



# INFORME DE RUIDO

Sensor 1106 | Plaça  
Torrent (6m altura)  
| Zona Passeig  
Marítim

NOVIEMBRE 2023

Red de sensores ambientales desarrollados, construidos y mantenidos por la Asociación de Makers de Mallorca



## Índice

1. **Introducción**.....
2. **Informe ejecutivo**.....
3. **Metodología, cálculos y umbrales**.....
4. **Análisis de las emisiones acústicas**.....

## 1. Introducción

El presente documento tiene por objeto el análisis histórico de:

- Mediciones acústicas de los últimos 3 meses, con la discriminación del ruido atribuible a la actividad de locales o ocio, tráfico rodado pesado y obras de la vía pública.
- Comparativa con sensores de referencia.

Los sensores de ruido ambiental utilizados están diseñados y construidos bajo los estándares de hardware y software abierto. Por lo que la documentación técnica es de acceso libre y se puede consultar en: <https://github.com/McOrts/jaleometro>



## 2. Informe ejecutivo

<b>Disponibilidad</b>	<p>El dispositivo objeto de este estudio ha estado operativo en un <b>87,74%</b> en el periodo de estudio de este informe:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Desde las <b>20:00 del 25 agosto de 2023</b></li><li>• A las <b>17:00 del 24 noviembre de 2023</b></li></ul>
<b>Análisis de las mediciones acústicas</b>	<p>Hay un claro patrón de ruido máximo puntual excedido de los límites nocturnos en torno a la media noche de los sábados y los domingos. Que no está justificado con el ruido procedente del tráfico de camiones nocturno ya este se produce todas las noches y en el resto de la semana no hay un patrón de ruido excedido.</p> <p>Comparativamente con el análisis respecto a otros 12 sensores de sonido de la ciudad de Palma de Mallorca. Muestra unos indicadores de mediciones, alarmas y alertas que sitúan a esta localización dentro de las dos más ruidosas.</p>
<b>Incidencias</b>	<p>A mediados del mes de octubre se activó el ajuste de compensación de ruido por viento. El sensor está expuesto a vientos dirección S y SE.</p>

### Horarios de las fuentes de ruido próximas

Este sensor se ve afectado de tres tipos de fuentes de ruido: locales de ocio nocturno, obras en vía pública y tráfico rodado pesado.

A continuación, se detallan los horarios observados de estas actividades:

Nombre	Días	Horario
Local Shamrock	Toda la semana	De 18h a 6h
Local Three Lions	Toda la semana	De 20h a 6h
Obras públicas	De lunes a viernes	De 8h a 16h
Tráfico camiones	Toda la semana	De 4h a 7h

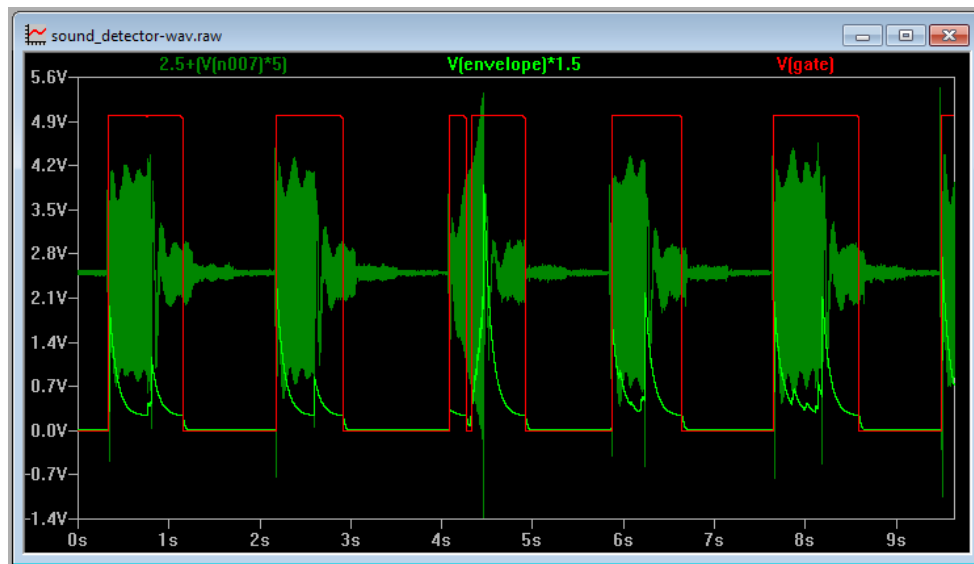
### Localización



### 3. Metodología, cálculos y umbrales

El Cuando hablamos de sonido o de ruido, la magnitud que se utiliza con mayor frecuencia son los dBA y la medida estandarizada para calidad ambiental es la LAeq (Equivalent Continuous Sound Pressure Level). En nuestro caso será para el tiempo dado de 10 minutos. Calcular este indice requiere de varias transformaciones, calibrados y cálculos que se detallan a continuación:

**(A)** Partimos que el sensor de sonido SparkFun Sound Detector nos da una medida analógica con un rango de 0 a 4500. Puede dar valores superiores pero aplicamos un filtro software de banda alta para eliminar los outlier. Si embargo esta medida analógica no es el valor instantáneo del sonido o presión sonora. Si no la envolvente de 1 segundo de muestreo calculada por el circuito del sensor. Línea verde del gráfico:



Este gráfico muestra los voltajes de salida a lo largo del tiempo.

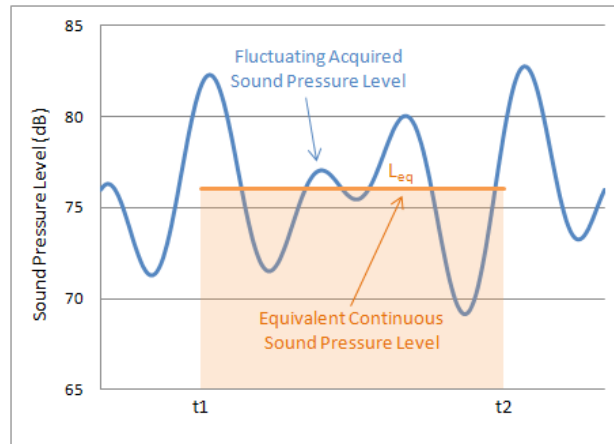
- El trazo verde oscuro es la salida de audio del detector de sonido. El voltaje de audio directamente desde el micrófono se encuentra en esta salida.
- El trazo verde claro es la envolvente. Este voltaje analógico rastrea la amplitud del sonido. Se puede observar que el tercer pulso se vuelve notablemente más fuerte a medida que avanza.
- Finalmente, la línea roja es la salida de la puerta. Esta salida es baja cuando las condiciones son tranquilas y aumenta cuando se detecta sonido.

**(B)** Y tenemos que determinar el valor base que corresponda con la medida en silencio.

1. Calculamos el ruido medio del periodo de ciclo de transmisión que es de 10 minutos. La formula matemática del calculo del nivel de presión sonora continuo equivalente en dB es:

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2}{p_0^2} dt \right]$$

Donde:  $L_{eq} = p_0$  = nivel de presión de referencia (típicamente  $20 \mu\text{Pa}$ )  $p_A$  = presión sonora adquirida  $t_1$  = tiempo de inicio de la medición  $t_2$  = tiempo de finalización de la medición



2. Finalmente para obtener el  $L_{Aeq}$  basándonos en la media y no al  $L_{eq}$  anterior que sería lo correcto. Aplicamos la fórmula que nos dará una magnitud en decibelios:

$$L_{Aeq} = \text{Calibración} * 20 * \log_{10} ( \text{Ruido Medio} / \text{Ruido Base} )$$

### Umbrales de alarmas y avisos

Todas las medidas de ruido son valoradas conforme a los siguientes límites basados en los niveles recomendados por La Organización Mundial de la Salud (OMS) según lo publicado en enero de 2019 bajo el título de "Environmental noise guidelines for the European Region"

- Ruido diurnos en zonas residenciales no superen los 55 decibelios (dB) para evitar molestias y efectos adversos para la salud.
- Para la noche, el límite recomendado es generalmente más bajo, alrededor de 40 dB, para prevenir perturbaciones en el sueño.

Sin embargo el sistema se han ajustado los límites a valores superiores para alinearlos con las regulaciones locales:

Horario	Límite alarma	Límite aviso
De 8h a 24h	85 dBa	65 dBa
De 24h a 8 h	55 dBa	45 dBa

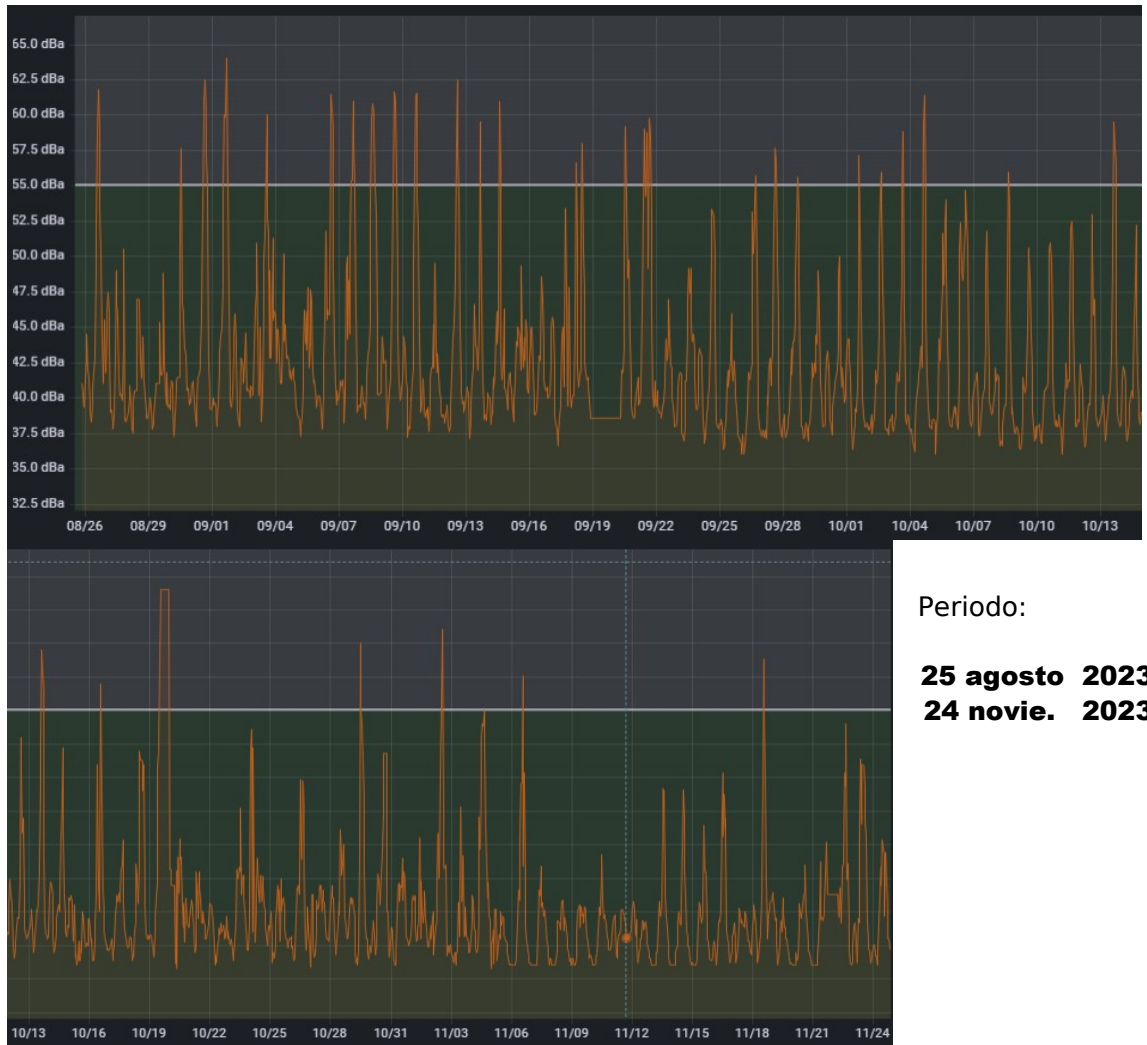
Se consideran **avisos** a aquellas mediciones que aunque no superen los límites, están próximos.

Las **alarmas** están clasificadas según el tipo de medición:

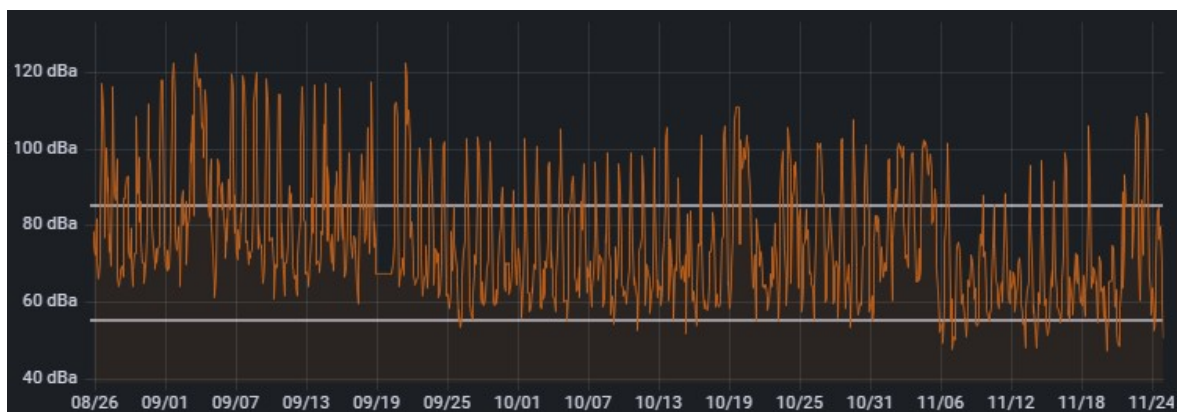
- **Ruido medio excedido.** Cuando el  $L_{Aeq}$  ha excedido durante todo el periodo de medición: 10 minutos.
- **Ruido mínimo excedido.** Cuando esta medición a superado el límite en algún momento.
- **Ruido máximo puntual.** El sistema registra los tres últimos periodos de 10 minutos. Y si de forma consecutiva se han superado los límites. Se emite esta alarma.

## 4. Análisis de las emisiones acústicas

Las medición principal del ruido **medio calculado en base al Laeq** para todo el periodo se presenta aquí sobre la línea límite de los 55 dBa establecida para el horario nocturno:



Respecto a la medición de ruido máximo detectado en cada periodo de muestra de 10 minutos, esta es la gráfica con las líneas límites nocturnas y diurnas:





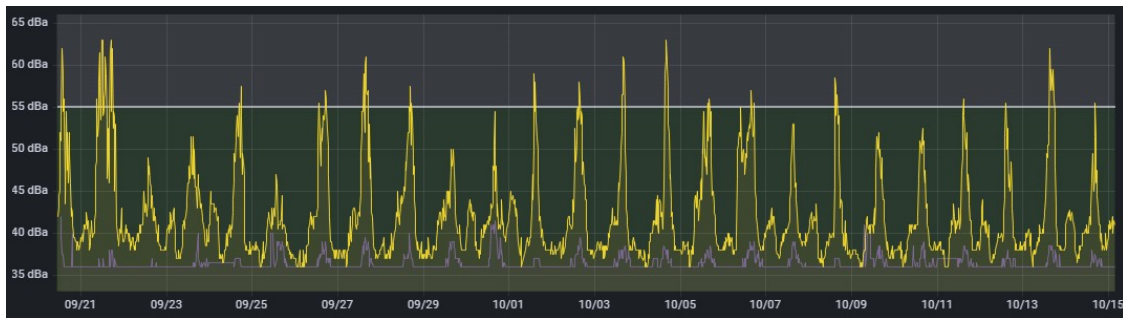
Estas mediciones ha generado las siguientes alarmas y avisos:

Tipo	Alarmas	Avisos
LAeq superado	24	
LAeq próximo	119	
Ruido puntual		5490
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>5490</b>

### Análisis comparativo

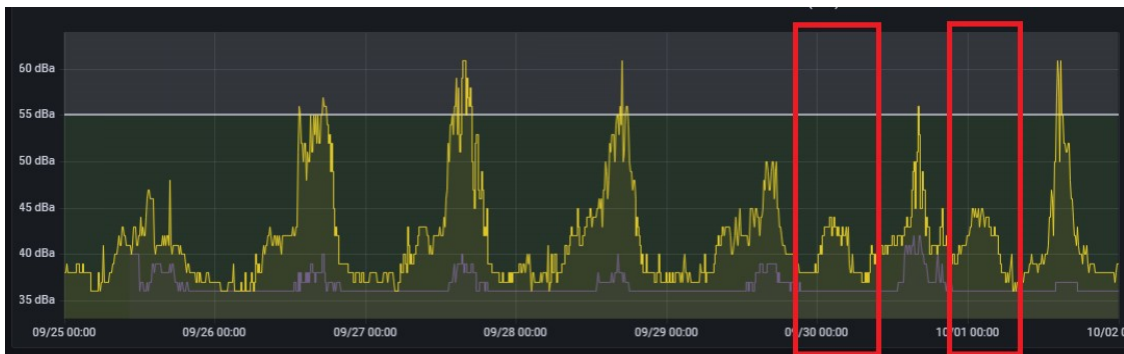
Tomando como referencia un sensor sin la problemática descrita en las condiciones de este estudio. En este caso el situado el barrio de Canamunt y en concreto, en la calle Pes Formatge número 2 a 5 metros a altura respecto a la calle.

En la gráfica comparativa del nivel de ruido medio (Laeq). Donde el color amarillo corresponde al sensor estudiado. Se aprecian varias diferencias significativas que revelan un mayor y continuado nivel de ruido:

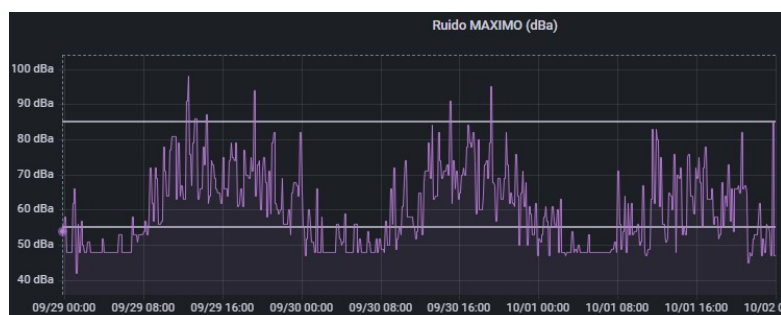


- La línea base está situada entre uno y dos decibelios más respecto al sensor de referencia.
- Se observa una clara correlación en la curva de incremento de ruido. Pero con una desviación temporal que marca el inicio de los niveles de ruido antes, en horas próximas al mediodía.

Si nos centramos en una semana tipo al final de la temporada alta turística como puede ser la última de septiembre.

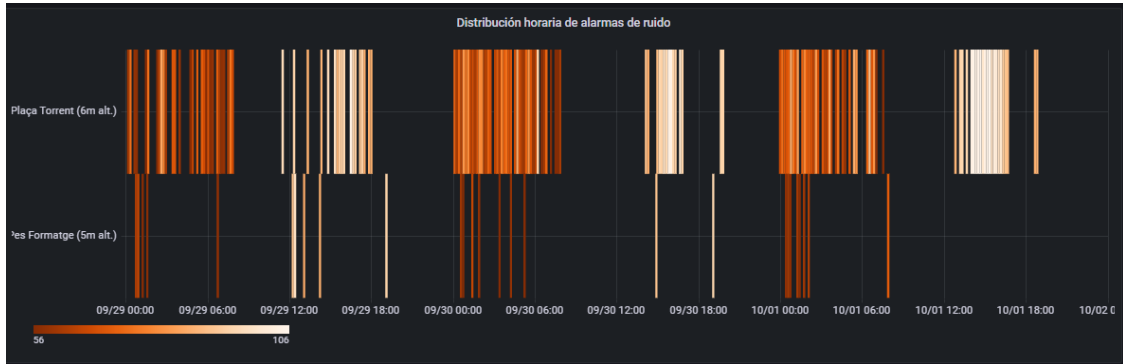


- Se ha remarcado en rojo los periodos nocturnos donde no hay correlación con el sensor situado en una zona sin locales de ocio nocturno. Es un patrón que se repite durante todo el periodo estudiado.
- Si mostramos el detalle las lecturas de ruido máximo puntual. Se observan algunos valores sobre el límite nocturno en la noche del jueves al viernes. Pero en las dos



siguientes, los valores se superan más y durante toda la noche del viernes al sábado.

- Si se presenta un mapa de calor de alarmas de ruido máximo para el periodo comparado anteriormente. Se observa claramente una correlación entre los horarios de apertura de los locales de ocio y las alarmas detectadas cuando se inicia el horario nocturno. También hay que señalar que en las horas anteriores a las 12 de la noche, no se superan los límites establecidos.



Este hecho corresponde con los índices de ocupación de los dos locales adyacentes publicados por Google:

