

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE GANDIA

I.T. Telecomunicación (Sonido e Imagen)



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



ESCUELA POLITECNICA
SUPERIOR DE GANDIA

**“Diseño y ejecución de un plan de acción acústico
en Alquerías del Niño Perdido”**

TRABAJO FINAL DE CARRERA

Autor/es:

José Guardino Arnal

Director/es:

Jesús Alba Fernández

Romina M^a Del Rey Tormos

GANDIA, 2010

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.	4
2. CONCEPTOS BÁSICOS.	6
2.1. Acústica.	6
2.2. El Sonido.	6
2.3. El decibelio.	7
2.4. El oído humano y la ponderación del decibelio acústico.	10
2.5 Ruido.	13
2.6 Fuentes de ruido.	13
2.6.1 Ruido de tráfico.	13
2.6.2 Ruido de trenes.	14
2.6.2.1 <i>Predicción del ruido de trenes.</i>	15
2.6.3 Ruido industrial.	16
3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.	17
4. EQUIPO UTILIZADO.	18
5. NORMATIVA.	20
5.1. Normativa europea.	20
5.1.1. Directiva 2002/49/CE.	21
5.1.2. Mapas estratégicos de ruido.	22
5.1.3. Planes de acción.	22
5.2. Normativa estatal.	22
5.2.1. Ley 37/2003 de ruido.	23
5.3. Normativa de la Comunidad Valenciana.	25
5.3.1. Ley 7/2002.	26
5.3.1.1. Plan acústico municipal.	28
5.3.1.2. Plan de mejora de la calidad acústica.	28
5.3.1.3. Mapa Acústico.	29
5.3.1.4. Programa de actuación.	30
5.3.1.5. Instrumentos de planeamiento urbanístico.	30
5.3.1.6. Mediciones acústicas.	32
6. ESTUDIO DE LAS FUENTES DE RUIDO EN ALQUERIAS DEL NIÑO PERDIDO.	34
6.1 Situación geográfica.	34
6.2 Ubicación de los puntos de medida.	34

7. RESULTADOS OBTENIDOS.	35
7.1. Punto 1.	35
7.2. Punto 2.	39
7.3. Punto 3.	43
7.4. Punto 4.	47
7.5. Punto 5.	51
7.5.1 Predicción del ruido de trenes en el punto 5.	52
8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA.	53
8.1. Análisis de los puntos 1, 2 y 3.	53
8.2. Análisis del punto 4.	54
8.3. Análisis del punto 5.	54
9. BIBLIOGRAFÍA.	55

1. INTRODUCCIÓN

La **contaminación** es cualquier sustancia o forma de energía que puede provocar algún daño o desequilibrio (irreversible o no) en un ecosistema, en el medio físico o en un ser vivo. Es siempre una alteración negativa del estado natural del medio ambiente, y por tanto, se genera como consecuencia de la actividad humana. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad relativa suficiente como para provocar ese desequilibrio.

Los agentes contaminantes tienen relación con el crecimiento de la población, el consumo y la generación de combustibles fósiles, basura, desechos industriales, el ruido, etc.), ya que, al aumentar estos, la contaminación que ocasionan es mayor. Se descartan los generados por procesos naturales, ya que, por definición, no contaminan.

Existen muchos tipos de contaminación, como pueden ser la contaminación del agua, del aire, del suelo, la radioactiva, la lumínica, la visual y la que a nosotros nos atañe que es la contaminación acústica.

Entendemos por contaminación acústica (o contaminación auditiva) al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. Si bien el ruido no se acumula, traslada o mantiene en el tiempo como las otras contaminaciones, también puede causar grandes daños en la calidad de vida de las personas si no se controla adecuadamente.

El término de contaminación acústica hace referencia al ruido (entendido como sonido excesivo y molesto), provocado por las actividades humanas (tráfico, industrias, locales de ocio, aviones, etc.), que produce efectos negativos sobre la salud auditiva, física y mental de las personas.

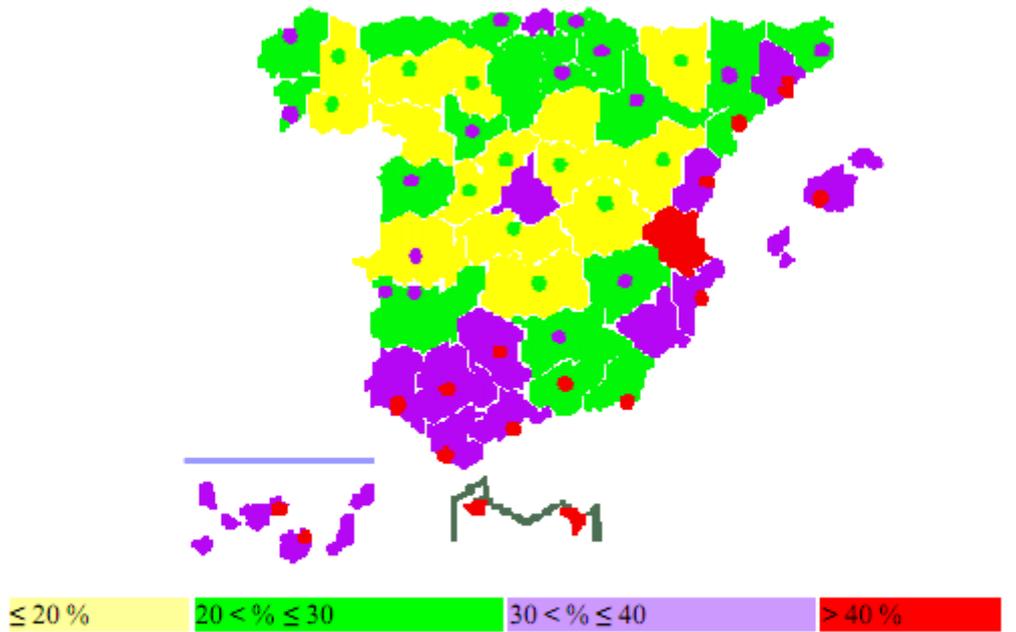
Ha sido dicho por organismos internacionales, que tras largos periodos de exposición a niveles altos de ruido, no solo se corre el riesgo de una disminución importante en la capacidad auditiva, si no que existe la posibilidad de sufrir trastornos que van desde lo psicológico como la paranoia, la perversión, la ansiedad, la depresión, el aumento de la agresividad, la mayor tendencia al aislamiento, la disminución de la tendencia natural de la gente a la ayuda mutua, el aislamiento social... etc; hasta lo fisiológico como aumento del índice a corto plazo de sufrir ataques cardíacos o desarrollo mas rápido de los procesos cancerosos por la excesiva exposición a la contaminación sónica.

Desde hace años el ruido se ha convertido en un factor contaminante constante en la mayoría de las ciudades, suponiendo en la actualidad un grave problema con efectos fisiológicos, psicológicos, económicos y sociales. El ruido ha existido desde la antigüedad, pero es a partir del siglo pasado, como consecuencia de la Revolución Industrial, del desarrollo de nuevos medios de transporte y del crecimiento de las ciudades, cuando comienza a aparecer el problema de la contaminación acústica urbana.



Según estudios realizados recientemente España es el país europeo con mayor índice de ruidos, y el segundo en el ranking mundial después de Japón. Además, según datos ofrecidos por el Instituto Nacional de Estadística de España (INE) y publicados en Siglo XXI , **el 30% de las viviendas españolas sufre contaminación acústica**. Del estudio se desprende que el sonido del tráfico y el televisor de los vecinos, seguido de las sirenas y las obras, son los ruidos más molestos para los ciudadanos.

Porcentaje de viviendas con problemas de ruido en España.

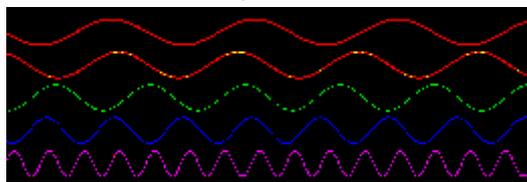


2. CONCEPTOS BASICOS

2.1. Acústica

La acústica es una rama de la física interdisciplinaria que estudia el sonido, por medio de modelos físicos y matemáticos. Dentro de la acústica existen numerosas ramas según el tipo de estudio que se hace de la física del sonido como pueden ser la acústica arquitectónica, que estudia los fenómenos vinculados con una propagación adecuada, fiel y funcional del sonido en un recinto, la acústica musical que estudia como son los sonidos empleados para producir música, la psicoacústica centrada en el estudio de la percepción subjetiva del sonido y la acústica ambiental, que estudia el impacto que tiene el sonido en el medio ambiente.

2.2. El Sonido



Desde el punto de vista de la física, el sonido es cualquier fenómeno que involucre la propagación en forma de ondas elásticas sean audibles o no, generalmente a través de un fluido u otro medio elástico que esté generando el movimiento vibratorio de un cuerpo.

La propagación del sonido involucra transporte de energía sin transporte de materia, en forma de ondas mecánicas que se propagan a través de un medio sólido, líquido o gaseoso. A este tipo de movimiento se le conoce como movimiento ondulatorio y representa una onda, que es aquello que puede transportar energía e información a través de un medio, aunque el medio en sí no es transportado.

Tipos de ondas

Existen dos tipos de ondas sonoras dependiendo de cómo se desplacen las partículas por el medio:

- Ondas Longitudinales, cuando el movimiento de las partículas es paralelo a la dirección de propagación
- Ondas transversales, cuando el movimiento de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación.

Las ondas sonoras se desplazan en todas las direcciones constituyendo “frentes de ondas” que corresponderían con las superficies “equipotenciales” de las ondas, y las podemos clasificarlas como:

- Ondas Planas, las superficies que contienen los puntos que tienen los mismos valores de amplitud son planos perpendiculares a la dirección de propagación. Se producen cuando la propagación de la onda solo se realiza en una dirección.
- Ondas Esféricas, las superficies equipotenciales son esferas concéntricas que se desplazan incrementando su radio y se producen cuando el sonido se propaga en todas las direcciones con igual intensidad. Por ser cada vez mayor la superficie que contiene la excitación, se atenúan con el cuadrado de la distancia, convirtiéndose cuando el radio es suficientemente grande a efectos prácticos, en ondas planas.
- Ondas cilíndricas, cuando la fuente de sonido está constituida por una recta, los frentes de onda se desplazan alejándose de ella formando superficies de cilindro cuyo radio se va incrementando, por lo que la superficie que contiene

la excitación va en aumento y sufren una atenuación que es inversamente proporcional a la distancia, lo mismo que en las ondas esféricas que, cuando se encuentran muy lejos de la fuente, se comportan como ondas planas.

-Ondas progresivas, cuando los frentes de onda viajan libremente transfiriendo energía.

-Ondas estacionarias, cuando una onda se encuentra limitada en un recinto, de forma que no existe transferencia neta de energía en ninguna dirección.

Características de las ondas sonoras

Amplitud: Es la diferencia entre los valores máximos y mínimos del movimiento ondulatorio en un punto. Representa la variación de presión existente en ese punto.

Frecuencia: Es el número de veces que un fenómeno (periódico) se repite a sí mismo por segundo. Es la inversa del periodo de repetición (T). Se mide en Hertzios (Hz), que representa la cantidad de oscilaciones por segundo.

Velocidad: Es la velocidad a la que viaja la onda sonora. Depende del medio donde se propaga y de la temperatura. Suponiendo que el aire es un gas ideal la temperatura (T°) se puede calcular como:

$$c = 331,5 + 0,6 \cdot T \left(\frac{m}{s} \right)$$

*En el aire se toma 343 m/seg. Variando para otros materiales.

Longitud de onda: Es la distancia perpendicular entre dos frentes de onda que tienen la misma fase. Esta longitud es la misma que la recorrida por la onda en un ciclo completo de vibración. Se denomina con la letra griega lambda y se relaciona con la frecuencia (en Hz) y con la velocidad del sonido (en m/s):

$$\lambda \cdot f = c$$

2.3. El decibelio

El decibelio es la unidad relativa empleada en acústica y telecomunicaciones para expresar la relación entre dos magnitudes, acústicas o eléctricas, o entre la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

El decibelio, cuyo símbolo es *dB*, es una unidad logarítmica. Es un submúltiplo del **belio**, de símbolo *B*, que es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia, pero no se utiliza por ser demasiado grande en la práctica, y por eso se utiliza el decibelio, la décima parte de un belio. El belio recibió este nombre en honor de Alexander Graham Bell.

Un belio equivale a 10 decibelios y representa un aumento de potencia de 10 veces sobre la magnitud de referencia. Cero belios es el valor de la magnitud de referencia. Así, dos belios representan un aumento de cien veces en la potencia, 3 belios equivalen a un aumento de mil veces y así sucesivamente.

En acústica es la unidad utilizada para medir el nivel de potencia y nivel de intensidad del ruido.

Se utiliza una escala logarítmica porque la sensibilidad que presenta el oído humano a las variaciones de intensidad sonora sigue una escala aproximadamente logarítmica y no lineal.

Como el decibelio es una unidad relativa, para las aplicaciones acústicas, se ha tomado como convención, un umbral de audición de 0 dB equivalente a un sonido con

una presión de 20 micropascales, algo así como un aumento de la presión atmosférica normal de 1/5.000.000.000. Aun así, el verdadero umbral de audición varía entre distintas personas y dentro de la misma persona, para distintas frecuencias. Se considera el umbral del dolor para el humano a partir de los 140 dB.

Normalmente una diferencia de 3 decibelios, que representa el doble de señal, es la mínima diferencia apreciable por un oído humano sano. Esta diferencia de 3 decibelios es aparentemente el doble de señal aunque la diferencia de sonoridad sea de 10 veces.

Para el cálculo de la sensación recibida por un oyente, a partir de las unidades físicas medibles de una fuente sonora, se define el *nivel de potencia*, L_w , en decibelios, y para ello se relaciona la potencia de la fuente del sonido a estudiar con la potencia de otra fuente cuyo sonido esté en el umbral de audición, por la fórmula siguiente:

$$L_w = 10 \cdot \log_{10} [W_1 / W_0] \text{ (dB)}$$

En donde W_1 es la potencia a estudiar, en vatios (variable), W_0 es el valor de referencia, igual a 10^{-12} vatios y \log_{10} es el logaritmo en base 10 de la relación entre estas dos potencias

Las ondas de sonido producen un aumento de presión en el aire, luego otra manera de medir físicamente el sonido es en unidades de presión (pascales). Y puede definirse el *Nivel de presión*, L_p , que también se mide en decibelios.

$$L_p = 20 \cdot \log_{10} [P_1 / P_0] \text{ (dB)}$$

En donde P_1 es la presión del sonido a estudiar, y P_0 es el valor de referencia, igual a $2 \cdot 10^{-5}$ Pa. Este valor de referencia se aproxima al umbral de audición en el aire.

Otros índices importantes que se suelen utilizar en aplicaciones acústicas son el Nivel Continuo Equivalente, L_{eq} , y el Nivel Sonoro Corregido Día-Tarde-Noche, ambos expresados en decibelios ponderados en la red A (Las redes de ponderación las trataremos en el siguiente punto)

El Nivel Continuo Equivalente o L_{eq} expresa la media energética sonora percibida por un individuo en un intervalo de tiempo y siempre va acompañado del periodo de tiempo al que se refiere y se define de forma discreta como:

$$L_{eq T} = 10 \cdot \log_{10} [1/T \cdot (\sum T_i \cdot 10^{L_i/10})] \text{ (dBA)}$$

Donde T es el periodo de tiempo total, T_i es la duración del periodo "i" y L_i es el nivel de presión sonora en ese periodo "i".

El Nivel Sonoro Equivalente Día, Tarde, Noche o Lden, es el nivel continuo equivalente para un periodo de un día y se define como:

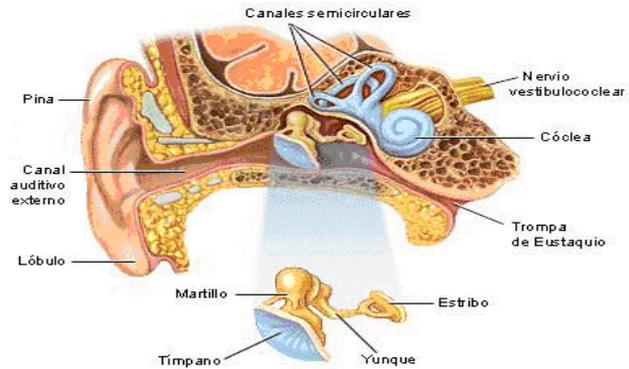
$$L_{den} = 10 \cdot \log [1/24 \cdot (12 \cdot 10^{Ld/10} + 4 \cdot 10^{(Le + 5)/10} + 8 \cdot 10^{(Ln + 10)/10})] \text{ (dBA)}$$

Donde Ld es el nivel continuo equivalente en el periodo de mañana (de 7 a 19), Le es el nivel continuo equivalente en el periodo de tarde (de 19 a 23) y Ln es el nivel continuo equivalente en el periodo de noche (de 23 a 7). Como se puede observar se le suman 5 y 10 dBA a los periodos de tarde y noche porque son especialmente molestos.

Nivel de intensidad de algunos sonidos comunes			
	b (dB)		b (dB)
Umbral de audición	0	Tráfico pesado	70
Respiración normal	10	Fábrica	80
Rumor de hojas	20	Camión pesado	90
Murmullo a 5 m	30	Tren suburbano	100
Biblioteca	40	Ruido de construcción	110
Oficina tranquila	50	Concierto de rock	120 (umbral de dolor)
Conversación normal	60	Martillo neumático	130

2.4. El oído humano y la ponderación del decibelio acústico

El sonido audible por parte del ser humano, consiste en ondas sonoras que no son más que oscilaciones de la presión del aire, que son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro.

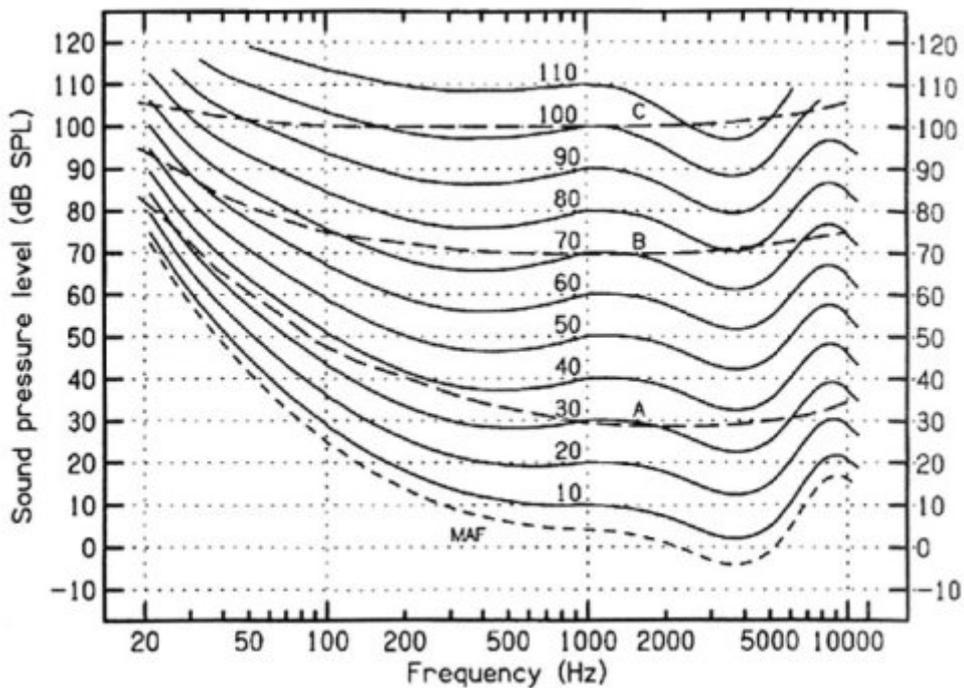


Un oído sano y joven es sensible a las frecuencias comprendidas entre los 20 Hz y los 20 kHz. No obstante, este margen varía según cada persona y se altera con la edad. Por encima estarían los ultrasonidos (Ondas acústicas de frecuencias superiores a los 20 kHz). Por debajo, los infrasonidos (Ondas acústicas inferiores a los 20 Hz).

El oído humano no percibe igual las distintas frecuencias y alcanza el máximo de percepción en las medias, de ahí que para aproximar más la unidad a la realidad auditiva, se ponderen las unidades (para ello se utilizan las llamadas curvas isofónicas).

Las curvas isofónicas son curvas de igual sonoridad.

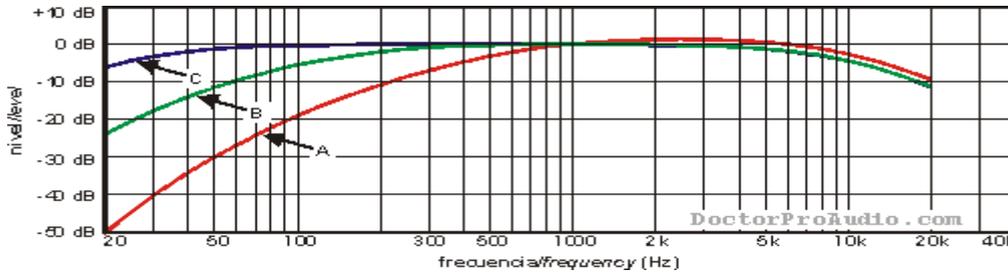
La sonoridad es una medida subjetiva de la intensidad con la que un sonido es percibido por el oído humano



Estas curvas calculan la relación existente entre la frecuencia y la intensidad (en decibelios) de dos sonidos para que éstos sean percibidos como igual de fuertes, con lo que todos los puntos sobre una misma curva isofónica tienen la misma sonoridad.

Así, por ejemplo, si 0 fonios corresponden a una sonoridad con una intensidad de 0 dB con una frecuencia de 1 kHz, también una sonoridad de 0 fonios podría corresponder a una sonoridad con una intensidad de 60 dB con una frecuencia de 70 Hz.

Basadas en este tipo de curvas están las diferentes ponderaciones frecuenciales:



Existen 5 tipos de ponderaciones frecuenciales que a continuación se detallan:

Ponderaciones de frecuencia	Caracterización
A	Es la red de ponderación más comúnmente utilizada para la valoración de daño auditivo e inteligibilidad de la palabra. Empleada inicialmente para analizar sonidos de baja intensidad, es hoy, prácticamente, la referencia que utilizan las leyes y reglamentos contra el ruido producido a cualquier nivel. El nivel de presión sonora se expresa en dB(A).
B	Creada para modelar la respuesta del oído humano a intensidades medias. Sin embargo, en la actualidad es muy poco empleada (una gran cantidad de sonómetros ya no la contemplan).
C	En sus orígenes se creó para modelar la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. En la actualidad, ha ganado prominencia en la evaluación de ruidos en la comunidad, así como en la evaluación de sonidos de baja frecuencia en la banda de frecuencias audibles.
D	Esta red de compensación tiene su utilidad en el análisis del ruido provocado por los aviones.
U	Es una red de ponderación de las más recientes. Se aplica para medir sonidos audibles en presencia de ultrasonidos.

2.5. Ruido.

El ruido es cualquier sonido no deseado que puede interferir la recepción de un sonido. Este termino desde el punto de vista de la contaminación acústica hace referencia a un sonido, con una intensidad alta (o una suma de intensidades), susceptible de producir efectos fisiológicos o psicológicos y que puede resultar incluso perjudicial para la salud humana.

Los entornos con más de 65 decibelios dB se consideran inaceptables. Por debajo de 80 dB el oído humano no presenta alteraciones definitivas. Estos niveles generan molestias pasajeras denominadas fatiga auditiva, donde los elementos transductores (oído interno) no sufren problemas definitivos. Cuando la intensidad supera los 90 dB comienzan a aparecer lesiones irreversibles tanto mayores cuanto mayor sea la exposición y la susceptibilidad personal.

Algunos efectos del ruido sobre la salud son:

-Efectos fisiológicos:

A más de 60 dBA:

Dilatación de las pupilas y parpadeo acelerado. Agitación respiratoria, aceleración del pulso y taquicardias .Aumento de la presión arterial y dolor de cabeza. Menor irrigación sanguínea y mayor actividad muscular. Los músculos se ponen tensos y dolorosos, sobre todo los del cuello y espalda.

A más de 85 dBA:

Disminución de la secreción gástrica, gastritis o colitis. Aumento del colesterol y de los triglicéridos, con el consiguiente riesgo cardiovascular. En enfermos con problemas cardiovasculares, arteriosclerosis o problemas coronarios, los ruidos fuertes y súbitos pueden llegar a causar hasta un infarto. Aumenta la glucosa en sangre. En los enfermos de diabetes, la elevación de la glucemia de manera continuada puede ocasionar complicaciones médicas a largo plazo.

Ambientes entorno a los 100 dBA:

Perdida parcial o total de audición en ambientes con exposición elevada de ruido.

-Efectos psicológicos:

Insomnio y dificultad para conciliar el sueño. Fatiga. Estrés (por el aumento de las hormonas relacionadas con el estrés como la adrenalina). Depresión y ansiedad. Irritabilidad y agresividad. Histeria y neurosis. Aislamiento social. Falta de deseo sexual o inhibición sexual. Efectos sobre la memoria.

2.6. Fuentes de ruido.

Existen todo tipo de fuentes que pueden producir ruido. Pueden ser fuentes naturales como el viento, el sonido del mar, el murmullo de un río o de un torrente... etc o también lo que se llaman fuentes antropogénicas que generan ruidos en el medio causados por la actividad humana como las derivadas de actividad del tráfico, o las procedentes de los trenes y aviones, o las ocasionadas por la industria y las obras públicas.

2.6.1. Ruido de tráfico

Las fuentes de ruido más significativas en las zonas urbanas de hoy en día son las relacionadas con el tráfico rodado (turismos, camiones, autobuses, motos, etc.) como lo demuestra un estudio realizado por el Instituto del Ruido de Londres, en el cual se muestra que la energía total emitida a la atmósfera tiene su origen en:

Automóviles.....	80%
Ferrocarril.....	4%
Industria.....	10%
Varios (aeropuertos, construcción.....)	6%

El ruido de la circulación rodada lo produce la acumulación del conjunto de niveles de ruido producidos por cada uno de los vehículos en funcionamiento.

Se distinguen el conjunto global de vehículos en dos categorías:

-Los vehículos ligeros. Aquellos cuyo peso cargado es inferior a 3.5 Toneladas perteneciendo a esta categoría los turismos y las furgonetas.

-Los vehículos pesados. Aquellos cuyo peso cargado es superior a las 3.5 toneladas. Perteneciendo a esta categoría el resto de vehículos comerciales como: camiones, autobuses y vehículos industriales

- Vehículo parado:

- Motor hasta 78 dB(A) debido a explosiones y mecanismos.
- Ventilador hasta 82 dB(A) por la refrigeración del motor.
- Admisión de aire hasta 75 dB(A) ya que el aire pasa a través del filtro.
- Escape hasta 85 dB(A)
- Frenos: Nivel de ruido indeterminado. Cuando se utilizan el ruido viene producido por chirridos de las zapatas.

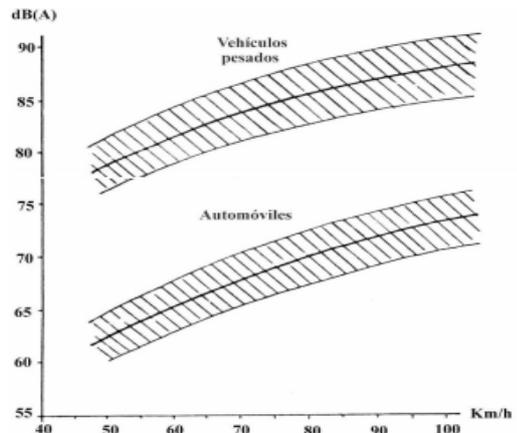
- Vehículo en movimiento:

- Carrocería. Aerodinámicos: Nivel indeterminado que depende del perfil de vehículo y de la colocación de la carga sobre el mismo.
- Neumático/Rodadura hasta 75 dB(A), $V < 60$ Km/h. hasta 95 dB(A), $V > 65$ Km/h.

Estos niveles sonoros se entienden medidos a 1,5 m. de la fuente productora del ruido.

Para velocidades superiores a los 60 Km/h. en automóviles y 80 Km/h. en camiones, el ruido de rodadura es más importante que todos los demás, debido a que los otros quedan enmascarados por este.

En el nivel de ruido producido por rodadura influye la velocidad del vehículo, el dibujo de la cubierta, la conservación, la presión de inflado y el tipo de pavimento.



Las continuas variaciones del nivel sonoro producido por el tráfico con el tiempo son debidas a:

- El carácter aleatorio del tráfico en calles y carreteras.
- La existencia en el tráfico de vehículos con muy distintas mecánicas y con distinta emisión de ruido.
- La distinta velocidad de los vehículos.
- La influencia de la forma de conducción.
- El estado de conservación del vehículo.
- La fluidez del tráfico.
- La pendiente de la calzada.
- Las condiciones de propagación del sonido desde la vía de circulación al observador.
- El trazado de la carretera y el estado del firme.

2.6.2. Ruido de trenes

El ruido producido por los trenes constituye un gran problema, debido a que en muchas poblaciones, las vías se hayan al lado de muchas viviendas, lo cual nos lleva a un problema de contaminación acústica en la zona. Las principales fuentes de ruido en un tren son:

-Ruido mecánico:

- Suele ser ruido de baja frecuencia.
- Ruido de los accesorios: suspensión, frenos y otros elementos.
- Radiación de la carrocería: metálica o de madera. Llena de gente o vacía.
- Ruido de la locomotora: máquina de gasoil o eléctrica.
- Obras civiles (túneles, puentes,...).

-Ruido aerodinámico:

- Suele ser ruido de baja frecuencia.
- Es importante en los trenes de alta velocidad

Del tren como fuente de ruido se puede decir que es una fuente perfectamente localizada y abarca una zona limitada.

Puede tener distintas formas que dependen de la velocidad del propio tren y su longitud así como de la disposición de las vías.

2.6.2.1 Predicción del ruido de trenes

Es posible realizar una predicción del ruido que generará el ferrocarril como fuente en un punto, sabiendo la cantidad y tipo de trenes que circularan por este.

El nivel máximo que se puede obtener viene dado por un nivel de referencia a cierta distancia L_0 :

$$L_{\max} = L_0 - K_e \cdot \log_{10} [d / d_0] + K_v \cdot \log_{10} [V / V_0] - K_d$$

Donde:

- K_e = coeficiente multiplicador de la función distancia.
- K_v = coeficiente multiplicador que depende de la velocidad.
- K_d = coeficiente de corrección de la directividad vertical.
- L_0 = nivel de referencia a una cierta distancia.
- V_0 = velocidad de referencia.
- d_0 = distancia de referencia.

Sabiendo " L_{\max} " y teniendo en cuenta la variable " t_e ", se puede calcular el nivel equivalente por tren y por franja horaria como " $L_{\text{eq T}}$ " siendo:

$$L_{\text{eq T}} = L_{\max} + 10 \cdot \log_{10} [t_e / T]$$

Donde:

T = tiempo en segundos de cada franja horaria.

t_e = duración del suceso en el que el nivel es superior a $L_{\max} - 10\text{dBA}$

Y:

$$t_e = [3.6 \cdot (L / V)] + [6 \cdot (d / 100)]$$

Siendo :

L = longitud del tren en metros

V = velocidad máxima del tren en Km/h.

d = distancia a la que se calculo L_{\max}

Una vez conocido $L_{\text{eq T}}$ y sabiendo la cantidad de trenes que pasan por el punto en cuestión se puede calcular el nivel de ruido equivalente total correspondiente a cada franja horaria con la siguiente relación:

$$L_{\text{eq (n)}} = L_{\text{eq (1 tren)}} + 10 \cdot \log_{10} (n)$$

2.6.3. Ruido Industrial

Los empresarios tienen la obligación legal de proteger la salud y la seguridad de sus trabajadores contra todos los riesgos laborales relacionados con el ruido.

Deben:

- Realizar una evaluación de riesgos (mediciones de ruido, y tener en cuenta todos los riesgos potenciales como la pérdida de audición)

- Adoptar un programa de medidas destinado a:
 - Eliminar en la medida de lo posible las fuentes de ruido,
 - Controlar el ruido en su origen,
 - Reducir la exposición de los trabajadores al ruido: medidas de organización del trabajo y de diseño del lugar de trabajo, señalización y limitación del acceso a las zonas de trabajo en las que los trabajadores pueden estar expuestos a niveles de ruido superiores a 85 dB(A),
 - Poner equipos de protección personal a la disposición de los trabajadores como último recurso

- Informar, consultar y formar a los trabajadores en relación con los riesgos que corren, las medidas para trabajar con poco ruido y la forma de utilizar los dispositivos de protección acústica;

- Controlar los riesgos y revisar las medidas preventivas, lo que puede incluir una vigilancia sanitaria.

Asimismo, los fabricantes de maquinaria y otros equipos tienen la responsabilidad de reducir los niveles de ruido.

De conformidad con la Directiva 98/37/CE, la maquinaria «estará diseñada y fabricada para que los riesgos que resulten de la emisión de ruido aéreo producido se reduzcan al nivel más bajo posible»

En ningún caso la exposición del trabajador, deberá superar los valores límite de exposición.

Si, a pesar de las medidas adoptadas, se comprobaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario deberá:

- Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición;
- Determinar las razones de la sobreexposición,
- Corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia;
- Informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

3. OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO.

El objetivo principal de este proyecto consiste en identificar y analizar los posibles focos susceptibles de producir ruido en el municipio de Alquerías del Niño Perdido para posteriormente proponer algunas soluciones viables que puedan paliar los problemas de ruido si finalmente se concluye que existen.

Para llevar a cabo este proyecto, se proponen los siguientes puntos del plan de trabajo:

- Revisión de conceptos como son leyes y decretos asociados así como el manejo del equipamiento necesario
- Identificación de los puntos clave y fuentes de ruido, marcando los susceptibles de sufrir problemas de ruido
- Medición con el sonómetro de los espectros de ruido de la zona, en los puntos problemáticos
- Procesado de los datos obtenidos mediante el sonómetro comparando los niveles obtenidos con los fijados por la ley
- Diseño del plan de acción aportando soluciones viables en caso de obtener posibles problemas
- Redacción de la memoria, plasmando el proceso, los resultados y las conclusiones

Proceso detallado:

Primeramente revisamos las leyes y los decretos asociados así como los conceptos de manejo del equipamiento. Seguidamente obtenemos un mapa del municipio donde identificaremos y marcaremos los puntos susceptibles de tener problemas de ruido. Una vez decididos dichos puntos pasaremos a medir el espectro de ruido por tercios de octava con el sonómetro. Concretamente se han identificado 6 puntos con posibles problemas, en los que se realizarán las pertinentes medidas para obtener el nivel equivalente día, tarde y noche. Una vez realizadas las medidas se procesarán mediante el ordenador para poder evaluar los posibles problemas comparando los niveles obtenidos con la norma actual. Finalmente se proponen soluciones a los posibles problemas en caso de que estos existan, y por último se redactará la memoria donde quedará todo plasmado.

4. EQUIPO UTILIZADO.

4.1 Sonómetro y calibrador.

El **sonómetro** es un instrumento de medida que sirve para medir niveles de presión sonora (de los que depende la amplitud y, por tanto, la intensidad acústica y su percepción, sonoridad).

En concreto, el sonómetro mide el nivel de ruido que existe en determinado lugar y en un momento dado. La unidad con la que trabaja el sonómetro es el decibelio. Si no se usan curvas ponderadas (sonómetro integrador), se entiende que son (dB_{SPL}).

Cuando utilizamos un sonómetro hay que tener en cuenta qué es lo que se va a medir, pues el ruido puede tener multitud de causas y proceder de fuentes muy diferentes. Para hacer frente a esta gran variedad de ruido ambiental (continuo, impulsivo, etc.) se han creado sonómetros específicos que permitan hacer las mediciones de ruido pertinentes.



Tipos de sonómetro según el grado de su precisión:

- Tipo 0 (Clase 0). Se utiliza con objetivos de referencia de laboratorio, donde se requiere una precisión extrema.
- Tipo 1 (Clase 1). Se utiliza en mediciones de ruido donde se requiere una precisión plana. Permite el trabajo de campo con precisión.
- Tipo 2 (Clase 2). Tolerancia menos estricta con respecto a la linealidad del nivel y la respuesta en frecuencia. Para realizar mediciones más generales.
- Tipo 3. Un sonómetro del tipo más sencillo. Permite realizar mediciones aproximadas ya que es el menos preciso.

Concretamente el sonómetro utilizado en este proyecto es el Analizador portátil de la marca Brüel & Kjær y modelo 2250 de tipo 1 con el programa de análisis de frecuencias avanzado.

Para calibrar el sonómetro hemos utilizado el calibrador de Nivel Sonoro 4231, es una fuente sonora portátil que sirve para verificar "in situ" el ajuste de los sonómetros, dosímetros y, en general, de cualquier aparato de medida del sonido. Es compatible con los micrófonos de condensador Brüel & Kjær de una y media pulgada. Los niveles de presión sonora que nos puede dar este calibrador está en la base de $94 \text{ dB} \pm 0,2 \text{ dB}$ en las condiciones de referencia, con la posibilidad de aumentar el nivel en $+20 \text{ dB} (\pm 0,1 \text{ dB})$ para condiciones ruidosas, a una frecuencia de $1 \text{ kHz} \pm 0,1 \%$ y está acreditado en el 1 según la norma IEC 942 (1988) sobre calibradores acústicos.

Tolerancias permitidas para los distintos tipos o clases definidas por la IEC 60651. Todas las tolerancias se expresan en decibelios (dB)		
Clase	Calibradores	Sonómetros
0	+/- 0.15	+/- 0.4
1	+/- 0.3	+/- 0.7
2	+/- 0.5	+/- 1.0
3 (eliminada por la IEC 61672)		+/- 1.5

4.2 Ordenador.

Una vez realizadas las medidas con el sonómetro, utilizamos el pc para volcarlas y tratarlas. Mediante un software interface especialmente destinado para ello y proporcionado por Brüel& Kjær volcaremos las medidas al ordenador y las convertiremos a formato "xls" para tratarlas y refinarlas con la hoja de calculo Microsoft Excel.

4.3 Trípode.

5. NORMATIVA.

En este proyecto se ha tenido en cuenta la normativa autonómica, estatal y europea en materia de ruido. Las principales leyes y decretos son:

- Ley de Ruido 37/2003, a nivel estatal.
- RD 1513/2005, de 16 de diciembre, en que se desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental.
- RD 1367/2007, en el que se desarrolla la Ley 37/2003 en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Ley 7/2002 de la Generalitat Valenciana de Protección contra el ruido.
- Documento básico de protección frente al ruido

5.1. Normativa europea.

La Unión Europea tomó conciencia, a partir del Libro Verde de la Comisión Europea sobre «Política Futura de Lucha Contra el Ruido», de la necesidad de aclarar y homogeneizar el entorno normativo del ruido, reconociendo que con anterioridad «la escasa prioridad dada al ruido se debe en parte al hecho de que el ruido es fundamentalmente un problema local, que adopta formas muy variadas en diferentes partes de la Comunidad en cuanto a la aceptación del problema». Partiendo de este reconocimiento de la cuestión, sin embargo, el Libro Verde llega a la conclusión de que, además de los esfuerzos de los Estados miembros para homogeneizar e implantar controles adecuados sobre los productos generadores de ruido, la actuación coordinada de los Estados en otros ámbitos servirá también para acometer labores preventivas y reductoras del ruido en el ambiente. En línea con este principio, los trabajos de la Unión Europea han conducido a la adopción de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (la «Directiva sobre Ruido Ambiental»).

La trasposición de esta Directiva ofrece una oportunidad idónea para dotar de mayor estructura y orden al panorama normativo español sobre el ruido, elaborando una ley que contenga los cimientos en que asentar el acervo normativo en materia de ruido que ya venía siendo generado anteriormente por las comunidades autónomas y entes locales.

La Directiva sobre Ruido Ambiental marca una nueva orientación respecto de las actuaciones normativas previas de la Unión Europea en materia de ruido. Con anterioridad, la reglamentación se había centrado sobre las fuentes del ruido. Las medidas tendentes a reducir el ruido en origen han venido dando sus frutos, pero los datos obtenidos muestran que, pese a la constante mejora del estado del arte en la fabricación de estas fuentes de ruido, el resultado beneficioso de estas medidas sobre el ruido ambiental se ha visto minorado por la combinación de otros factores que aún no han sido atajados.

Diariamente inciden sobre el ambiente múltiples focos de emisiones sonoras, con lo que se aprecia la necesidad de considerar el ruido ambiental como producto de múltiples emisiones que contribuyen a generar niveles de contaminación acústica poco recomendables desde el punto de vista sanitario, del bienestar y de la productividad.

La Directiva sobre Ruido Ambiental define dicho ruido ambiental como «el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales como los descritos en el anexo I de la Directiva 96/61/CE del Consejo, de 24 de septiembre de 1996, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación». En cuanto a los lugares en los que se padece el ruido, según la Directiva sobre Ruido Ambiental ésta se aplica «al ruido ambiental al que estén expuestos los seres humanos». Según la Directiva, esto se produce en particular en zonas urbanizadas, en parques públicos u otros lugares tranquilos dentro de una aglomeración urbana, en zonas tranquilas en campo abierto, en las proximidades de centros escolares y en los alrededores de hospitales, y en otros edificios y lugares vulnerables al ruido, pero no únicamente en ellos. Gracias a esta legislación y a los avances tecnológicos se ha logrado una reducción significativa del ruido de procedencia individual; sin embargo, el crecimiento y la expansión del tráfico en el espacio y el tiempo han anulado parcialmente los efectos de dichos avances.

En 1996 la Comisión, mediante el Libro Verde, propone estimular el debate público sobre la política futura de lucha contra el ruido. A raíz de este debate se han aprobado las directivas siguientes:

- Directiva 2000/14/CE, sobre la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre emisiones sonoras en el entorno debidas a las máquinas de uso al aire libre, de 8 de mayo de 2000.
- Directiva 2002/30/CE, sobre el establecimiento de normas y procedimientos para la introducción de restricciones operativas relacionadas con el ruido en los aeropuertos comunitarios, de 26 de marzo de 2002.
- Directiva 2002/49/CE, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, de 25 de junio de 2002.

5.1.1. Directiva 2002/49/CE.

La directiva 2002/49/CE sobre ruido se puede sintetizar en cinco puntos fundamentales:

1. La definición de unos indicadores de ruido comunes para todos los estados miembros.
2. La definición de métodos comunes de evaluación.
3. 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.
4. 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.
5. La información a la población, tanto de los mapas estratégicos como de los planes de acción.

Los indicadores que será obligatorio incorporar en la normativa para los sistemas de medición son el Lden (indicador que mide los niveles equivalentes a día-tarde-noche) y Lnight (indicador que mide los niveles de ruido del periodo nocturno). El Lden incluye, a su vez:

- Lday, que tiene una duración de 12 horas.
- Levening, que tiene una duración de 4 horas.
- Lnight, que tiene una duración de 8 horas

El análisis se realiza para diferentes focos: tránsito rodado, ferrocarriles, aeronaves e industrias. Los modelos existentes son difíciles de adaptar de igual manera a todos los países miembros de la unión debido a las diferencias existentes (climatología, infraestructuras, hábitos, etc.). Para aquellos países que no dispongan de métodos de cálculo nuevos, la directiva recomienda unos concretos para cada tipo de foco. Los métodos recomendados quedan expuestos en el anexo II de la Directiva. Cabe destacar también que la Directiva señala como método provisional de medición el expuesto en las normas ISO 1996.

5.1.2. Mapas estratégicos de ruido.

Los mapas estratégicos de ruido son mapas diseñados para poder evaluar o predecir globalmente la exposición al ruido en una zona determinada. Estos mapas han de cumplir unos requisitos mínimos que se establecen en el anexo IV de la Directiva.

5.1.3. Planes de acción.

La Directiva prevé que, en una fase posterior a la del diagnóstico, se elaboren unos planes de acción. Estos planes incluirán todas las cuestiones relativas al ruido y a sus efectos, contemplando su reducción si fuese necesario. Los requisitos mínimos que han de cumplir los planes de acción están comprendidos en el anexo V de la Directiva.

5.2. Normativa Estatal.

En la legislación existente a nivel estatal, en cuanto a contaminación acústica se refiere, se pueden distinguir las siguientes normas:

- Reglamento 2414/1961, sobre actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, que somete a licencia municipal la instalación de industrias o actividades que pueden producir incomodidades, alterar las condiciones de salubridad e higiene del medio ambiente, o ocasionar daños a las riquezas públicas o privadas.
- Ley 38/1972, de 22 de Diciembre, relativa a la protección del medio ambiente atmosférico.
- Ley 4/1989, de 27 de Marzo, de conservación de los espacios naturales y de la flora y fauna silvestres. Cabe destacar de esta ley que se tipifica como infracción administrativa la emisión de ruidos que perturben la tranquilidad de las especies en espacios naturales protegidos.
- Ley 22/1988, de 28 de Julio, de costas. Prohíbe la publicidad por medios acústicos en la zona de protección.
- Ley 7/1985, de las bases del régimen local, que dice que las corporaciones locales, como administración más cercana al ciudadano, son las competentes para intervenir en el ámbito urbano.
- Decreto 2816/82, sobre espectáculos públicos y actividades de ocio.
- La norma básica de la edificación, que señala las condiciones acústicas que deben reunir los materiales de construcción, así como recomendaciones sobre niveles de ruido en el exterior y en el interior de las edificaciones.
- Reglamentación del ruido producido por los Dispositivos mecánicos.
- Real Decreto-Ley 9/2000, de 6 de Octubre, que modifica el Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto

Ambiental, y Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, que lo desarrolla. En la aplicación de estas normas se suele exigir en determinados espacios una declaración de Impacto Ambiental, en la que se señale que en las zonas habitadas o urbanizables no se superan niveles de ruido de 65 dB(A), en periodo diurno, y 55 dB(A) en periodo nocturno.

- Algunos artículos del Código penal sancionan la contaminación acústica provocada por la emisión de determinados ruidos.
- En diciembre de 1998, se publicó la Orden para el control meteorológico del Estado. Esta orden tiene por objeto desarrollar la Ley 3/1985, de 18 de Marzo, de Metrología, y el Real Decreto 1616/1985, de 11 de Septiembre, en lo referente a la metrología legal. En estas normas quedan delimitados los instrumentos que se han de aplicar (sonómetro, sonómetros integradores promediadores, y calibradores sonoros) para medir la contaminación acústica.

Todas estas normas apenas abordan el problema de la contaminación y dejan que los organismos no estatales, comunidades autónomas y ayuntamientos, tengan plena vía libre para abordar el problema del ruido según la responsabilidad de sus políticos.

El ruido carecía de una norma general reguladora de ámbito estatal hasta la aprobación de la Ley 37/2003 de Ruido del 17 de Noviembre de 2003. Esta ley nace con el objetivo de prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica, para evitar o reducir los daños que de esta puedan derivarse para la salud humana, los bienes o el medio ambiente.

5.2.1. Ley 37/2003 de ruido.

La publicación de esta ley viene determinada por la Directiva 2002/49/CE de la Unión Europea que, siguiendo la línea marcada por esta, ofrece una oportunidad idónea para dotar de mayor estructura y orden al panorama normativo español sobre ruido.

La Directiva sobre Ruido Ambiental fija las siguientes finalidades:

- Determinar la exposición al ruido ambiental, mediante la elaboración de mapas de ruido según métodos de evaluación comunes a los Estados miembros.
- Poner a disposición de la población la información sobre ruido ambiental y sus efectos.
- Adoptar planes de acción por los Estados miembros tomando como base los resultados de los mapas de ruido, con vistas a prevenir y reducir el ruido ambiental siempre que sea necesario, y en particular, cuando los niveles de exposición puedan tener efectos nocivos en la salud humana, manteniendo la calidad del entorno acústico cuando esta sea satisfactoria.

La ley de ruido contiene dos aspectos novedosos. El primero parte de una definición de calidad acústica en la que se incluyen los elementos correspondientes a la percepción del ruido por parte de los ciudadanos, y el segundo consiste en la incorporación de la variable ruido al proceso de planificación del suelo. Este es un aspecto muy importante, ya que llevará consigo la utilización de instrumentos de ordenación territorial, que contemplen la solicitud de declaraciones de impacto ambiental, regulándose todo ello en las ordenanzas municipales que se aprueben en el futuro.

Otro aspecto importante a resaltar es el tratamiento diferenciado de las actuales zonas ruidosas. Se las cataloga como zonas de especial protección, y se plantean acciones especiales para aquellas zonas en las que no se pueden lograr los objetivos de calidad sonora en el ambiente exterior (zonas acústicamente saturadas).

Por otra parte la Directiva sobre Ruido Ambiental pretende 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. Es por ello que la Directiva sobre ruido ambiental no dictamina cuáles son los niveles máximos permitidos en lo referente a la contaminación acústica. La representación gráfica de las áreas acústicas sobre el territorio dará lugar a la cartografía de los objetivos de la calidad acústica.

En la ley, los mapas resultantes de esta representación gráfica serán 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 podrán establecer valores límites más rigurosos que los citados por el estado.

Para poder llevar a cabo lo indicado anteriormente, la Directiva concluye que se han de recabar los niveles de ruido ambiental para poder cotejar y comunicar los resultados a los Estados miembros. Además también apunta la necesidad de establecer métodos comunes de evaluación de ruido ambiental y definir los valores límite en función de los indicadores para calcular los niveles de ruido. Con todo esto, y siguiendo las pautas por las que se rige esta ley, el día 4 de Noviembre de 2005 el Ministerio de Medio Ambiente remitió a consulta el Proyecto Real Decreto, por el que se aprueba el Reglamento General de desarrollo y ejecución de la Ley 37/2003, de 17 De Noviembre, del Ruido, para que se participara en la formulación de las observaciones que se consideraran oportunas antes del día 30 del mismo mes. Por tanto, cabe pensar que su aprobación se efectuará en un futuro muy próximo.

En dicho Real Decreto, agrupado en ocho capítulos, se contemplan medidas de carácter básico respecto de la propia ley de Ruido. A continuación se muestran los aspectos más relevantes:

- Define los índices de ruidos y de vibraciones.
- Delimita los distintos tipos de áreas acústicas.
- Establece los objetivos de calidad acústica aplicables.
- Incluye los emisores acústicos estableciendo valores de emisión o de inmisión.
- Regula procedimientos y métodos de evaluación de los mapas de ruido y planes de acción.
- Pone a disposición de la población y de la Comisión europea, la información disponible al respecto.

Centrándonos en los aspectos que tienen un mayor interés para la consecución de los objetivos de este proyecto, en el capítulo IV se establecen, por una parte, los criterios para poder determinar el tipo de área acústica de un territorio:

- A) residencial,
- B) industrial,

- C) recreativo y de espectáculos,
- D) terciario,
- E) sanitario, docente y cultural,
- F) sistemas generales de infraestructuras de transporte,
- G) espacios naturales,

Basándose en los usos actuales o previstos del suelo y quedando reflejados en el anexo X los criterios mínimos para dicha asignación. Por otra parte, se establecen los objetivos de calidad acústica aplicables a las distintas áreas acústicas así como a las edificaciones comprendidas por esta (vivienda, usos residenciales, hospitalarios, educativos o culturales), quedando en el anexo II claramente fijados los valores de los índices acústicos que no deben sobrepasarse para su cumplimiento.

5.3. Normativa de la Comunidad Valenciana.

El vacío legal que se ha dado a nivel del Estado central ha sido subsanado en parte por la legislación de las comunidades autónomas y de los ayuntamientos. A lo largo de los últimos años, sino todas, casi todas las comunidades autónomas han tratado de subsanar este hecho recurriendo a normas marco a las cuales se debían ajustar las ordenanzas publicadas por los distintos ayuntamientos.

En la Comunidad Valenciana, hace tan sólo unos años, únicamente una tercera parte de los ayuntamientos valencianos disponían de ordenanzas municipales sobre ruido ambiental, sin que existiera una norma de rango superior que determinara las pautas a seguir en su realización. Este hecho se resolvió con la aprobación, en diciembre de 2002, de la Ley de Protección contra la Contaminación Acústica de la Generalitat Valenciana, ya que mediante el Plan Acústico de Acción Autónoma se establecieron, a fin de facilitar la elaboración y la homogeneidad de las ordenanzas municipales, modelos de regulación orientativos destinados a ser incorporados en las mismas.

El vacío legal que se ha dado a nivel del Estado central ha sido subsanado en parte por la legislación de las comunidades autónomas y de los ayuntamientos. A lo largo de los últimos años, sino todas, casi todas las comunidades autónomas han tratado de subsanar este hecho recurriendo a normas marco a las cuales se debían ajustar las ordenanzas publicadas por los distintos ayuntamientos.

En la Comunidad Valenciana, hace tan sólo unos años, únicamente una tercera parte de los ayuntamientos valencianos disponían de ordenanzas municipales sobre ruido ambiental, sin que existiera una norma de rango superior que determinara las pautas a seguir en su realización. Este hecho se resolvió con la aprobación, en diciembre de 2002, de la Ley de Protección contra la Contaminación Acústica de la Generalitat Valenciana, ya que mediante el Plan Acústico de Acción Autónoma se establecieron, a fin de facilitar la elaboración y la homogeneidad de las ordenanzas municipales, modelos de regulación orientativos destinados a ser incorporados en las mismas.

Además con el Decreto 266/2004, de 3 de diciembre, se establecieron normas de prevención y corrección de la contaminación acústica en relación con actividades, instalaciones, edificaciones, obras y servicios. En el final la aprobación del Decreto 104/2006, de 14 de julio, del Consell, sobre la planificación y gestión en materia de contaminación acústica, que tiene la finalidad de acometer el

desarrollo reglamentario de las previsiones contempladas en el título III de la Ley 266/2004 en cuanto a los planes y programas acústicos.

5.3.1. Ley 7/2002.

Esta ley se basa en el ejercicio coordinado de sus competencias conforme a los principios de prevención, reducción y corrección determinados por este orden, entre la Generalitat y las administraciones locales. Los poderes públicos adoptarán las medidas necesarias para:

- Promover la investigación en técnicas de medida, análisis, evaluación y minimización del ruido.
- Fomentar la implantación de maquinaria, instalaciones y aparatos que generen el menor impacto acústico.
- Controlar, a través de las correspondientes certificaciones técnicas, la implantación de los aislamientos acústicos necesarios para conseguir niveles de inmisión sonora admisibles.
- Elaborar y aplicar una planificación racional que tenga por objeto la ordenación acústica del municipio, distinguiendo las áreas que requieren una especial protección por la sensibilidad acústica de los usos que en ellas se desarrollan, de aquellas otras que estarán sujetas a una mayor intensidad sonora debido también a las actividades que en las mismas se desarrollan.
- Facilitar información sobre las consecuencias del ruido sobre la salud de las personas y sobre los usos y prácticas cotidianos que permitan disminuir los niveles acústicos.
- Elaborar y desarrollar programas de formación y educación ambiental dirigidos a los ciudadanos en general y a los agentes sobre los que tiene mayor incidencia la contaminación acústica.
- Adoptar las medidas necesarias, en el marco de la legislación específica, a fin de garantizar una buena calidad acústica de los espacios naturales protegidos de la Comunidad Valenciana a través de Programa de Actuaciones.

Con el objeto de identificar los problemas y establecer medidas preventivas y correctoras necesarias para mantener los niveles sonoros por debajo de los previstos en esta ley, se utilizarán los siguientes instrumentos de planificación y gestión acústica:

- Plan Acústico de Acción Autonómica, elaborado por la conselleria competente en medio ambiente y aprobado por el Consell de la Generalitat mediante acuerdo para coordinar las actuaciones de las administraciones públicas en sus acciones contra el ruido, fomentar la adopción de medidas para su prevención y la reducción de las emisiones sonoras por encima de los máximos legalmente previstos, concienciar y formar a los ciudadanos y potenciar la investigación e implantación de nuevas tecnologías para conseguir la reducción o eliminación de la contaminación acústica.
- Planes acústicos municipales para identificar de las áreas acústicas existentes en el municipio en función del uso que sobre las mismas exista o esté previsto y de sus condiciones acústicas, y adoptar las medidas que permitan la progresiva reducción de sus niveles sonoros.
- Zonas Acústicamente Saturadas: aquellas zonas en que se producen unos elevados niveles sonoros debido a la existencia de numerosas actividades recreativas, espectáculos o establecimientos públicos, a la actividad de las personas que los utilizan, al ruido de tráfico de dichas

zonas así como a cualquier otra actividad que incida en la saturación del nivel sonoro de la zona.

Serán declaradas zonas acústicamente saturadas aquellas en las que, aun cuando cada actividad individualmente considerada cumpla con los niveles establecidos en esta ley, se sobrepasen dos veces por semana durante tres semanas consecutivas o, tres alternas en un plazo de 35 días naturales, y en más de 20 dB(A), los niveles de evaluación por ruidos en el ambiente exterior establecidos en la tabla 1 del anexo II. El parámetro a considerar es LA,eq, 1 durante cualquier hora del período nocturno y LA,eq, 14 para todo el período diurno.

En el Anexo II de esta ley vienen especificados cuáles son los límites máximos que no se deben sobrepasar.

Los límites de recepción externos fijados son:

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y docente.....	45	35
Residencial.....	55	45
Terciario.....	65	55
Industrial.....	70	60

El Decreto tiene por objeto la regulación de los distintos instrumentos de planificación y gestión acústica y el establecimiento de procedimientos de evaluación de diversos emisores acústicos, de conformidad con lo previsto en la Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat, de Protección Contra la Contaminación Acústica.

Los instrumentos de planificación y gestión acústica son aquellos previstos por la Ley 7/2002: Plan Acústico de Acción Autonómica, Planes Acústicos Municipales, Declaración de Zonas Acústicamente Saturadas. Además las Ordenanzas Municipales deben incluir la delimitación de los usos dominantes de cada zona, de acuerdo con la clasificación establecida en la Ley 7/2002, a los efectos de determinar los objetivos de calidad aplicables en dichas zonas.

El Decreto impone para las mediciones que los sonómetros empleados sean calibrados con un calibrador de clase 1, antes y después de cada medición. Para medir hay que seleccionar el modo de respuesta rápida "Fast".

Las mediciones en el ambiente exterior se efectúan siempre con la pantalla anti-viento situada en el micrófono y cuando el operador considere que las condiciones del viento, lluvia u otros factores meteorológicos pudieran afectar a las mismas, debe hacerlo constar en el informe, valorando, en su caso, la necesidad de realizar la medición en condiciones meteorológicas favorables.

La zona de medición tiene que estar libre de obstáculos y superficies reflectantes. En caso de realizarse a menos de 2 m. de alguna fachada, se debe corregir el valor resultante restándole 3 dB(A) a la medición en concepto de corrección por reflexión.

5.3.1.1. Plan acústico municipal.

La superación en más de 10 dB(A) de los objetivos de calidad sonoros determina la necesidad de elaborar un Plan Acústico Municipal de Ámbito Zonal. Los parámetros a medir son LAeq,D para todo el período diurno y LAeq,N para todo el período nocturno, con las siguientes condiciones de la medición:

- Orientación del micrófono hacia los focos de ruido, con una ligera inclinación hacia arriba (de unos 30-45°).
- Colocación del sonómetro preferiblemente sobre trípode.
- Localización de los puntos de medición en general en aquellos puntos donde el nivel sonoro es más elevado, a una altura entre 3 y 11 metros del suelo y en una zona libre de obstáculos y superficie reflectantes. Si las características de la zona dificultan el situar correctamente el micrófono del sonómetro, los puntos de medición van situados, indicando claramente dónde se ha ubicado el micrófono del sonómetro (altura respecto al suelo, posición, etc.) en las siguientes posiciones:
 - En el exterior de las edificaciones (balcones, terrazas): puntos de medición al menos a 1,5 metros del suelo y lo más alejado posible de la fachada (a ser posible, a 2 metros).
 - En la calle al menos a 2 metros de las fachadas cercanas.
 - En campo abierto al menos a 10 metros de la fuente de ruido, a una altura preferentemente entre 3 y 11 metros y nunca inferior a 1,5 metros del suelo. Se superan en más de 10 dB(A) los objetivos de calidad sonora cuando se compruebe que el nivel de evaluación obtenido supera en más de 10 dB(A) dichos niveles sonoros, más de una vez por semana durante tres semanas consecutivas.

5.3.1.2. Plan de mejora de la calidad acústica.

El Decreto define el Plan de Mejora de la Calidad Acústica, en el supuesto de que la presencia de una infraestructura de transporte ocasione una superación en más de 10 dB(A) de los niveles fijados en la Ley 7/2002. Este plan es adoptado por la administración Pública competente en la ordenación del sector, y contiene las medidas correctoras a adoptar para la reducción de los niveles sonoros en la zona afectada, en función de su uso dominante.

El Plan de Mejora de la Calidad Acústica puede incluir, según las circunstancias, algunas medidas como las siguientes:

- Prohibición de la circulación de alguna clase de vehículos con posibles restricciones de velocidad durante determinados intervalos horarios en que la circulación sea más intensa.
- Utilización de mezclas asfálticas acústicamente absorbentes para la banda de rodadura del pavimento.
- Puesta en servicio de transportes públicos especialmente silenciosos, como los eléctricos, a gas, mixto y similar.
- Acondicionamiento acústico de los túneles, especialmente en sus embocaduras.
- Utilización de pantallas acústicas de diversas formas y materiales, según los casos, que queden, en la medida de lo posible, integradas en el entorno.
- Cuantas medidas de gestión de tráfico se consideren oportunas.

En el supuesto de que las medidas no consiguieran reducir los niveles sonoros, los sectores del territorio afectados al funcionamiento o desarrollo de las infraestructuras de transporte, así como los sectores de territorio situados en el entorno de tales infraestructuras, existentes o proyectadas, pueden quedar gravados por servidumbres acústicas, delimitadas en los mapas de ruido (de acuerdo con la Ley 37/2003).

En el Anexo III se precisan las características de los Mapas acústicos y Programas de Actuación.

5.3.1.3. Mapa Acústico.

El Mapa Acústico del municipio está constituido por la representación gráfica de los niveles de ruido existentes en el municipio, con objeto de analizarlos y aportar información acerca de las fuentes sonoras causantes de la contaminación acústica, con las siguientes características:

- Información organizada en “capas”
- Planos en escala de dibujo mínima de 1:10.000 con Georreferenciación.

Si se dispone de datos suficientes que permitan caracterizar la situación acústica de zonas del municipio mediante métodos predictivos, se emplearán los recomendados en la Directiva 49/2002/CE, representando, al menos, el nivel equivalente ponderado para todo el período diurno (LAeq,D) y para todo el período nocturno (LAeq,N). En cualquier caso, dichos modelos deben ser validados mediante medición en puntos representativos de la zona modelizada.

Las mediciones de los niveles LAeq,D y LAeq,N para caracterizar los niveles sonoros en las zonas en que no se disponga de datos o en su caso, validar los modelos aplicados, se llevan con el micrófono del sonómetro situado a una altura mínima de 1,5 m., evitando obstáculos que puedan apantallar el sonido. Los puntos de medición se eligen en función de las áreas diferenciadas por el uso existente o previsto:

- En las principales vías de comunicación, en las calles elegidas según la intensidad del tráfico.
- En áreas residenciales y comerciales y áreas especialmente protegidas por su valor medio ambiental, los puntos se determinarán mediante cuadrículas. Como norma general, la diferencia de niveles de presión sonora entre puntos de medición adyacentes no debería ser mayor que 5 dB(A). Si significativamente son encontradas mayores diferencias, serán usados puntos intermedios, mediante una cuadrícula de menor tamaño.
- En áreas de suelo no urbanizable, áreas de uso terciario, en los centros históricos y áreas de uso sanitario y docente será suficiente con obtener el nivel de evaluación del punto donde el nivel sonoro sea más elevado.
- Si se trata de municipios turísticos con acusada variación estacional en sus niveles sonoros, se distinguirá entre la situación acústica vacacional y la habitual durante el resto del año.

La representación de los niveles sonoros obtenidos se hace mediante curvas isófonas que delimitan bandas en intervalos de 5 dB(A) según la escala de color indicada en la norma ISO-1996, representando los puntos en los que hayan sido realizadas mediciones.

Sobre el mapa acústico, se identifican las fuentes ruidosas, tanto actividades como infraestructuras, y se representan la clasificación (suelo no urbanizable, urbanizable y urbano) y calificación (usos pormenorizados) urbanística del municipio, con objeto de establecer las siguientes áreas (Ley 7/2002):

- Sectores afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que las reclamen.
- Principales vías de comunicación, distinguiendo las calles en función de los niveles de intensidad sonora.
- Áreas residenciales.
- Áreas de uso terciario, distinguiendo entre Uso industrial, recreativo y de espectáculos y Uso comercial.
- Áreas especialmente protegidas por estar destinadas a usos sanitarios y docentes y culturales.
- Áreas especialmente protegidas por los valores medioambientales que residen en las mismas y que precisan estar preservados de la contaminación acústica (cuando proceda).
- Áreas de los centros históricos.

Cada una de estas áreas debe quedar caracterizada en función de los niveles de ruido existentes en ella. Asimismo, se debe identificar las zonas en que los niveles sonoros superen los objetivos de calidad que le correspondan y en cuanto se superan, en bandas de 5 dB(A).

5.3.1.4. Programa de actuación.

El Programa de Actuación contiene las siguientes medidas a adoptar para mejorar la situación acústica del municipio, sobre la base de la información proporcionada por el Mapa Acústico:

- Ordenación de las actividades generadoras de ruido implantadas o a implantar.
- Regulación del tráfico rodado.
- Programas de minimización de la producción y transmisión de ruidos.
- Establecimiento de sistemas de control de ruido.
- Cualesquiera otras que se consideren adecuadas para reducir los niveles sonoros.

Se debe exponer claramente la delimitación de las zonas en que se van a aplicar dichas medidas, así como el instante en que se van a aplicar y qué vigencia van a tener. También debe proponerse un plan de seguimiento de la efectividad de dichas medidas correctoras, mediante la medición en continuo de los niveles sonoros (monitorizado) o mediante campañas de muestreo programadas.

5.3.1.5. Instrumentos de planeamiento urbanístico.

1. Municipios con obligación de realizar un PAM (> 20.000 habitantes)

El planeamiento general del municipio, debe contemplar en su diseño la información y las propuestas contenidas en el Plan Acústico Municipal (PAM). Si el instrumento de planeamiento altera las condiciones establecidas en el PAM para alguna zona del territorio, es necesario revisar los usos dominantes delimitados y la actualización del PAM en su ámbito territorial.

El planeamiento general del municipio debe contemplar, al menos, los siguientes aspectos:

- Diferenciación entre las áreas acústicas previstas y existentes, en función del uso predominante existente o previsto.
- Ordenación de las actividades generadoras de ruido implantadas o a implantar en el municipio y coherencia con lo establecido por el Programa de Actuación contenido en el PAM.
- Compatibilidad de las zonas recalificadas como urbanizables con los niveles de ruido existentes y los focos de ruido del entorno.
- Medidas correctoras a adoptar para el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos.

El resto de instrumentos de planeamiento deberán justificar que los usos previstos son compatibles con los niveles de ruido existentes y se ajustan a la ordenación de actividades contenidas en el PAM no generando en el entorno un incremento de los niveles sonoros por encima de los objetivos de calidad sonoros. Si esto no es, adoptar las medidas correctoras necesarias para cumplir los objetivos de calidad aplicables. Por fin, justificar que la regulación del tráfico rodado se ajuste a la establecida en el Programa de Actuación del PAM.

2. Municipios sin obligación de realizar un PAM (< 20.000 habitantes)

Todos los instrumentos de planeamiento urbanístico o territorial deben incluir para su aprobación un Estudio Acústico en su ámbito de ordenación, firmado por técnico competente. Si el ámbito de ordenación del instrumento de planeamiento incluye una zona que haya sido declarada ZAS, el Estudio Acústico debe reflejarlo y adoptar las medidas que se hayan impuesto para la gestión de la ZAS y contribuir justificadamente a la reducción de los niveles sonoros, adaptando los usos previstos.

En el caso del planeamiento general del municipio, el Estudio Acústico debe contener:

- Clasificación y usos previos del suelo en el municipio.
- Clasificación del suelo de los municipios colindantes en los lindes con el municipio.
- Identificación de las actividades e infraestructuras ruidosas en el municipio.
- Compatibilidad de las zonas reclasificadas como urbanizables con los niveles de ruido existentes y los focos de ruido de entorno.
- Medidas correctoras a adoptar para el cumplimiento de los objetivos de calidad establecidos.

En el resto de instrumentos de planeamiento, el contenido mínimo del Estudio Acústico es:

- a) Caracterización de la situación previa a la ordenación prevista:
 - Niveles sonoros medidos
 - 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 previos 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 tanto para proteger la ordenación prevista de fuentes de ruido preexistentes en el entorno como para evitar su influencia sobre dicho entorno. Justificación técnica de la efectividad de dichas medidas correctoras.

c) Representación gráfica de la caracterización de la situación acústica previa al desarrollo y de la posterior, con las siguientes características:

- Planos a escala de dibujo mínima de 1:10.000.
- Identificación de los puntos de mediciones.
- Identificación de las fuentes ruidosas, tanto actividades como infraestructuras.

5.3.1.6. Mediciones acústicas.

Es preceptivo iniciar todas las mediciones con la determinación del nivel de ruido de fondo o ambiental. En las mediciones de ruido ambiental, el ruido de fondo se determina mediante el índice La90, proporcionando automáticamente por el analizador estadístico del sonómetro.

En previsión de posibles errores de medición, se adoptan las siguientes precauciones:

- 1) Contra el efecto pantalla. El observador tiene que colocarse en el plano normal al eje del micrófono, detrás de él, y lo más separado posible del mismo para poder efectuar una lectura correcta en el indicado del aparato de medida.
- 2) Contra la distorsión direccional. Se cuida la posición de la inclinación del micrófono para conseguir lecturas que no estén interferidas por la posición direccional del mismo, según indicaciones del fabricante.
- 3) Contra el efecto del viento. Se emplea una pantalla anti viento para efectuar las mediciones.
- 4) Condiciones ambientales. No hay que sobrepasar los límites especificados por el fabricante. Asimismo, cuando el responsable de la medición considerara que las condiciones ambientales pudieran afectar a las mediciones lo hará constar en el informe. Los sonómetros empleados en las mediciones deben ser calibrados con un calibrador de clase 1, antes y después de cada medición. Se inician las medidas con el sonómetro situado en respuesta rápida (Fast) y si las oscilaciones de la lectura son superiores a 4 ó 5 dBA hay que cambiar a respuesta lenta (Slow). En el caso de continuar oscilaciones notables, superiores a 6 dBA, se sitúa el sonómetro en respuesta rápida (Fast) para llevar a cabo un análisis estadístico.

El número de registros y parámetro a medir dependerá del tipo de ruido:

- Ruido continuo-uniforme y ruido continuo-variable: 3 registros con una duración de 15 segundos y con un intervalo de 1 minuto entre cada serie. El valor considerado en cada medición es el máximo nivel instantáneo (LMAX) y el nivel de evaluación sonora, es dado por la media aritmética de las 3 series de medidas realizadas.

- Ruido continuo-fluctuante: La duración de la medición depende de las características del ruido a medir, de modo que el tiempo de observación sea suficientemente representativo y en general superior a 15 minutos. El nivel de evaluación sonora, es determinado por el índice, LA10.
- Ruido esporádico: 3 registros del episodio ruidoso. El valor en cada medición, es el máximo nivel instantáneo, (LMAX) registrado por el aparato de medida. El nivel de evaluación sonora es determinado por la media aritmética de los valores obtenidos en cada una de las 3 series de medida.

TIPO DE RUIDO	NUMERO DE REGISTROS	RESPUESTA DEL DETECTOR	PARÁMETRO A MEDIR
Ruido continuo-uniforme	med. de 15" con 1" intervalo	Fast	LMAX
Ruido continuo-variable	med. de 15" con 4" intervalo	Fast	LMAX
Ruido continuo-fluctuante	t. Represent. (>15')	Fast	LA10
Ruido esporádico/intermitente/aleatorio	3 med.	Fast	LMAX
Ruido de fondo	*	*	*

⁸ Ruido continuo: Ruido ininterrumpido con duración > 5 min.
 Ruido Uniforme: Si la variación de intensidad es < 3 dB(A)
 Ruido Variable: Si la variación de intensidad es > 3 dB(A) y < 6 dB(A).
 Ruido Fluctuante: Si la variación de intensidad es > 6 dB(A).
 Ruido esporádico: Ruido con duración ≤ 5 min.
 Ruido Intermitente: Si la periodicidad se puede determinar.
 Ruido Aleatorio: Si la periodicidad no se puede determinar.

Para medir el Nivel de Recepción Externo (N.R.E.) hay que desistir de la medición en los siguientes casos:

- Si las características climáticas (temperatura y humedad) quedan fuera del rango de las condiciones de medida del equipo utilizado.
- Para la velocidad del viento superior a 3m/s.

Cuando la fuente del ruido considerada se encuentre alejada de la estación de medida, el nivel de recepción externo (N.R.E.) depende significativamente de las condiciones climáticas, por lo que en el informe de medición hay que reflejar las condiciones existentes durante la misma.

En general, el equipo se instala a 1,20 metros del suelo y a 3 metros del límite de la propiedad donde está ubicada la fuente sonora (interna o externa) que origina el ruido objeto de control. El micrófono tiene que estar orientado hacia la fuente sonora. Cuando las circunstancias lo requieren pueden determinarse varias estaciones de medida, así como modificar la altura de situación del sonómetro.

6. ESTUDIO DE LAS FUENTES DE RUIDO EN ALQUERIAS DEL NIÑO PERDIDO.

6.1. Situación geográfica.

Alquerías del niño perdido es un municipio de la comunidad valenciana, perteneciente a la provincia de Castellón que cuenta con unos 5.000 habitantes y una superficie de 12,6Km². A unos 40 metros sobre el nivel del mar y rodeado de campos de naranjos su clima es típicamente mediterráneo, con veranos calurosos e inviernos frescos.

La media pluviométrica es de unos 450 litros/m², repartidos de forma muy irregular.

Se accede al municipio desde Valencia o desde Castellón por la nacional 340 o la AP7, además de tener acceso ferroviario a través de la línea de cercanías de RENFE C2 Valencia-Castellón.



6.2 Ubicación de los puntos de medida.



Como podemos observar en el mapa del municipio, se han marcado 5 puntos significativos, que corresponden a las fuentes que mas influencia van a tener sobre el municipio, por una parte los puntos 1,2 y 3 que corresponden a la carretera nacional que pasa casi a través del pueblo, por otra el punto 4 que corresponde a la carretera cv-2203 que atraviesa el municipio y va a tener una importante influencia sobre el núcleo residencial y por ultimo el punto 5 que corresponde a la línea ferroviaria.

7. RESULTADOS OBTENIDOS.

El proceso para los puntos 1,2,3 y 4 ha sido obtener el nivel de mañana, tarde y noche, realizando la media de 3 medidas de 7 minutos en los diferentes intervalos del día. Estas medidas no son más que un análisis frecuencial por tercios de octava realizado mediante el sonómetro del nivel de ruido de cada zona marcada. Para estos 4 puntos se mostraran las tablas correspondientes a cada periodo del día así como el equivalente total, además de la densidad de tráfico en cada punto.

Para el punto 5 se realizará una predicción del tráfico ferroviario mediante la obtención del nivel de ruido equivalente máximo con paso de un tren y el estudio de un día laborable cualquiera en cuanto a tipos y cantidad de trenes que circulan.

7.1. Punto 1.

Este es uno de los tres puntos que corresponden, como hemos comentado anteriormente, a la carretera nacional 340. En concreto este punto es el inicio de esta vía en su paso por el municipio. La zona residencial próxima estará afectada por esta fuente y mucho más algunas casas que tiene su fachada justo al borde de la carretera.

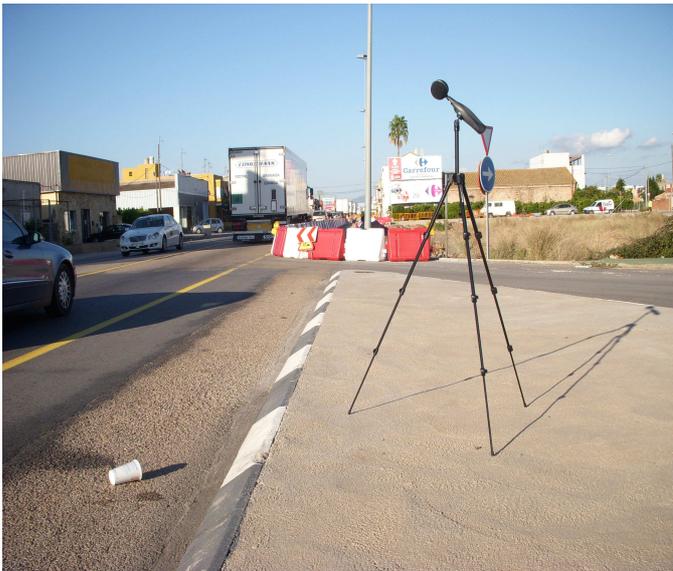


Imagen del punto de medida 1

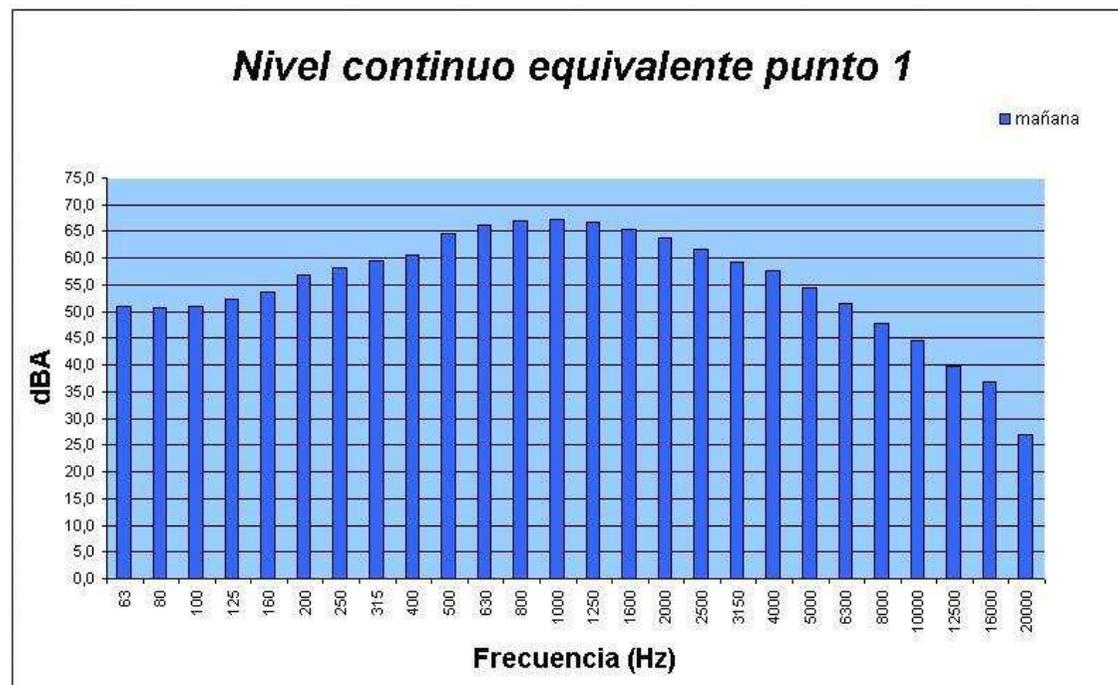
Media de vehículos por hora en el punto 1

	Mañana	Tarde	Noche
Ligeros	1231 v/h	1368 v/h	378 v/h
Pesados	403 v/h	376 v/h	223 v/h

- Nivel equivalente periodo de día “Ld” → 75,5 dBA
- Nivel equivalente periodo de tarde “Le” → 74,1 dBA
- Nivel equivalente periodo de noche “Ln” → 74,5 dBA
- Nivel equivalente en 24 horas “Lden” → 80.1 dBA

Medidas en dBA del punto 1 en periodo de mañana

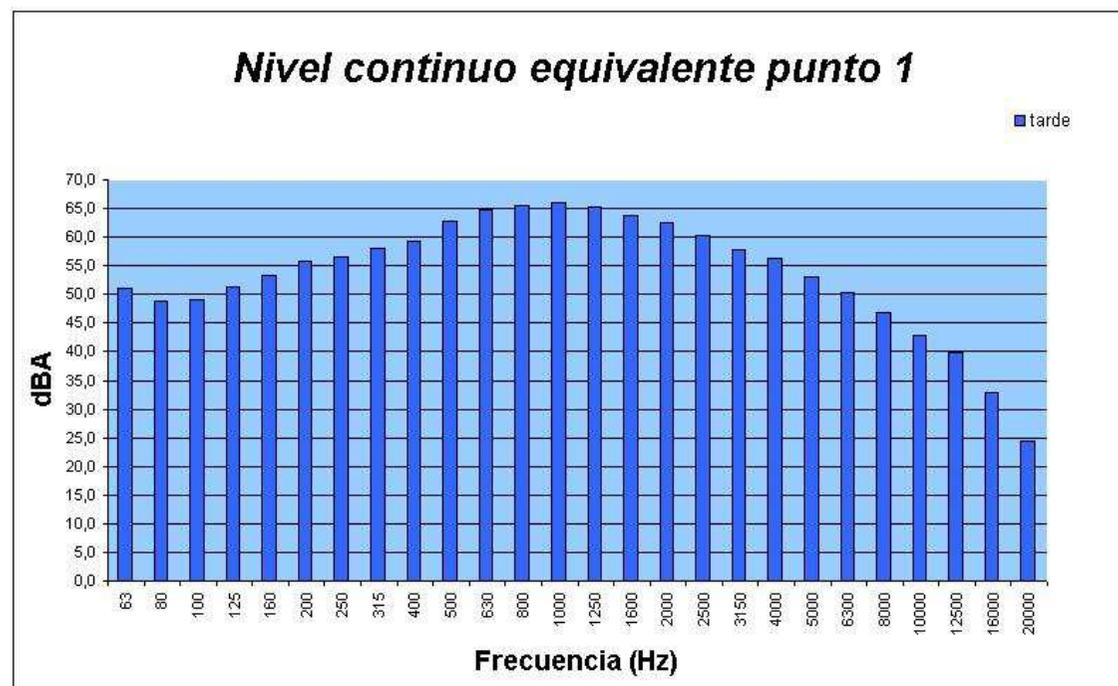
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	51,5	52,8	46,8	51,0
80	51,8	51,0	48,6	50,6
100	51,4	52,9	46,9	51,1
125	52,6	53,6	50,0	52,3
160	53,2	55,0	52,7	53,7
200	56,5	57,1	56,9	56,8
250	57,9	59,5	57,0	58,3
315	58,6	61,4	58,0	59,6
400	60,3	61,6	59,9	60,6
500	64,3	65,2	64,4	64,7
630	65,8	66,5	66,5	66,3
800	66,2	67,6	67,1	67,0
1000	66,4	68,2	67,2	67,3
1250	66,0	67,9	66,3	66,8
1600	64,9	66,4	64,6	65,3
2000	63,5	65,2	62,5	63,9
2500	61,0	63,1	60,2	61,6
3150	59,0	60,9	57,5	59,3
4000	57,1	59,2	55,6	57,6
5000	53,8	56,3	52,3	54,5
6300	51,2	53,2	49,9	51,6
8000	47,6	49,1	46,5	47,9
10000	44,8	46,0	41,3	44,5
12500	40,6	40,7	36,7	39,7
16000	35,4	39,9	30,0	36,7
20000	28,2	28,7	20,2	27,0
Leq Total				75,5



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 1 en periodo de tarde

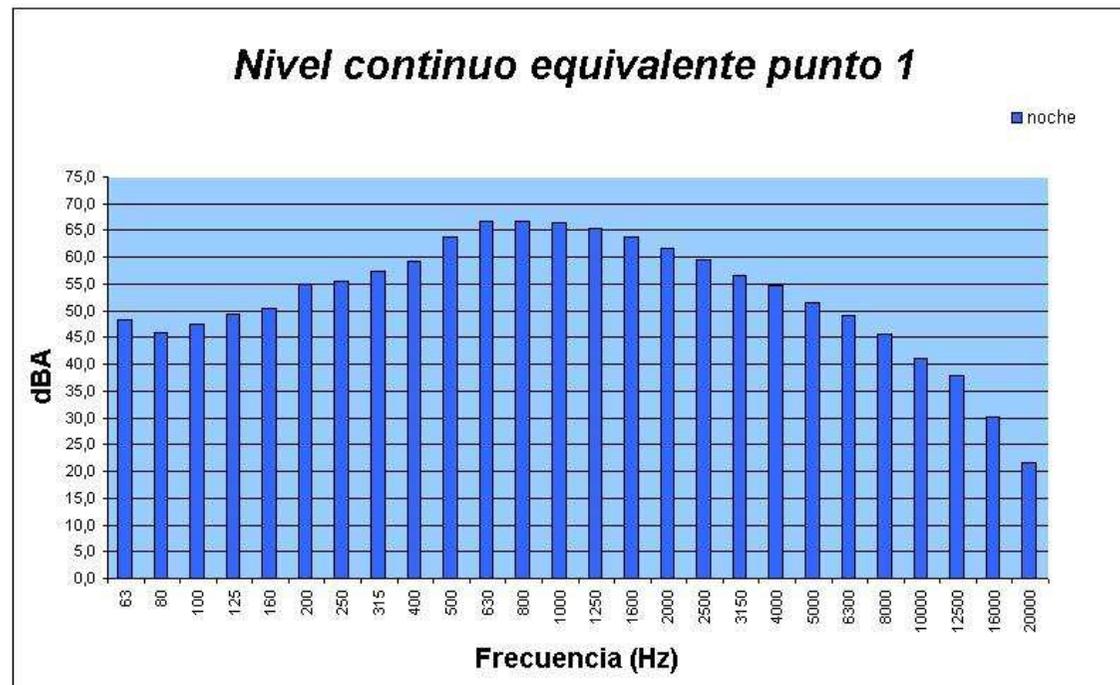
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	52,9	50,9	48,3	51,1
80	50,4	49,0	46,2	48,8
100	49,1	49,7	48,2	49,0
125	51,9	52,0	49,7	51,3
160	53,7	54,9	50,3	53,4
200	57,5	54,8	54,2	55,7
250	57,3	56,4	56,0	56,6
315	58,7	57,7	57,7	58,1
400	60,2	58,6	58,8	59,3
500	63,1	62,3	62,5	62,7
630	65,0	64,0	65,1	64,7
800	65,8	64,9	66,0	65,6
1000	66,4	65,7	66,1	66,1
1250	65,5	65,1	65,4	65,4
1600	63,9	63,5	63,6	63,7
2000	62,8	62,7	61,8	62,4
2500	60,6	60,5	59,8	60,3
3150	57,7	57,7	57,7	57,7
4000	56,3	56,3	56,0	56,2
5000	52,9	52,8	53,2	53,0
6300	50,4	50,2	50,6	50,4
8000	47,0	46,5	46,9	46,8
10000	43,2	42,8	42,6	42,9
12500	41,4	39,2	38,0	39,8
16000	33,8	32,3	32,3	32,9
20000	26,6	22,7	23,0	24,5
Leq Total				74,1



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 1 en periodo de noche

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	48,7	49,3	46,6	48,3
80	47,8	45,2	44,3	46,0
100	47,5	48,9	45,5	47,5
125	49,0	50,2	49,0	49,4
160	49,6	51,5	50,1	50,5
200	54,3	56,6	53,9	55,1
250	55,2	56,5	54,1	55,4
315	56,5	58,0	57,5	57,4
400	57,5	61,0	58,3	59,2
500	63,5	64,4	63,7	63,9
630	66,7	66,9	66,8	66,8
800	66,5	67,5	66,1	66,7
1000	66,1	67,5	65,3	66,4
1250	65,2	66,4	64,4	65,4
1600	63,5	64,8	62,6	63,7
2000	61,2	62,8	60,7	61,7
2500	59,3	60,4	58,5	59,5
3150	56,6	57,4	56,0	56,7
4000	54,3	55,3	54,2	54,6
5000	51,5	51,7	51,6	51,6
6300	49,2	48,9	49,5	49,2
8000	45,9	45,0	46,2	45,7
10000	41,5	40,6	41,5	41,2
12500	37,1	39,0	37,1	37,8
16000	30,0	28,8	31,5	30,2
20000	21,2	20,4	23,1	21,7
Leq Total				74,5



Espectro de ruido en tercios de octava

7.2. Punto2.

Otro de los puntos pertenecientes a la nacional 340 en su paso por el municipio, en concreto, es una entrada y salida secundarias a esta vía. Como el punto 1 este punto influirá negativamente sobre la zona residencial contigua.



Imagen del punto de medida 2

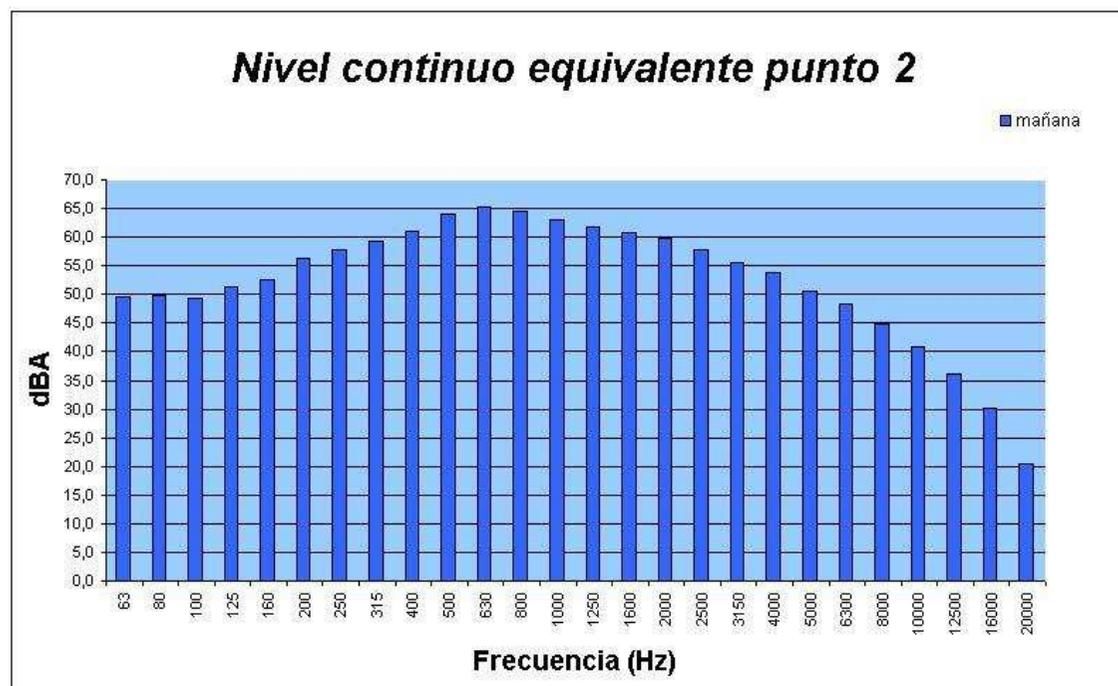
Media de vehículos por hora en el punto 2

	Mañana	Tarde	Noche
Ligeros	1183 v/h	1326 v/h	320 v/h
Pesados	451 v/h	223 v/h	278 v/h

- Nivel equivalente periodo de día “Ld” → 72,9 dBA
- Nivel equivalente periodo de tarde “Le” → 71,1 dBA
- Nivel equivalente periodo de noche “Ln” → 70,2 dBA
- Nivel equivalente en 24 horas “Lden” → 77.1 dBA

Medidas en dBA del punto 2 en periodo de mañana

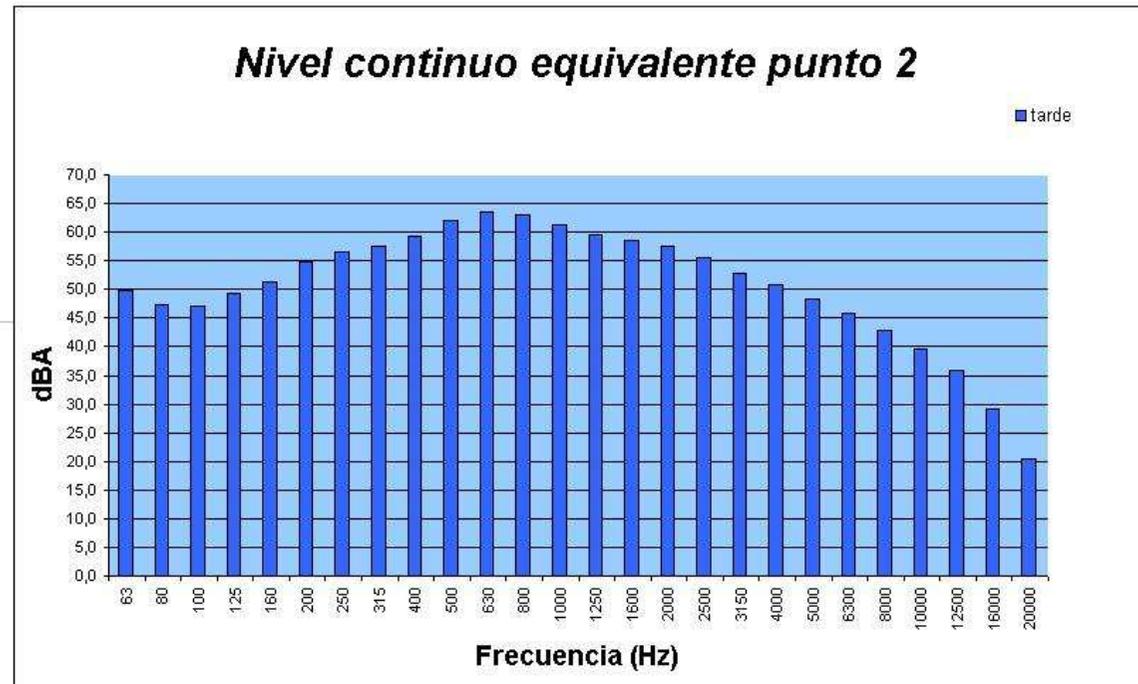
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	48,4	49,8	50,2	49,5
80	47,8	48,7	52,0	49,9
100	46,7	48,7	51,2	49,3
125	50,6	51,6	51,8	51,3
160	51,6	52,6	53,5	52,6
200	56,3	56,6	56,3	56,4
250	57,4	57,7	58,1	57,8
315	59,4	59,4	59,4	59,4
400	60,4	61,1	61,4	61,0
500	63,6	64,7	63,7	64,0
630	64,7	65,7	65,1	65,2
800	64,1	64,7	64,6	64,5
1000	62,5	63,3	63,5	63,1
1250	60,6	61,4	62,9	61,8
1600	59,6	60,0	62,2	60,8
2000	58,7	59,4	60,8	59,7
2500	56,4	58,0	58,6	57,8
3150	53,9	56,4	56,3	55,7
4000	51,9	54,3	55,1	53,9
5000	48,9	51,4	51,1	50,6
6300	46,5	49,8	47,9	48,3
8000	43,4	46,3	44,7	44,9
10000	39,1	42,7	40,2	41,0
12500	34,4	38,1	34,7	36,1
16000	28,8	31,8	29,6	30,3
20000	19,9	21,7	19,6	20,5
Leq Total				72,9



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 2 en periodo de tarde

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	50,0	48,2	50,8	49,8
80	49,2	46,1	46,3	47,4
100	48,9	46,5	44,4	47,0
125	50,6	48,7	48,5	49,4
160	52,6	50,8	50,4	51,4
200	55,6	54,9	53,4	54,7
250	56,6	55,5	57,2	56,5
315	58,0	57,6	56,9	57,5
400	59,7	59,4	58,7	59,3
500	62,7	62,4	60,7	62,0
630	64,1	63,8	62,1	63,4
800	63,7	63,6	61,8	63,1
1000	62,2	61,8	59,8	61,4
1250	60,4	60,0	58,3	59,7
1600	59,1	58,7	57,2	58,4
2000	58,2	57,7	56,4	57,5
2500	56,2	55,5	54,7	55,5
3150	53,3	52,7	52,5	52,8
4000	51,4	50,6	50,5	50,9
5000	48,3	47,9	48,6	48,3
6300	45,8	45,3	46,3	45,8
8000	42,6	42,8	43,0	42,8
10000	39,4	39,3	40,0	39,6
12500	35,3	36,8	35,1	35,8
16000	29,2	28,8	29,6	29,2
20000	21,2	19,9	20,3	20,5
Leq Total				71,1



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 2 en periodo de noche

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	49,1	45,8	44,7	47,0
80	47,2	49,7	43,6	47,5
100	46,0	45,7	44,5	45,4
125	49,0	48,7	46,3	48,1
160	49,5	51,7	48,3	50,1
200	54,3	54,0	52,2	53,6
250	54,6	56,1	53,7	54,9
315	56,8	57,7	54,9	56,6
400	58,1	59,9	57,1	58,5
500	61,4	62,9	59,1	61,4
630	62,2	64,1	60,4	62,5
800	61,5	63,8	60,0	62,0
1000	60,9	61,1	57,8	60,1
1250	60,4	59,4	55,9	58,9
1600	59,1	58,2	55,0	57,7
2000	58,6	57,2	54,2	57,0
2500	57,3	55,5	53,7	55,7
3150	54,7	53,3	50,7	53,2
4000	52,5	50,7	48,0	50,8
5000	49,9	48,0	44,9	48,1
6300	48,1	45,7	42,7	46,0
8000	44,8	42,7	40,5	43,0
10000	41,1	39,9	35,8	39,5
12500	36,4	33,7	32,4	34,5
16000	32,2	26,4	27,0	29,4
20000	20,5	19,0	18,4	19,4
Leq Total				70,2



Espectro de ruido en tercios de octava

7.3. Punto 3.

Ultimo de los tres puntos pertenecientes a la nacional 340 en su paso por el municipio. Este punto corresponde a la entrada y salida principales del municipio y se encuentra en una zona principalmente industrial, alejada de cualquier zona residencial.



Imagen del punto de medida 3

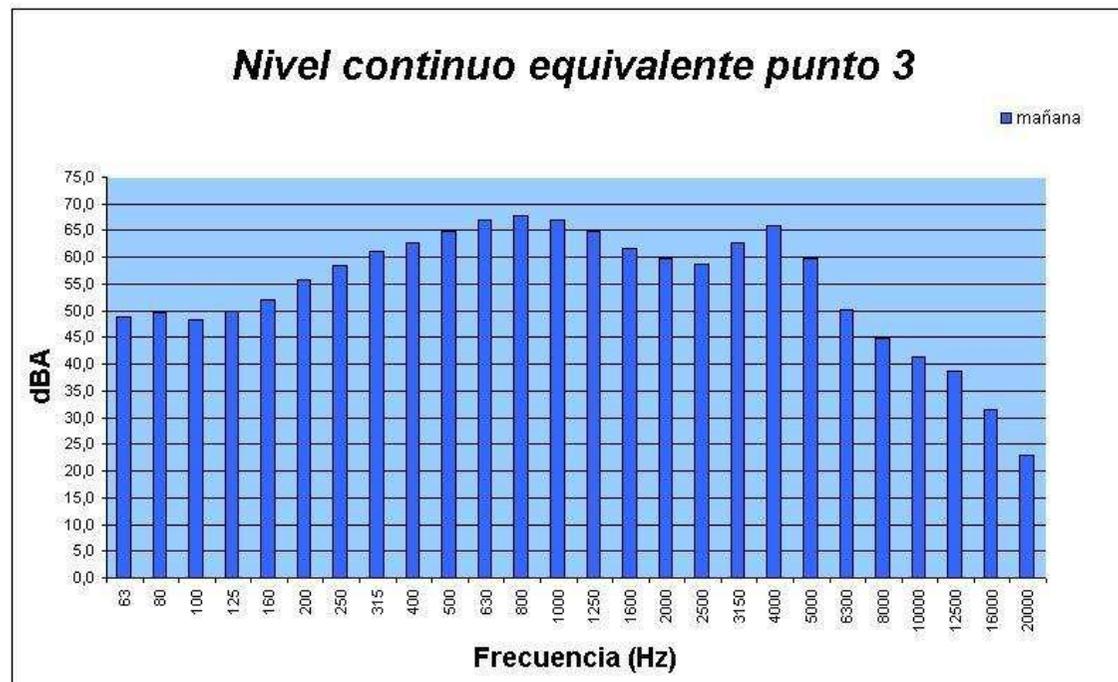
Media de vehículos por hora en el punto 3

	Mañana	Tarde	Noche
Ligeros	1471 v/h	1417 v/h	320 v/h
Pesados	374 v/h	267 v/h	383 v/h

- Nivel equivalente periodo de día “Ld” → 75,7 dBA
- Nivel equivalente periodo de tarde “Le” → 74,1 dBA
- Nivel equivalente periodo de noche “Ln” → 72,1 dBA
- Nivel equivalente en 24 horas “Lden” → 79.3 dBA

Medidas en dBA del punto 3 en periodo de mañana

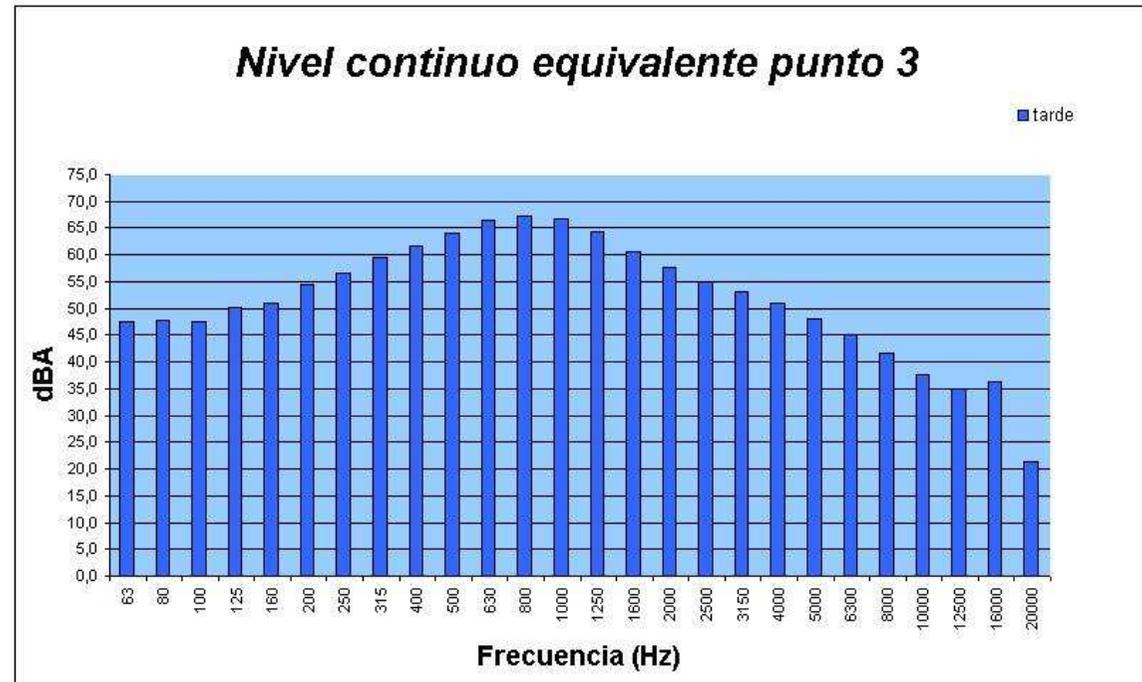
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	47,7	50,3	48,0	48,8
80	48,5	51,2	48,3	49,5
100	46,2	49,0	49,2	48,3
125	49,6	50,3	50,1	50,0
160	52,8	52,0	51,4	52,1
200	54,8	56,7	55,4	55,7
250	57,9	59,2	57,9	58,4
315	60,8	62,1	60,2	61,1
400	62,8	62,8	62,4	62,7
500	64,6	65,5	64,5	64,9
630	66,6	67,8	66,7	67,1
800	67,3	68,3	67,4	67,7
1000	66,6	67,6	66,6	67,0
1250	64,0	65,7	64,4	64,8
1600	60,5	63,1	61,0	61,7
2000	58,0	61,9	58,6	59,9
2500	55,5	61,5	56,3	58,6
3150	53,3	67,1	54,2	62,7
4000	51,0	70,7	52,1	66,0
5000	47,6	64,2	49,2	59,7
6300	44,6	53,7	46,6	50,1
8000	40,9	47,6	43,2	44,8
10000	37,0	44,1	40,2	41,4
12500	31,7	42,1	36,0	38,6
16000	26,0	33,5	32,2	31,6
20000	18,6	24,4	24,0	23,0
Leq Total				75,7



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 3 en periodo de tarde

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	50,3	45,4	44,7	47,6
80	48,1	46,5	48,3	47,7
100	49,1	46,6	46,1	47,5
125	52,1	48,8	48,3	50,1
160	52,0	49,9	50,4	50,9
200	55,1	54,0	54,0	54,4
250	58,0	56,4	55,4	56,7
315	60,2	59,9	58,6	59,6
400	62,1	61,6	61,1	61,6
500	64,1	64,1	64,0	64,1
630	66,3	66,5	66,4	66,4
800	67,6	67,2	66,9	67,3
1000	67,4	66,3	66,1	66,6
1250	65,4	63,5	63,5	64,2
1600	62,0	59,7	60,0	60,7
2000	59,2	56,9	56,8	57,8
2500	56,4	54,6	53,9	55,1
3150	54,2	52,7	52,0	53,1
4000	52,0	51,1	49,8	51,1
5000	48,7	48,2	46,9	48,0
6300	45,9	44,7	44,3	45,0
8000	42,1	40,8	41,5	41,5
10000	38,4	36,6	38,0	37,7
12500	33,5	37,1	32,7	34,9
16000	28,0	40,7	27,3	36,3
20000	19,6	24,1	18,3	21,4
Leq Total				74,1



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 3 en periodo de noche

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	43,9	47,6	41,8	45,1
80	46,3	45,7	43,6	45,3
100	44,3	45,0	47,6	45,9
125	48,2	48,8	47,7	48,2
160	50,0	50,7	48,3	49,7
200	53,8	54,5	52,4	53,7
250	54,6	56,8	55,3	55,7
315	56,6	59,1	57,5	57,9
400	58,6	60,9	59,7	59,8
500	60,8	62,9	61,6	61,9
630	64,4	64,5	64,3	64,4
800	65,8	65,5	64,7	65,4
1000	64,5	65,0	63,5	64,4
1250	61,4	63,0	60,5	61,8
1600	57,5	59,4	56,8	58,1
2000	54,7	56,8	53,6	55,2
2500	52,5	54,2	51,1	52,8
3150	51,1	52,1	49,2	50,9
4000	49,1	50,1	47,5	49,0
5000	46,7	48,0	44,5	46,6
6300	44,6	56,2	42,4	51,9
8000	41,5	50,4	39,6	46,5
10000	39,5	41,6	37,8	39,9
12500	35,6	42,6	35,6	39,3
16000	29,3	38,0	34,4	35,2
20000	20,8	32,4	21,0	28,2
Leq Total				72,1



Espectro de ruido en tercios de octava

7.4. Punto 4.

Este punto corresponde a una de las rotondas de la carretera cv-2203 que atraviesa el municipio y se encuentra en una zona principalmente residencial.



Imagen del punto de medida 4

Media de vehículos por hora en el punto 4

	Mañana	Tarde	Noche
Ligeros	556 v/h	491 v/h	80 v/h
Pesados	37 v/h	29 v/h	8 v/h

- Nivel equivalente periodo de día “Ld” → 71,1 dBA
- Nivel equivalente periodo de tarde “Le” → 71,4 dBA
- Nivel equivalente periodo de noche “Ln” → 62,8 dBA
- Nivel equivalente en 24 horas “Lden” → 73 dBA

Medidas en dBA del punto 4 en periodo de mañana

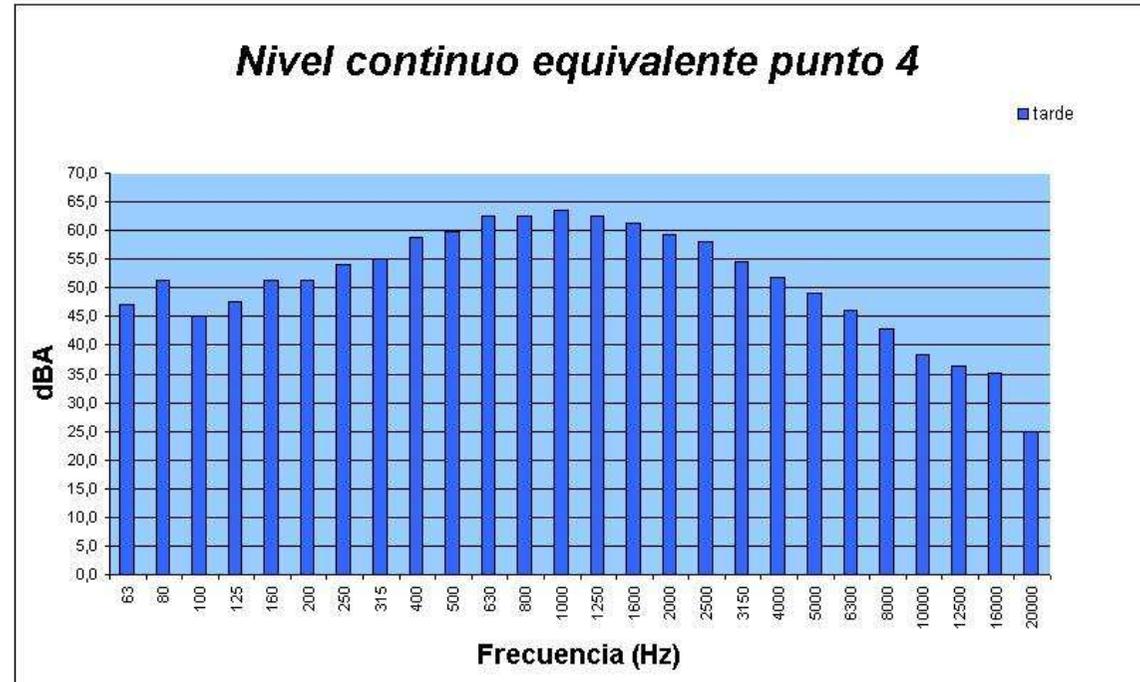
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	42,9	45,7	48,4	46,2
80	42,1	44,9	50,6	47,4
100	41,2	46,3	53,1	49,4
125	43,6	47,3	54,7	50,9
160	45,3	48,4	53,8	50,6
200	49,2	50,4	54,3	51,9
250	51,4	52,3	57,2	54,4
315	51,7	55,0	58,7	56,0
400	53,1	54,9	57,9	55,8
500	55,9	56,6	59,5	57,6
630	56,8	58,4	61,1	59,1
800	59,0	60,8	62,3	60,9
1000	60,5	62,4	63,9	62,5
1250	60,0	62,5	63,9	62,4
1600	59,2	61,8	63,2	61,7
2000	57,1	60,2	61,9	60,2
2500	55,0	61,7	59,9	59,7
3150	52,1	64,8	57,1	60,9
4000	48,7	55,2	54,4	53,5
5000	46,3	54,0	52,7	52,0
6300	43,6	49,0	49,0	47,8
8000	40,0	48,1	45,5	45,6
10000	35,0	45,8	40,5	42,5
12500	30,1	39,0	38,8	37,4
16000	23,3	37,7	32,2	34,1
20000	14,0	25,1	20,5	21,8
Leq Total				71,1



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 4 en periodo de tarde

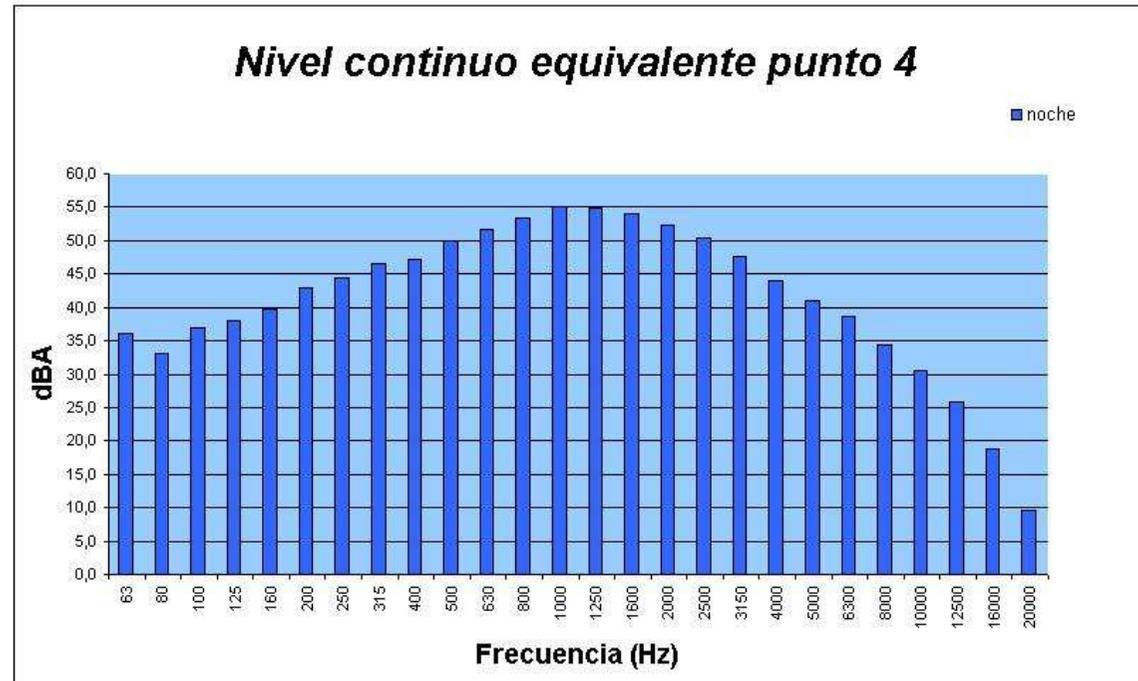
Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	48,6	46,8	44,4	47,0
80	52,6	46,2	52,5	51,3
100	46,8	44,0	43,9	45,1
125	50,0	46,0	44,7	47,5
160	47,1	47,7	54,9	51,4
200	50,1	53,3	49,4	51,3
250	52,4	55,7	53,8	54,2
315	52,9	57,3	54,0	55,2
400	53,0	62,8	53,2	58,8
500	55,3	63,3	54,9	59,7
630	57,1	66,5	55,9	62,6
800	59,2	66,0	57,9	62,6
1000	60,9	66,2	60,9	63,4
1250	61,6	64,3	61,4	62,7
1600	60,4	62,7	60,1	61,2
2000	58,2	60,6	59,0	59,4
2500	56,1	58,2	59,1	57,9
3150	53,0	55,6	54,9	54,7
4000	50,0	52,3	52,9	51,9
5000	47,2	49,5	50,2	49,1
6300	44,5	47,6	45,8	46,2
8000	43,3	43,7	41,0	42,8
10000	37,5	39,4	38,0	38,4
12500	34,6	39,1	33,6	36,4
16000	31,0	39,1	25,6	35,1
20000	18,9	29,2	16,2	25,0
Leq Total				71,4



Espectro de ruido en tercios de octava

Medidas en dBA del punto 4 en periodo de noche

Frecuencia (Hz)	M1 dBA	M2 dBA	M3 dBA	Media dBA
63	34,8	36,0	37,4	36,2
80	29,9	33,2	35,1	33,2
100	33,5	38,9	36,8	36,9
125	37,1	38,4	38,1	37,9
160	36,5	41,4	39,7	39,6
200	39,3	45,3	42,3	43,0
250	40,1	45,5	45,7	44,4
315	44,4	46,8	47,7	46,5
400	44,7	48,0	48,3	47,2
500	47,8	50,5	50,7	49,9
630	50,4	52,2	51,9	51,6
800	50,9	53,5	54,8	53,3
1000	52,0	54,9	57,1	55,2
1250	52,3	54,9	56,5	54,9
1600	51,5	54,3	55,6	54,1
2000	51,1	52,3	53,5	52,4
2500	49,7	50,5	51,1	50,5
3150	46,3	48,4	47,8	47,6
4000	43,9	44,0	44,1	44,0
5000	40,2	41,6	41,0	41,0
6300	38,5	39,0	38,2	38,6
8000	32,8	36,1	33,6	34,4
10000	28,6	32,4	29,6	30,5
12500	24,1	25,6	27,4	25,9
16000	15,7	21,0	18,2	18,8
20000	7,7	11,4	8,5	9,5
Leq Total				62,8



Espectro de ruido en tercios de octava

7.5. Punto 5

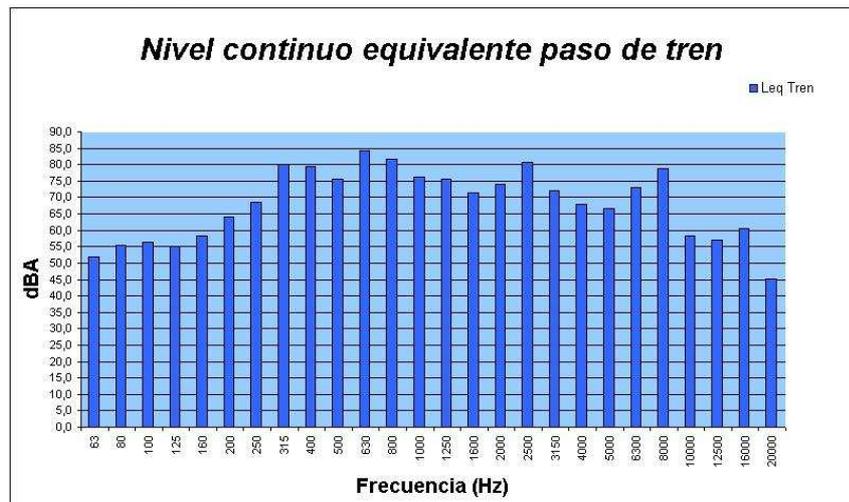
Este punto corresponde a la estación de trenes del municipio. Esta línea de cercanías es la C-6 Valencia Nort – Castellón de la Plana. La inmensa mayoría de trenes que circulan por esta línea son los trenes de la serie 446 de RENFE. Fabricados entre 1989 y 1993 estos trenes están formados por 3 coches, con una longitud total de 75m, y circulan a una velocidad máxima de 100Km/h.



Imagen del punto de medida 5

Medidas en dBA de paso de un tren

Frecuencia (Hz)	dBA
63	51,8
80	55,6
100	56,2
125	55,2
160	58,4
200	64,0
250	68,5
315	80,2
400	79,5
500	75,5
630	84,3
800	81,7
1000	76,1
1250	75,7
1600	71,5
2000	73,9
2500	80,7
3150	72,1
4000	68,0
5000	66,7
6300	73,0
8000	79,0
10000	58,4
12500	57,0
16000	60,6
20000	45,2
Lmax slow tren	90,1



Espectro en frecuencia por tercios de octava

7.5.1 Predicción del ruido de trenes en el punto 5

Con la ayuda del sonómetro se obtuvo un nivel máximo con paso de tren de 90.1 dBa a 10 m de distancia.

Agrupación de trenes en las distintas franjas horarias:

	IDA	VUELTA
Mañana [7:19]	30 trenes	29 trenes
Tarde [19:23]	9 trenes	9 trenes
Noche [23:7]	2 trenes	3 trenes

Nivel equivalente por tren por franja horaria

	Horas	T(s)	Lmax paso de tren	te	Leq,T
Mañana	12	43200	90.1 dBa	3.3	48.9
Tarde	4	14400	90.1 dBa	3.3	53.7
Noche	8	28800	90.1 dBa	3.3	50.6

Nivel equivalente para todos los trenes de ida y de vuelta por franja horaria

IDA	Nº Trenes	Leq T	Leq T total trenes
Mañana [7:19]	30	48.9	63.7
Tarde [19.23]	9	53.7	63.2
Noche [23:7]	2	50.6	53.6

VUELTA	Nº Trenes	Leq T	Leq T total trenes
Mañana [7:19]	29	48.9	63.5
Tarde [19.23]	9	53.7	63.2
Noche [23:7]	3	50.6	55.4

TODOS	Nº Trenes	Leq T	Leq T total
Mañana [7:19]	59	48.9	66.6 → Ld
Tarde [19.23]	18	53.7	66.2 → Le
Noche [23:7]	5	50.6	57.5 → Ln

- Lden = 68 dba

8. ANALISIS DE LOS RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA.

Una vez presentados los resultados es hora de analizarlos y compararlos con los niveles establecidos en el anexo II de la ley 7/2002. Recordemos que los límites establecidos por esta ley son los siguientes:

Uso dominante	Nivel sonoro dB(A)	
	Día	Noche
Sanitario y docente.....	45	35
Residencial.....	55	45
Terciario.....	65	55
Industrial.....	70	60

Cabe también recordar que la organización mundial de la salud considera que a partir de 65 dBA de nivel equivalente en 24 horas existe contaminación acústica.

A continuación realizaremos el análisis en 3 partes, en la primera agruparemos los 3 primeros puntos que corresponden a la carretera nacional 340 en su paso por el municipio, en la segunda analizaremos el punto 4 correspondiente al paso de la carretera cv-2203 por el interior del municipio y finalmente comentaremos el punto 5.

8.1. Análisis de los puntos 1, 2 y 3.

Como podemos observar los niveles obtenidos para lo periodos de día, tarde y noche en estos 3 puntos sobrepasan cualquiera de los límites establecidos por el anexo II de la ley 7/2002. Observando también el nivel equivalente en 24 horas “Lden” podemos decir que esta fuente de ruido esta generando una cantidad considerable de contaminación acústica que va influir negativamente en las zonas residenciales cercanas y sobre todo en los hogares que tienen su fachada directamente expuesta a la carretera sobre todo en los puntos 1 y 2 que son los que mas cerca se encuentran de alguna zona residencial. En el punto 3 se genera también gran cantidad de contaminación acústica pero su influencia no es tan directa sobre la población ya que es el más alejado de cualquier zona residencial.

Todo esto sucede por varias razones, una de ellas es por la gran densidad de tráfico, especialmente vehículos pesados que utilizan esta carretera para viajar desde valencia hasta Castellón y Villareal y deben pasar por este tramo. Otra de las razones es que el tráfico en esta zona no respeta los límites de velocidad establecidos en este tramo aumentando así la cantidad de ruido generado.

- Posibles soluciones:

A corto plazo podría reducirse el ruido en este tramo limitando aun más la velocidad de circulación del tráfico, reduciendo esta velocidad de paso de 40 a 20 Km/h y colocando controles automáticos de velocidad “radars” que obligarían a reducir considerablemente la velocidad en el paso por este tramo.

A largo plazo podría ampliarse el tramo de autovia que finaliza actualmente a escasos 3 kilómetros del municipio para desviar el tráfico y alejarlo de la población.

8.2. Análisis del punto 4.

Los niveles en este punto también sobrepasan los límites establecidos para zonas residenciales proporcionados en el anexo II de la ley 7/2002. Como vemos los niveles son inferiores a los puntos 1, 2 y 3, debido a una densidad de tráfico más baja, pero aun así se genera gran cantidad de contaminación acústica en este punto sobre todo a horas punta de la mañana y de la tarde cuando la gente utiliza esta carretera para ir y volver a sus puestos de trabajo.

- Posibles soluciones:

Se debería reducir la velocidad de tráfico también en este punto ya que los vehículos pasan de una velocidad máxima por señalización de 80 km/h a 40 Km/h cuando llegan a esta rotonda.

8.3. Análisis del punto 5.

En este punto se ha realizado una predicción de ruido de ferrocarril correspondiente a un día laboral cualquiera.

Como podemos ver también se genera contaminación acústica en este punto pero la cantidad es mucho menor que en los anteriores. Aunque este punto este alejado del núcleo urbano tendrá influencia negativa sobre 2 zonas residenciales cercanas a la estación.

- Posibles soluciones:

Una solución para paliar el ruido de este punto sería construir un paso subterráneo del tren cuando este circule por el municipio, pero sería una solución económicamente muy costosa y prácticamente inviable.

9. BIBLIOGRAFIA .

-<http://www.elruido.com>

-<http://www.wikipedia.es>

-<http://www.google.com>

-Ley 7/2002, de 3 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, de Protección contra la Contaminación Acústica.

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

-Apuntes de Contaminación Acústica.