	52.8

Tabla 4: Mediciones en periodo nocturno

### III.5.3 Validación del modelo de cálculo

Con los resultados obtenidos de las mediciones realizadas, y teniendo en cuenta las características correspondientes a cada una de ellas, se realiza la validación del modelo del cálculo a emplear, el cual corresponde al método nacional de cálculo francés “Tráfico Rodado”:

- «NMPBRoutes-96(SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», mencionado en el “Arrêté du 5 mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal officiel du 10 mai 1995, article 6” y en la norma francesa “XPS31-133”.

En referencia a los valores de entrada de emisión, esos documentos se remiten al:

- “Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980”.

Éste método contempla los modelos de propagación requeridos para determinar los niveles de inmisión en el área de estudio, los cuales están basados principalmente en:

A) Referidos al tráfico:

- IMD (Intensidad Media Diaria)
- Distribución por tipo de vehículos (ligeros y pesados)
- Distribución horaria (DÍA y Noche)
- Velocidad media de circulación
- Tipo de circulación (Fluida, Acelerada, Decelerada, Pulsada)
- Perfil longitudinal del tramo (Ascendente, Descendente, Llano)
- Tipo de pavimento, etc.

B) Referidos a la propagación del sonido:

- Orografía del terreno
- Edificación existente
- Condiciones meteorológicas
- Orden de reflexión
- Coeficiente de absorción del terreno
- Altura y distancia de evaluación, etc.

La validación del modelo se realiza para ambos periodos de evaluación (Día y Noche), basándose principalmente en la propagación para cada uno de los periodos evaluados, en los puntos más representativos de las mediciones realizadas.

El software empleado para realizar la predicción es el Predictor Type 7810, el cual implementa el método de cálculo de Tráfico Rodado requerido.

En los parámetros de configuración empleados para la validación del modelo, han sido considerados los siguientes aspectos:

- Velocidad de circulación tanto para vehículos ligeros como para los pesados.
- Tipo de asfalto (Asfalto suave, Superficie porosa, Hormigón/ Cemento y asfalto corrugado)
- Adoquinado textura suave / rugosa

En la tabla siguiente se muestran los registros más representativos utilizados para la validación del modelo de cálculo, en los cuales quedan especificados los parámetros específicos en cada uno de ellos.

*Periodo Día*

Punto	IMH*	% Pesados	T <sup>a</sup> (°C)	Hr (%)	Distancia	Leq (dBA)
1	574	11.5	18.9	38.8	19 m	64.1
2	230	9.6	22.5	26.7	14 m	66.2
3	202	8.9	21.7	30.1	50 m	60.3
4	158	11.4	21.8	29.4	22 m	60.5
5	---	---	22.2	26.6	255 m	49.5
6	14	14.3	20.2	30.6	12 m	58.3

Tabla 5: Datos modelo de cálculo periodo día

*Periodo Noche*

Punto	IMH*	% Pesados	T <sup>a</sup> (°C)	Hr (%)	Distancia	Leq (dBA)
1	105	---	8.5	65.5	19 m	56.4
2	144	---	16.6	54.0	14 m	58.4
3	24	---	16.5	52.0	50 m	52.9
4	81	3.7	8.4	61.6	22 m	57.2
5	---	---	7.9	13.5	255 m	42.5
6	6	---	15.4	56.5	12 m	52.8

Tabla 6: Datos modelo de cálculo periodo noche

\* IMH: Intensidad Media Horaria de vehículos obtenida a partir del conteo de vehículos durante los 10 minutos de los periodos de medición y extrapolados a 1 hora.

Las distancias corresponden al recorrido existente entre el punto de evaluación y la carretera que mayormente influye sobre dicho punto de medida, es decir; los puntos 1, 2, 3 y 5 están directamente influenciados por la carretera CV-315, el punto 4 se ve afectado por la travesía que une la CV-315 y la CV-310, mientras que el punto 6 se ve afectado por un camino de acceso a un polígono cercano a la zona bajo estudio.

En la tabla anterior se han mostrado los puntos representativos para la validación del modelo de cálculo. En el punto P5 no se tienen registros del conteo de vehículos, debido a que en los caminos existentes en dicho punto de evaluación no transcurrió ningún vehículo por ellos. El nivel obtenido en este punto es debido a la influencia del paso de vehículos por la carretera CV-315.

En la siguiente imagen se muestra la modelización digital de la zona a evaluar, en las que se indican la ubicación de los puntos de los registros sonoros realizados. Además también se adjunta una tabla comparativa de los resultados obtenidos mediante las mediciones “in situ” y los niveles sonoros obtenidos mediante la configuración del cálculo expuesta.



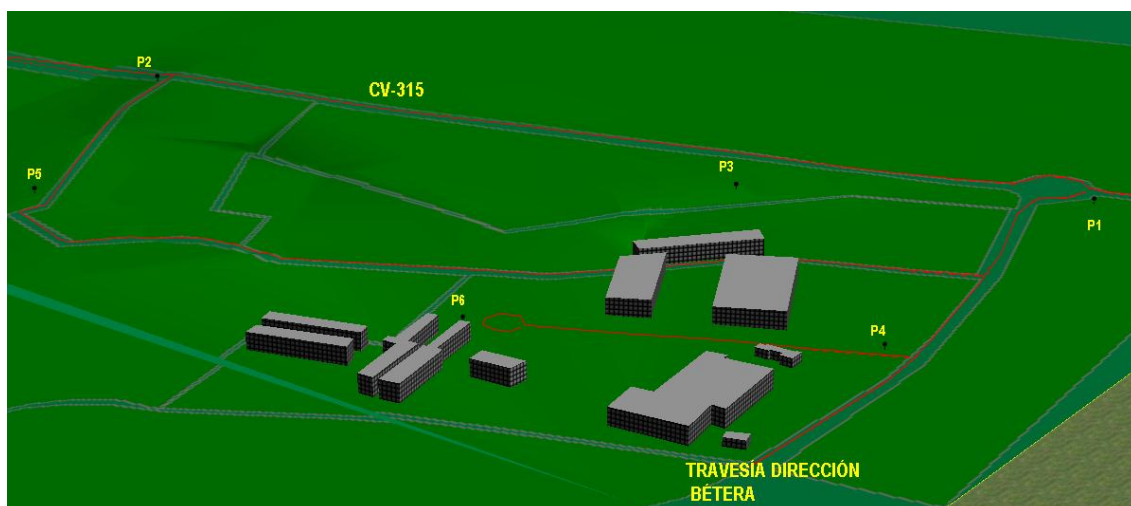


Fig. 7. Modelización digital

Como se puede observar en las siguientes tablas, las diferencias en ambos periodos quedan dentro de un margen de tolerancia aceptable de 3 dBA, entre las mediciones realizadas “in situ” y las obtenidas mediante técnicas predictivas.

PUNTO	PERIODO	“IN SITU”	CÁLCULO	DIFERENCIA
1	Día	64.1	66,9	-2,8
2	Día	66.2	67,1	-0,9
3	Día	60.3	60,8	-0,5
4	Día	60.5	62,8	-2,3
5	Día	49.5	49,9	-0,4
6	Día	58.3	58,6	-0,3

Tabla 7: Diferencias del periodo diurno entre medidas “in situ” y predictivas

PUNTO	PERIODO	“IN SITU”	CÁLCULO	DIFERENCIA
1	Noche	56.4	58,1	-1,7
2	Noche	58.4	58,6	-0,2
3	Noche	52.9	53,3	-0,4
4	Noche	57.2	56,9	0,3
5	Noche	42.5	42,8	-0,3
6	Noche	52.8	52,1	0,7

Tabla 8: Diferencias del periodo nocturno entre medidas “in situ” y predictivas

Como se puede observar en los resultados expuestos en la tabla anterior, en la mayoría de los casos, los niveles obtenidos mediante los cálculos de predicción son superiores a los valores obtenidos “in situ”.



Dicha diferencia puede estar debida principalmente por la variación de vehículos considerados y los que realmente circularon durante el periodo de medición, ya que la determinación de vehículos se realizó mediante la media de los vehículos contabilizados durante las diversas tomas de datos para un mismo punto.

Otra causa se puede deber a que el nivel considerado “in situ”, es el resultado del promedio de los valores obtenidos durante las diversas tomas de datos para un mismo punto, además de las condiciones meteorológicas consideradas, respecto a la orientación real de las condiciones a la propagación del sonido.

#### III.5.4 Simulación estado preoperacional

Para simular el estado anterior a la actuación que se va a llevar a cabo, una vez validados los valores obtenidos tras la medición in situ, se introducen todos los parámetros y variables en el programa de Cálculo, ajustándose los datos a los parámetros de entrada de emisión y propagación del sonido a los que estará referida la evaluación sonora (IMD, velocidad máxima, temperatura, humedad relativa, condiciones de la propagación...), a partir de los cuales se obtendrán el nivel equivalente ponderado para todo el periodo diurno (LAeq, D) y para todo el periodo nocturno (LAeq, N).

En la siguiente figura se muestran las Intensidades Medias Diarias (IMD), de las distintas estaciones de aforo de las carreteras existentes en las inmediaciones del sector urbanístico propuesto [12].



Fig. 8. Intensidad media diaria de vehículos (IMD) Conselleria de Infraestructures i Transports

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado preoperacional en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

Debido a que no se dispone de los datos correspondientes al tráfico en periodo nocturno, se estará a lo dispuesto en las recomendaciones ofrecidas por el grupo de trabajo “European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN)”; es decir, tomar como estimación el 10 % del IMD en periodo nocturno.

A partir de este dato se determinará el número de vehículos, tanto ligeros como pesados, que circulan en periodo diurno (8:00 – 22:00 horas) y en periodo nocturno (22:00 – 08:00 horas).

En cuanto a la evaluación de los niveles de inmisión, en el apartado A del Anexo VI del Decreto 104/2006 establece los puntos de medición en función de la localización de los receptores más cercanos (edificación, a nivel de calle o en campo abierto). Para el caso que nos ocupa, al estar referido a campo abierto, la distancia fuente receptor ha de ser superior a 10 m y la altura de evaluación ha de estar comprendida entre 3 y 11 m de altura.

El tipo de edificación que existirá en el sector estudiado estará compuesta por naves industriales con un número máximo de 2 plantas y con una altura máxima hasta cornisa de 14 m. Es por este motivo por el cual se estimó realizar la valoración de los niveles de inmisión a una altura de 4 m.

A continuación se muestra la representación gráfica de los niveles de recepción obtenidos, mediante la configuración propuesta. En primer lugar el nivel equivalente ponderado para todo el periodo diurno (LAeq, D), y en segundo lugar para todo el periodo nocturno (LAeq, N).

Como se puede observar en la figura obtenida tras la simulación en el programa de cálculo, existen niveles comprendidos entre 45 dB(A) y 65 dB(A) a lo largo de todo el sector. Lo que nos indica que actualmente el ruido generado por las infraestructuras de transporte se encuentra dentro de los límites de cumplimiento.

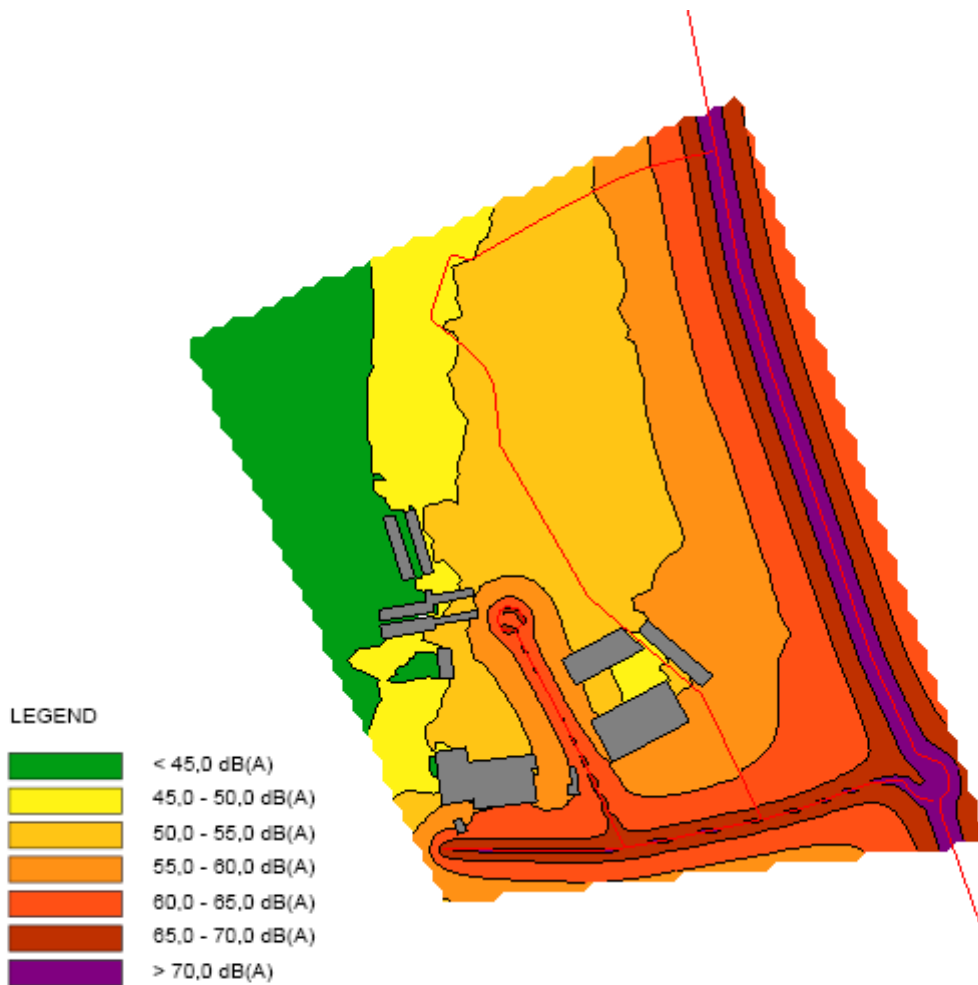


Fig.9. Estado Pre-operacional LAeq, D

En cuanto al periodo nocturno del estado actual, los niveles disminuyen de manera significativa respecto a los obtenidos para el período diurno. No observándose ninguna superación de los niveles máximos permitidos.

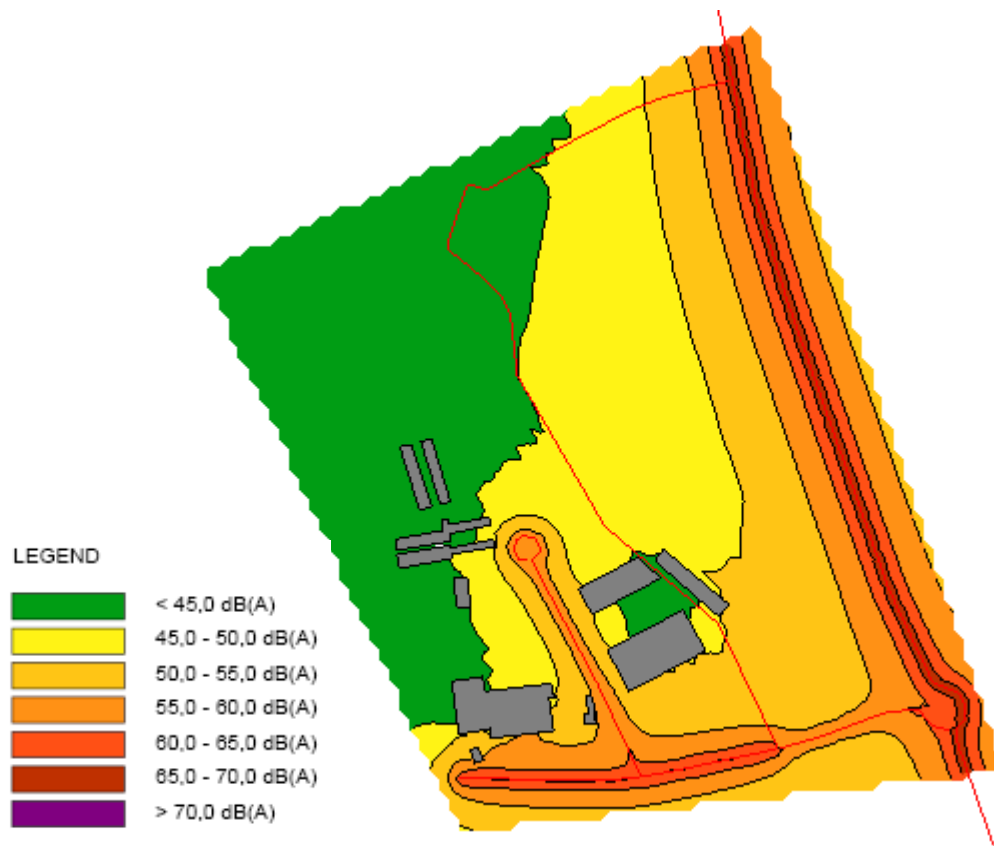


Fig. 10. Estado Pre-operacional LAeq, N

A continuación se muestran los valores límite que regulan la emisión e inmisión en exterior de los niveles sonoros, según la Ley 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.

Niveles sonoros Ley 7/2002.

<i>Uso dominante</i>	<i>Nivel sonoro dB(A)</i>	
	<i>Día</i>	<i>Noche</i>
Sanitario y Docente	45	35
Residencial	55	45
Terciario	65	55
Industrial	70	60

Fig. 11. Niveles de recepción externos ley 7/2002

Los niveles sonoros presentes en la actualidad en las zonas de actuación prevista, están por debajo de los niveles máximos estipulados en la Ley 7/2002 de Protección contra la Contaminación Acústica, como se puede comprobar tras visualizar los planos de predicción simulados con el programa de cálculo.

Por lo tanto se puede concluir con que los niveles generados en el estado actual cumplen con los máximos establecidos por la Ley 7/2002 para las zonas en las que se prevé realizar la actuación en el “Sector Industrial I-1”, en el municipio de Náquera.

### III.6 ESTADO POSTERIOR

La actuación que se va a llevar a cabo en el “Sector Industrial I-1”, en el municipio de Náquera, tiene como fin clasificar como urbanizable terrenos considerados ante la anterior ordenación como Suelo No Urbanizable. Dicha actuación tiene prevista una edificabilidad máxima permitida de 102.957,40 m<sup>2</sup> por lo que considerando 0,01 trabajadores por metro cuadrado edificado, el sector podrá albergar a 1029, 57 trabajadores. Este hecho nos proporciona una intensidad punta de vehículos ligeros de 617,74 Veh/hora (60% número trabajadores), una intensidad media de vehículos ligeros de 309 (50% de la intensidad punta) y una intensidad nocturna de 31 Veh/hora (5% de la punta de ligeros).

Para vehículos pesados obtenemos una intensidad punta de 124 Veh/hora (20% de la punta de ligeros), una intensidad media de 61 vehículos pesados (20% de la media de ligeros) y una intensidad nocturna de 7 Veh/hora (20% de la intensidad nocturna de ligeros).

Se estima que en el interior del sector los vehículos circularán a una velocidad media de 50 Km/hora distribuyéndose a través de dos de sus accesos. Por tanto tendremos:

- Vehículos ligeros día: 154,5 veh/hora
- Vehículos pesados día: 30,5 veh/hora
- Vehículos ligeros noche: 15,5 veh/hora
- Vehículos pesados noche: 3,5 veh/hora

#### III.6.1 Simulación estado posterior

Teniendo en cuenta las premisas descritas en el punto anterior, se introducen los datos de partida para la simulación, sin considerar mejoras en el tipo de asfalto, ni ningún tipo de control o desviación del tráfico, más que los previstos en los planos de la actuación, tales como rotondas o medianas con vegetación.

Los resultados obtenidos se plasman en los siguientes mapas de niveles:

En el caso del período diurno:

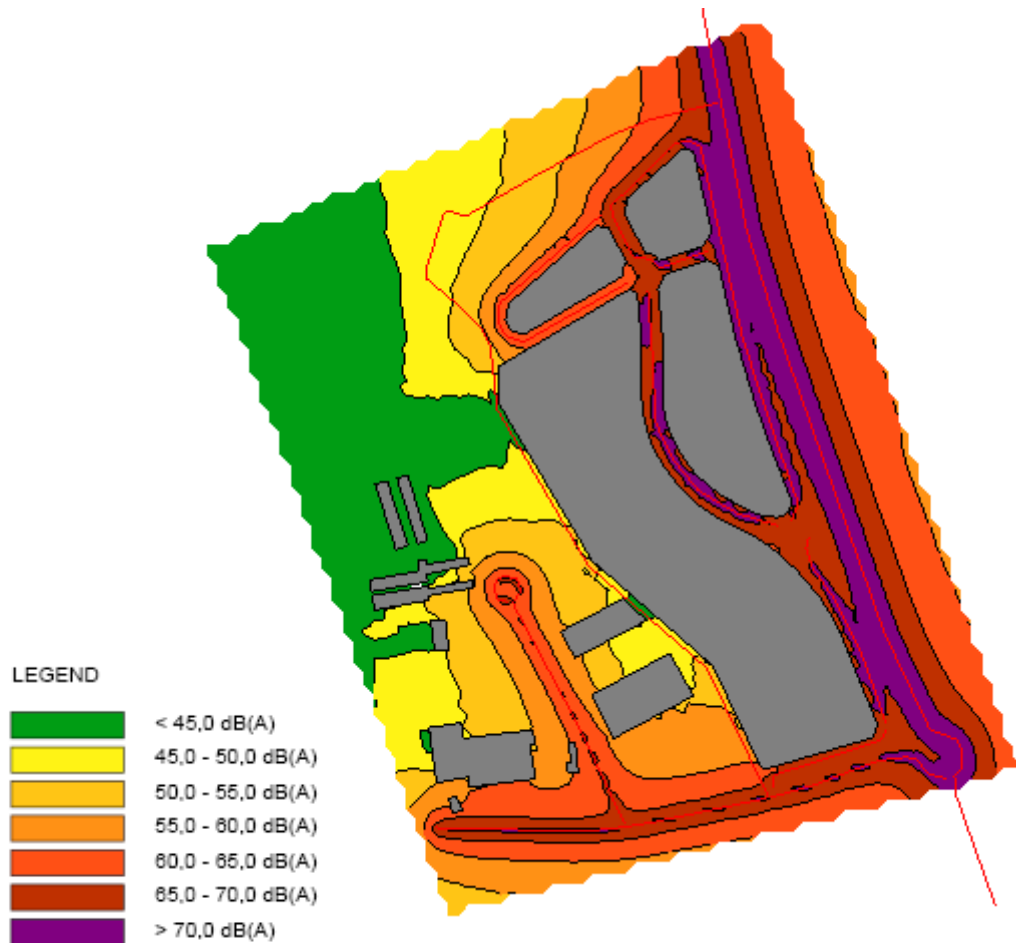


Fig. 12. Estado futuro LAeq, D

Como se puede observar en el gráfico del periodo diurno, el tráfico genera unos niveles que superan los máximos permitidos para uso industrial en las proximidades a la carretera CV-315, lo que nos obliga a tomar medidas correctoras para disminuir estos niveles.

Para el caso del período nocturno observamos una situación similar:

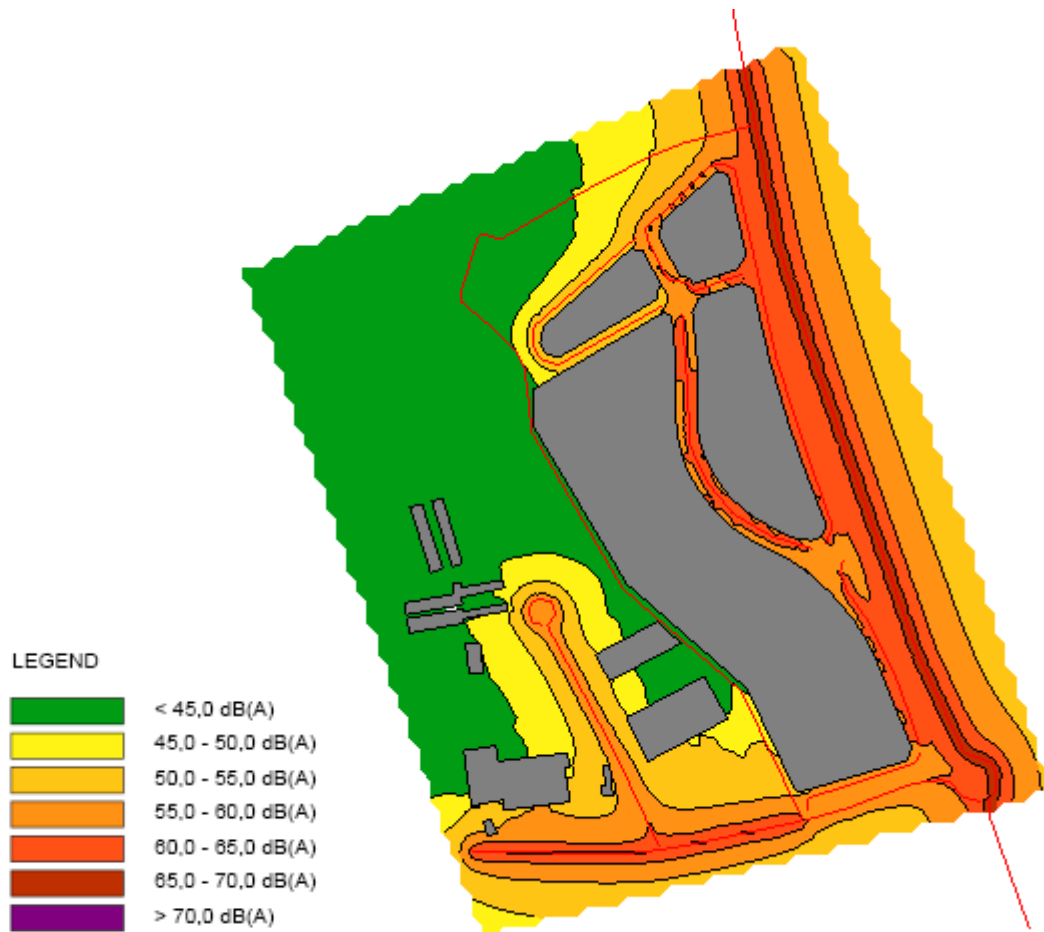


Fig. 13. Estado futuro LAeq,N

Del mismo modo, los niveles producidos por el tráfico durante el periodo nocturno también se ven influenciados por la carretera CV-315, superando los límites establecidos por la legislación vigente, y por tanto, se considera necesario tomar medidas para tratar de reducirlos.



### III.7 MEDIDAS CORRECTORAS

Como se ha comentado anteriormente, la evaluación obtenida en el sector bajo estudio se ha realizado a 4 m de altura, considerándose una altura apropiada debido a la edificación existente en un futuro. La única zona que se ve afectada por niveles superiores a los límites establecidos, es la zona más próxima a la carretera CV-315.

Las medidas correctoras que se plantean para disminuir el ruido producido por el tráfico son las siguientes:

- Asfalto poroso con tratamiento fono-absorbente en todas las carreteras a ejecutar.
- Limitación de la velocidad en el núcleo del sector a 40 Km/h.

Como medidas secundarias a las anteriores también se cree conveniente ejecutar las siguientes:

- Reducción del ancho de los viales a favor de las aceras, consiguiendo un mayor confort visual y disminución de las velocidades alcanzadas.
- Inclusión en el perímetro limítrofe cercano a la carretera CV-315 zonas con vegetación tupida que aumente la absorción del ruido generado por la rodadura de los vehículos.

#### III.7.1 Simulación medidas correctoras

Las medidas correctoras anteriormente descritas se simulan en el programa de cálculo, obteniendo los valores que a continuación se muestran:

Periodo diurno:

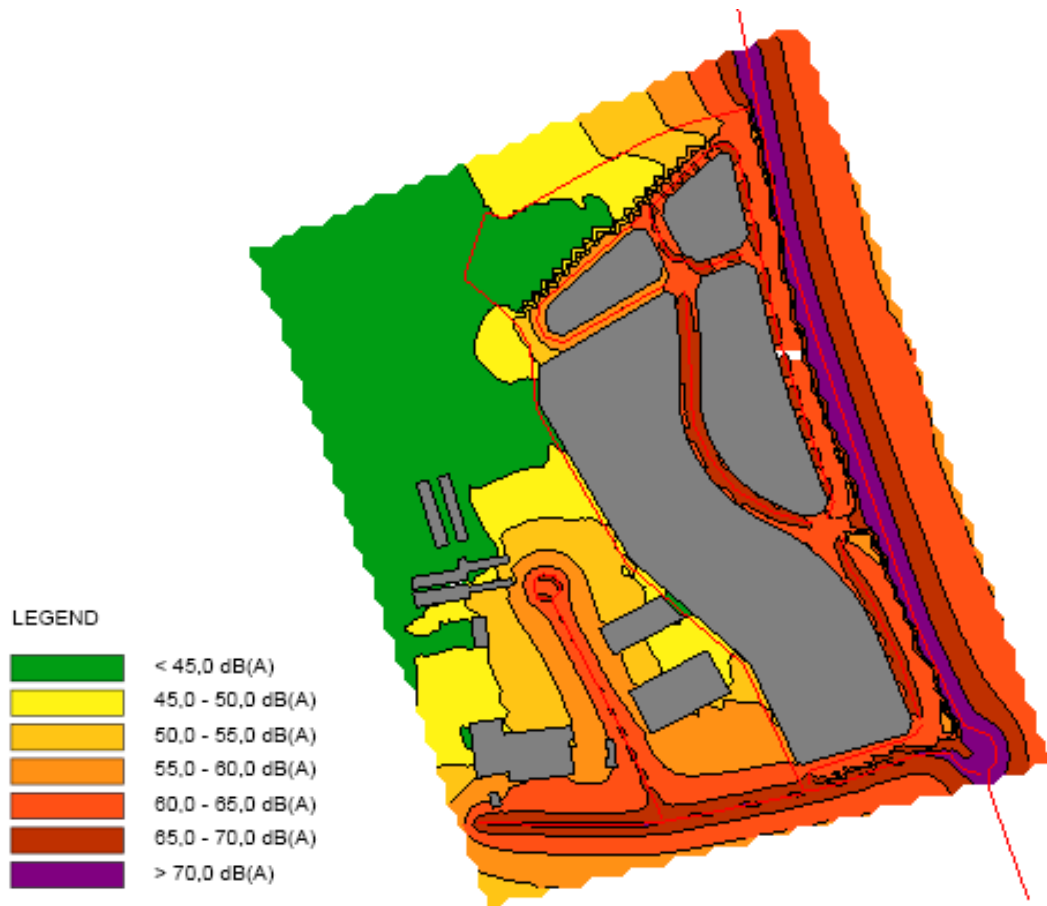


Fig. 14 Medidas correctoras periodo diurno LAeq, D

La ejecución del planteamiento propuesto influye positivamente en la propagación del sonido ya que, tal y como se observa en la representación gráfica, los niveles obtenidos en la zona bajo estudio se encuentran dentro de los límites exigidos, obteniendo mejores resultados para la zona más cercana a la CV-315.

Periodo nocturno:

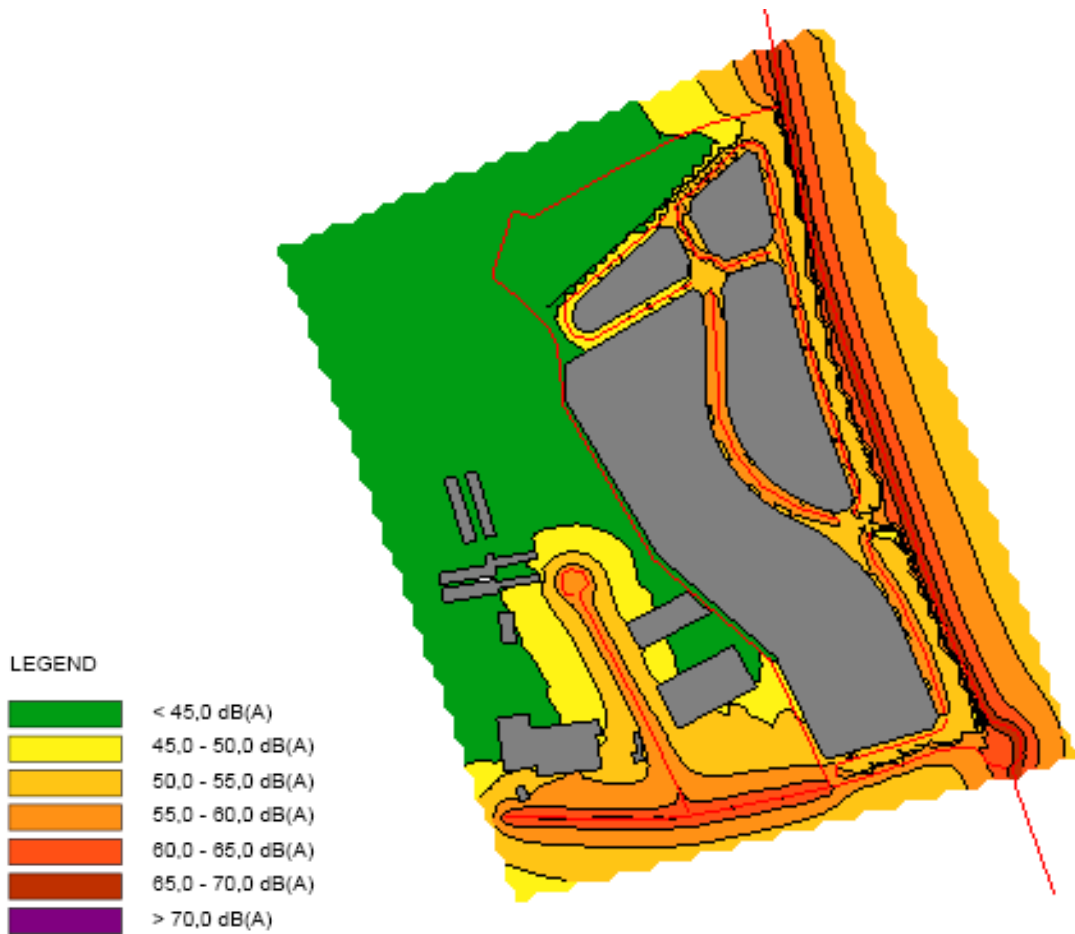


Fig. 15 Medidas correctoras periodo nocturno  $L_{Aeq,N}$

En el mapa de niveles para el horario nocturno obtenemos valores algo más bajos a los calculados para el periodo diurno representado, observando que los valores quedan dentro de los límites permitidos para toda la zona bajo estudio.

Una vez valoradas las medidas correctoras a aplicar y a la vista de los resultados ofrecidos por la simulación en el programa de cálculo, podemos concluir con que el desarrollo de la actuación en el “Sector Industrial I-1” tras su recalificación como uso industrial, no influirá negativamente sobre el medio ambiente. Obteniéndose resultados favorables tras la simulación en un programa de predicción conforme a la normativa vigente.

### III.8 CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE

En el presente capítulo se analiza en detalle el cálculo de la incertidumbre asociada a las mediciones realizadas en el estado preoperacional, tanto en periodo diurno como en periodo nocturno, de los puntos más cercanos a las infraestructuras más influyentes para la obtención de los datos de nivel de presión sonora de este estado, es decir, los puntos 1, 2, 3 y 4.

Así, tal y como se indicó en el capítulo II.4, la incertidumbre en la medida se expresa como una incertidumbre expandida basada en una combinación de incertidumbres estándar y multiplicada por un factor de cobertura de 2, proporcionando una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95% (véase tabla 9).

INCERTIDUMBRE ESTANDAR (dB)				INCERTIDUMBRE ESTANDAR COMBINADA $\sigma_t$ (dB)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (dB)
Instrumentación n	Condiciones de operación	Clima y suelo	Sonido residual	$\sigma_t =$ $\sqrt{1,0^2 + X^2 + Y^2 + Z^2}$	$\pm 2 \sigma_t$
$W \approx 1$	X	Y	Z		

Tabla 9: Incertidumbre de medida de  $L_{Aeq}$

Por tanto, la incertidumbre depende de varios factores, entre los cuales se encuentran;

#### A).- Incertidumbre debida a la instrumentación

Para determinar la incertidumbre de un nivel equivalente, en primer lugar es necesario conocer la incertidumbre debida a la instrumentación, ya que representa la influencia que ejercen los distintos operadores y equipos en el mismo lugar bajo unas condiciones cortantes. Si la instrumentación es de clase 1 la incertidumbre será como máximo de 1 dB, incluyendo en ésta, las aportaciones del micrófono, pantalla antiviento, y cable.

#### B).- Incertidumbre debida a las condiciones de operación

Respecto a la incertidumbre debida a las condiciones de operación, como mínimo se deben de hacer tres y bajo condiciones de repetibilidad, es decir, el mismo procedimiento, los mismos instrumentos, el mismo operador y el mismo lugar).

La incertidumbre estándar “X”, se puede determinar mediante la siguiente ecuación;

$$X = \frac{10}{\sqrt{n}} dB \quad (13)$$

Siendo n el número total de vehículos.

A continuación se muestra la tabla con los resultados del conteo de vehículos obtenidos y extrapolados a 1 hora junto con el resultado de la incertidumbre estándar “X”.

Periodo Día

<b>PUNTO</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>V. LIGEROS</b>	508	208	184	140
<b>V. PESADOS</b>	66	22	18	18
<b>IMH</b>	574	230	202	158
<b>X</b>	0.4	0.7	0.7	0.8

Tabla 10: Incertidumbre estándar “X” periodo diurno

Periodo Noche

<b>PUNTO</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>
<b>V. LIGEROS</b>	128	144	24	24
<b>V. PESADOS</b>	0	18	0	4
<b>IMH</b>	128	162	24	28
<b>X</b>	0.9	0.8	2.0	1.3

Tabla 11: Incertidumbre estándar “X” periodo nocturno

C).- Incertidumbre debida al clima y al suelo

Los niveles de presión sonora varían en función de las condiciones meteorológicas, por lo que las mediciones se realizaron en condiciones favorables a la propagación del sonido, es decir;

- En puntos de medida en que la altura de propagación sea baja y la distancia de propagación, r, sea inferior a 25 m.
- En puntos de medida en que la altura de propagación sea alta y la distancia de propagación, r, sea inferior a 50 m.

Como el terreno en el que se realizaron las mediciones acústicas es considerado como una superficie dura y al considerar como representativos solo los valores medidos en condiciones favorables a la propagación, el resultado puede despreciarse siempre y cuando no haya sombra acústica, y se puede aproximar a  $\sigma_m \approx 0.5$  dB.

D).- Incertidumbre debida al sonido residual

Antes de comenzar a hallar el valor de la incertidumbre asociada, en primer lugar se debe comprobar si la diferencia entre el nivel de presión sonora residual y el nivel de presión sonora medido está comprendida entre los 10 dB y los 3 dB. De estar dentro de este margen se aplicará la siguiente corrección:

$$L_{corr} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{medido}}{10}} - 10^{\frac{L_{residual}}{10}} \right) dB \quad (15)$$

A continuación, se calcula la incertidumbre del nivel sonoro residual Z:

$$Z = \sqrt{\sigma_s^2 - \sigma_o^2} \quad (16)$$

donde;

$\sigma_s$  = incertidumbre del nivel sonoro específico

$\sigma_o$  = incertidumbre del nivel sonoro total medido actual

Una vez obtenida la incertidumbre del nivel sonoro residual “Z”, se define el valor de incertidumbre del nivel sonoro residual como la combinación del nivel total y el sonido residual.

$$Z \cdot C \quad (17)$$

Donde Z es el sonido residual y C la sensibilidad residual que viene dada por;

$$C_{resid} = \frac{-10^{L_{resid}/10}}{10^{L_{total}/10} - 10^{L_{resid}/10}} \quad (18)$$

A continuación se muestra una tabla con los resultados obtenidos del cálculo de la incertidumbre asociada al sonido residual para el periodo diurno:

<b>PUNTO</b>	<b>Leq</b>	<b><math>\sigma_0</math></b>	<b>L corr.</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>Z</b>	<b>Cres</b>	<b>Z*C</b>	<b>MEDIA Z*C</b>
<b>P1</b>	65.1	0.9	65.1	0.9	0	0.02	0	0
	63.4		63.4			0.04	0	
	63.6		63.6			0.07	0	
<b>P2</b>	66.9	0.8	66.9	0.8	0	0.01	0	0
	66.1		66.1			0.01	0	
	65.4		65.4			0.01	0	
<b>P3</b>	62.7	3.1	62.7	3.1	0	0.04	0	0
	56.5		56.5			0.06	0	
	59.4		59.4			0.10	0	
<b>P4</b>	61.7	1.7	61.2	1.9	0.9	0.12	0.1	0.1
	58.4		57.7			0.18	0.2	
	60.8		60.8			0.11	0.1	

Tabla 12: Incertidumbre estándar “Z” periodo diurno

Para el caso del periodo nocturno tenemos:

<b>PUNTO</b>	<b>Leq</b>	<b><math>\sigma_0</math></b>	<b>L corr.</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>Z</b>	<b>Cres</b>	<b>Z*C</b>	<b>MEDIA Z*C</b>
<b>P1</b>	59.6	5.3	59.6	6.0	2.8	0.07	0.2	0.5
	49.0		47.6			0.37	1.0	
	54.9		54.9			0.11	0.3	
<b>P2</b>	56.1	5.4	56.1	5.9	2.3	0.07	0.1	0.2
	51.1		50.2			0.24	0.5	
	61.9		61.9			0.03	0.1	
<b>P3</b>	51.9	2.2	50.8	2.4	1.1	0.30	0.3	0.3
	50.7		49.6			0.29	0.3	
	54.9		54.3			0.16	0.2	
<b>P4</b>	60.6	5.8	60.6	6.6	3.1	0.09	0.3	0.7
	49.0		47.4			0.43	1.3	
	55.2		54.6			0.15	0.5	

Tabla 13: Incertidumbre estándar “Z” periodo nocturno

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado de operación en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

El próximo paso es conocer el valor de la incertidumbre combinada  $\sigma_t$ , y por último hallar la incertidumbre expandida, que se obtiene multiplicando su valor por 2, tal y como muestra la siguiente tabla:

PUNTO	W	X	Y	Z	$\sigma_t$	$\pm 2 \sigma_t$
P1	1	0.4	0.5	0	1.2	2.4
P2	1	0.7	0.5	0	1.3	2.6
P3	1	0.7	0.5	0	1.3	2.6
P4	1	0.8	0.5	0.1	1.4	2.8

Tabla 14: Incertidumbre combinada y expandida periodo diurno

Y para el caso del periodo nocturno, tenemos;

PUNTO	W	X	Y	Z	$\sigma_t$	$\pm 2 \sigma_t$
P1	1	0.9	0.5	0.5	1.5	3.0
P2	1	0.8	0.5	0.2	1.4	2.8
P3	1	2.0	0.5	0.3	2.3	4.6
P4	1	1.3	0.5	0.7	1.9	3.8

Tabla 15: Incertidumbre combinada y expandida periodo nocturno

En consecuencia tenemos los siguientes resultados para el periodo diurno;

<b>Punto 1</b>	$64.1 \pm 2.4$
<b>Punto 2</b>	$66.2 \pm 2.6$
<b>Punto 3</b>	$60.3 \pm 2.6$
<b>Punto 4</b>	$60.5 \pm 2.8$

Tabla 16: Resultado obtenido e incertidumbre asociada periodo diurno

Y para el periodo nocturno;

<b>Punto 1</b>	$56.4 \pm 3.0$
<b>Punto 2</b>	$58.4 \pm 2.8$
<b>Punto 3</b>	$52.9 \pm 4.6$
<b>Punto 4</b>	$57.2 \pm 3.8$

Tabla 17: Resultado obtenido e incertidumbre asociada periodo nocturno



## IV. CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

### IV.1 CONCLUSIONES

En la primera parte de este trabajo, se ha recopilado una gran cantidad de información sobre diversos aspectos, como han sido: las características propias del terreno donde se han realizado las mediciones, la legislación existente acerca del ruido ambiental, la metodología empleada, etc.

En la segunda parte se ha presentado un estudio sobre la situación acústica en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera. Este estudio se compone de tres aspectos fundamentales: la realización de una serie de mediciones acústicas en la zona afectada, la representación de los resultados obtenidos, incluyendo también el desarrollo mediante un método de cálculo predictivo, y por último, un análisis de la incertidumbre de las medidas previas realizadas en el estado preoperacional.

A continuación, y a modo de resumen, se exponen las conclusiones más relevantes que se han obtenido en el desarrollo de este estudio.

- El tráfico rodado es, con gran diferencia, la fuente de ruido ambiental más importante en los tramos estudiados. Por lo que, con los resultados obtenidos de las mediciones realizadas, y teniendo en cuenta las características correspondientes a cada una de ellas, se realiza la validación del modelo del cálculo a emplear mediante el método nacional de cálculo francés Tráfico Rodado “*NMPBRoutes-96*”:
- El estudio preliminar de la zona bajo estudio ha permitido modelizar dicha zona mediante el programa de cálculo predictivo “Predictor Type”, obteniendo valores acordes a los obtenidos mediante las mediciones “in situ”.
- El análisis de los mapas de ruido obtenidos ha revelado que los niveles sonoros equivalentes “Leq” (diurnos y nocturnos) encontrados en el estado preoperacional, cumplen con los límites establecidos en la legislación vigente (Ley 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica) en zonas de uso industrial, es decir; por debajo de los 70 dB(A) para el periodo diurno e inferiores a los 60 dB(A) para el periodo nocturno.
- Tras la modelización del planteamiento urbanístico del Sector Industrial I-1 de Náquera en el estado posterior, se obtienen resultados en las inmediaciones a la infraestructura CV-315, que superan los límites establecidos por la legislación vigente, y por tanto se opta por tomar una serie de medidas correctoras para tratar de menguar el nivel sonoro soportado en dicha

zona. Una vez implantadas las medidas correctoras oportunas (asfalto poroso con tratamiento fono-absorbente en todas las carreteras a ejecutar y limitación de la velocidad en el núcleo del sector a 40 Km/h.) se consiguen resultados que influyen positivamente en la disminución de la propagación del sonido, obteniendo valores por debajo de los máximos exigidos y, por tanto, cumpliendo con los niveles requeridos por la Ley 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.

- Para finalizar, los resultados obtenidos en el cálculo de la incertidumbre se mantienen bastante constantes para los puntos analizados en el periodo diurno, estando comprendidos entre los valores de 2.4 – 2.8 dB. Este rango se ve incrementado en el periodo nocturno, como cabía esperar, entre los 2.8 – 4.6 dB. Esto es debido, fundamentalmente, a la aportación del valor proporcionado por las condiciones de operación, ya que el flujo de tráfico durante este periodo fue relativamente bajo.

#### *IV.2 FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN*

Como futura línea de investigación, se podría realizar un estudio de la incertidumbre del proceso de representación gráfica. Mediante la cuantificación específica de cada variable que interviene en la realización de un mapa de ruido, se podría determinar la metodología y el modelo de cálculo más adecuado para cada situación.

Para los programas de simulación, sería una herramienta fundamental que incorporaran los cálculos de incertidumbre de los resultados obtenidos tras la simulación. Gracias a la aportación de este dato se podría conocer la incertidumbre en cada receptor simulado, obteniendo los valores con el límite mayor y menor de la incertidumbre calculada.

Además, el cálculo de la incertidumbre en la simulación nos ayudaría a determinar las zonas en las que se necesitaría una mayor precisión en los datos de entrada para la creación del modelo acústico.

## REFERENCIAS

- [1] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- [2] Ley 7/2002 de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana. Ley de protección de la contaminación acústica
- [3] Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, por el que se establecen las normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios.
- [4] Decreto 104/2006, de 14 de julio, de la Generalitat Valenciana, de planificación y gestión en materia de contaminación acústica.
- [5] Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- [6] Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, desarrolla la Ley 37/2007, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- [7] 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.
- [8] UNE-ISO 1996-1:2005. Acústica. Descripción medición y evaluación del ruido ambiental: Parte 1: magnitudes básicas y métodos de evaluación.
- [9] UNE-ISO 1996-2:2007. Acústica. Descripción medición y evaluación del ruido ambiental: Parte 2: Determinación de niveles de presión acústica.
- [10] *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, primera edición, 1993, revisada y reeditada en 1995, International Standardization Organization (Ginebra, Suiza).
- [11] Incertidumbre de medida en ruido ambiental según la ISO 1996-2:2007. Aplicación a un estudio acústico. Escuder Silla, Eva; Alba Fernández, Jesus; del Rey Tormos, Romina; Ramis Soriano, Jaime.
- [12] Mapa de tránsito de la Comunidad Valenciana, de la Conselleria d'Obres Publiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana.

### ANEXO I. PUNTOS DE MEDICIÓN PERIODO DIURNO

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
1	5 noviembre	11:25	64.1	48.4
	9 noviembre	11:06	63.4	49.1
	9 noviembre	15:46	63.6	51.9


CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO			
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		574	11.5
50	PESADOS		
50	MOTOS		


  

CARACTERIZACIÓN DE LA VIA			
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO
CONSTANTE	DURO	≈ 19 m	4m

CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	ASFALTO
1.2 – 3 m/s	18.9 °C	38.8 %	

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
2	5 noviembre	13:17	66.9	45.1
	9 noviembre	12:23	66.1	44.8
	9 noviembre	16:55	65.4	45.2

CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO			
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		80	LIGEROS
230	9.6	80	PESADOS
		80	MOTOS

CARACTERIZACIÓN DE LA VIA			
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO
PULSOS	DURO	≈ 14 m	4m


  

CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	CAMINO SIN ASFALTAR
CALMA	22.5 °C	26.7 %	



Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado preoperacional en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
3	9 noviembre	09:05	62.7	48.4
	9 noviembre	17:42	56.5	44.1
	13 noviembre	10:42	59.4	48.9

CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO			
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		80	LIGEROS
202	8.9	80	PESADOS
		80	MOTOS

CARACTERIZACIÓN DE LA VIA			
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO
PULSOS	DURO	≈ 50 m	4m

CONDICIONES METEOROLÓGICAS			TERRENO SIN CULTIVAR
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	
CALMA	21.7 °C	30.1 %	

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
4	5 noviembre	11:50	61.7	52.0
	9 noviembre	11:26	58.4	50.2
	9 noviembre	16:02	60.8	50.7



**CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO**

IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		80	LIGEROS
158	11.4	80	PESADOS
		80	MOTOS

**CARACTERIZACIÓN DE LA VIA**


FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO
PULSOS	DURO	≈ 22 m	4m

**CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	ASFALTO
CALMA	21.8 °C	29.4 %	

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado preoperacional en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
5	5 noviembre	12:34	52.6	46.7
	9 noviembre	16:35	47.6	42.1
	10 noviembre	15:51	44.9	40.3

CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO			
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		80	LIGEROS
---	---	80	PESADOS
		80	MOTOS

CARACTERIZACIÓN DE LA VIA			
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	FLUJO VEHICULOS
EVENTUAL	DURO	≈ 255 m	4m

CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	CAMINO SIN ASFALTAR
CALMA	22.2 °C	26.6 %	



PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
6	5 noviembre	12:10	58.3	43.5
	9 noviembre	11:41	59.3	44.6
	9 noviembre	16:17	56.8	43.1



**CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO**

IMD	% PESADOS	VELOCIDAD	
		40	LIGEROS
14	14.3	40	PESADOS
		40	MOTOS

**CARACTERIZACIÓN DE LA VIA**

FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	FLUJO VEHICULOS
EVENTUAL	DURO	≈ 12 m	4m

**CONDICIONES METEOROLÓGICAS**

**CONDICIONES DEL TERRENO**

VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	ASFALTO
CALMA	20.2 °C	30.6 %	

## ANEXO II. PUNTOS DE MEDICIÓN PERIODO NOCTURNO

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
1	6 noviembre	06:35	59.6	47.5
	10 noviembre	23:35	49.0	43.3
	17 noviembre	07:28	54.9	44.7
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		50	LIGEROS	
105	---	50	PESADOS	
		50	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO	
EVENTUAL	DURO	≈ 19 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	ASFALTO	
CALMA	8.5 °C	65.5 %		

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
2	10 noviembre	22:23	56.1	44.0
	11 noviembre	00:47	51.1	43.9
	13 noviembre	07:20	61.9	46.2
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		80	LIGEROS	
144	---	80	PESADOS	
		80	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO	
EVENTUAL	DURO	≈ 14 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	CAMINO SIN ASFALTAR	
CALMA	16.6 °C	54.0 %		

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
3	10 noviembre	23:00	51.9	45.5
	11 noviembre	01:07	50.7	44.2
	17 noviembre	07:28	54.9	46.3
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		80	LIGEROS	
24	---	80	PESADOS	
		80	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO	
EVENTUAL	DURO	≈ 50 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			TERRENO SIN CULTIVAR	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr		
CALMA	16.5 °C	52.0 %		

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
4	9 noviembre	07:13	60.6	49.7
	11 noviembre	06:55	55.2	43.8
	11 noviembre	23:48	49.0	46.4
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		50	LIGEROS	
81	3.7	50	PESADOS	
		50	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	ALTURA MICRÓFONO	
EVENTUAL	DURO	≈ 22 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			ASFALTO	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr		
CALMA	8.4 °C	61.6 %		

Estudio acústico de impacto ambiental y cálculo de la incertidumbre asociada a los niveles sonoros del estado preoperacional en el Sector Industrial I-1 del municipio de Náquera

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
5	9 noviembre	00:45	42.6	38.4
	9 noviembre	02:48	41.9	37.3
	9 noviembre	01:10	42.5	38.7
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		80	LIGEROS	
---	---	80	PESADOS	
		80	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	FLUJO VEHICULOS	
---	DURO	≈ 255 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	CAMINO SIN ASFALTAR	
CALMA	7.9 °C	13.5 %		

PUNTO:	FECHA:	HORA:	Leq,T (dBA)	L90
6	6 noviembre	07:00	57.4	45.1
	17 noviembre	01:17	41.4	36.1
	18 noviembre	03:28	39.3	35.7
CARACTERIZACIÓN DEL TRÁFICO RODADO				
IMD	% PESADOS	VELOCIDAD		
		40	LIGEROS	
6	---	40	PESADOS	
		40	MOTOS	
CARACTERIZACIÓN DE LA VIA				
FLUJO VEHICULOS	PAVIMENTO	DISTANCIA	FLUJO VEHICULOS	
EVENTUAL	DURO	≈ 12 m	4m	
CONDICIONES METEOROLÓGICAS			CONDICIONES DEL TERRENO	
VIENTO	T <sup>a</sup>	Hr	ASFALTO	
CALMA	15.4 °C	56.5 %		