

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

**“ESTUDIO HIGIÉNICO DE RUIDO EN  
EMPRESA DE DESARROLLO DE  
SEGUIDORES SOLARES FOTOVOLTAICOS”**

**TUTOR: TEMISTOCLES QUINTANILLA**

**ALUMNO: ANDREE SCHENEIDER NUÑEZ**

**CURSO ACADÉMICO: 2022/2023**

**CONVOCATORIA: ORDINARIA**



## **INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D. TEMÍSTOCLES QUINTANILLA ICARDO, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado **“ESTUDIO HIGIÉNICO DE RUIDO EN EMPRESA DE DESARROLLO DE SEGUIDORES SOLARES FOTOVOLTAICOS”** y realizado por el estudiante ANDREE SCHENEIDER NUÑEZ.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 14/07/2023

Fdo.: - \_\_\_\_\_  
Tutor TFM



## INDICE

1.	INTRODUCCIÓN (MARCO NORMATIVO).....	5
2.	JUSTIFICACIÓN .....	6
3.	OBJETIVOS .....	7
3.2	OBJETIVOS GENERALES .....	7
3.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
4.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	8
4.1	EQUIPOS UTILIZADOS.....	8
4.2	METODO UTILIZADO.....	9
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	19
5.2	DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA EMPRESA .....	19
5.3	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	19
5.4	RELACIÓN DE INSTALACIONES.....	19
5.5	PUESTOS DE TRABAJO.....	21
5.6	PROCESO PRODUCTIVO.....	21
5.7	REALIZACIÓN DE MEDICIONES Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS.....	21
5.8	TAREAS REALIZADAS:.....	22
5.9	VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, EN BASE A LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN .....	31
5.10	PROPUESTA DE MEDIDAS Y CONTROLES PREVENTIVOS.....	32
5.11	PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE RUIDO.....	34
5.12	PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA .....	36
6.	CONCLUSIONES.....	44
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	45
8.	ANEXOS .....	46
8.1	CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	46

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Plano de las instalaciones.....	20
---	----

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de la desviación estándar asociados a cada equipo .....	12
Tabla 2 Valoración de la atenuación acústica de un protector auditivo.....	16
Tabla 3 ejemplos de ruido de la clase HM (Ruido con frecuencias predominantes medias o altas) ....	17
Tabla 4 Tabla de la atenuación acústica modificada.....	18
Tabla 5 Datos identificativos de la empresa.....	19
Tabla 6 Puestos de trabajo y tareas .....	21
Tabla 7 Mediciones realizadas en cada tarea.....	23
Tabla 8 Resumen de valores obtenidos .....	28
Tabla 9 Valoración de la atenuación acústica de un protector auditivo en función de $L'A_{eq,T}$ y $L'P_{ico}$ .....	31

## RESUMEN / SUMMARY

El trabajo que a continuación se presenta, tiene por objeto evaluar los niveles de exposición al ruido de los/as trabajadores/as que desarrollan su actividad en los talleres de una empresa dedicada al desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos cuyo nombre ficticio es **SOLARSEFO, S.L.**, concretamente el puesto de trabajo evaluado es el de operario/a de fabricación.

El motivo de la realización del presente informe se desprende de la necesidad de la empresa **SOLARESEFO, S.L.** cuya actividad es la de desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos así como la fabricación de prototipos, de realizar un estudio higiénico de ruido en la zona de talleres de fabricación de prototipos, donde los trabajadores debido a los equipos de trabajo utilizados, están expuestos a cantidades de ruido, que en ocasiones, superan los valores límite admisibles según indica el Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

Con estas mediciones y posterior estudio, pretendemos conocer los valores de exposición de los/as trabajadores/as, con la intención de garantizar su protección mediante la adopción de medidas técnicas y organizativas en caso de ser necesario y la utilización de equipos de protección auditiva, con la atenuación adecuada a las condiciones del trabajo que se dan en la empresa objeto de estudio **SOLARESEFO, S.L.** cuya actividad es la de desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos así como la fabricación de prototipos.

The purpose of the work presented below is to evaluate the noise exposure levels of the workers who carry out their activity in the workshops of a company dedicated to the development of photovoltaic solar trackers whose fictitious name is SOLARSEFO, S.L., Specifically, the job position evaluated is that of manufacturing operator.

The reason for carrying out this report stems from the need of the company SOLARESEFO, S.L. whose activity is the development of photovoltaic solar trackers as well as the manufacture of prototypes, to carry out a hygienic noise study in the area of prototype manufacturing workshops, where workers, due to the work equipment used, are exposed to amounts of noise, which sometimes exceed the admissible limit values as indicated by Royal Decree 286/2006 of March 10 on the protection of the health and safety of workers against the risks related to noise exposure.

With these measurements and subsequent study, we intend to know the exposure values of the workers, with the intention of guaranteeing their protection through the adoption of technical and organizational measures if necessary and the use of hearing protection equipment, with the appropriate attenuation to the working conditions that occur in the company under study SOLARESEFO, S.L. whose activity is the development of photovoltaic solar trackers as well as the manufacture of prototypes.

## **PALABRAS CLAVE**

TRABAJADOR

RUIDO

SONOMETRÍA

FRECUENCIA

ATENUACIÓN



# 1. INTRODUCCIÓN (MARCO NORMATIVO)

El trabajo que a continuación se presenta, tiene por objeto evaluar los niveles de exposición al ruido de los/as trabajadores/as que desarrollan su actividad en los talleres de una empresa dedicada al desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos cuyo nombre ficticio es **SOLARSEFO, S.L.**, concretamente el puesto de trabajo evaluado es el de operario/a de fabricación.

El ruido es un contaminante físico que puede estar presente en el entorno laboral. Según la normativa actual, el límite equivalente diario está en 80 dBA; superarlo puede llegar a causar enfermedades graves.

La aprobación del Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo, que deroga el anterior Real Decreto 1316/1989, ha supuesto un cambio significativo en el enfoque de la evaluación de los riesgos derivados de la exposición al ruido.

La norma establece una serie de disposiciones mínimas que tienen como objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición; regula las disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados de la exposición al ruido se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible, e incluye la obligación empresarial de establecer y ejecutar un programa de medidas técnicas y/o organizativas destinadas a reducir la exposición al ruido, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción; determina los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, prevé diversas especificaciones relativas a la evaluación de riesgos, estableciendo, en primer lugar la obligación de que el empresario efectúe una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido, e incluyendo una relación de aquellos aspectos a los que el empresario deberá prestar especial atención al evaluar los riesgos; incluye disposiciones específicas relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual; especifica que los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición; recoge dos de los derechos básicos en materia preventiva, como son la necesidad de formación y de información de los trabajadores, así como la forma de ejercer los trabajadores su derecho a ser consultados y a participar en los aspectos relacionados con la prevención; se establecen disposiciones relativas a la vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos por exposición a ruido.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El motivo de la realización del presente informe se desprende de la necesidad de la empresa **SOLARESEFO, S.L.** cuya actividad es la de desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos así como la fabricación de prototipos, de realizar un estudio higiénico de ruido en la zona de talleres de fabricación de prototipos, donde los trabajadores debido a los equipos de trabajo utilizados, están expuestos a cantidades de ruido, que en ocasiones, superan los valores límite admisibles según indica el Real Decreto 286/2006 de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido, con esto se pretende en caso de ser necesario establecer las medidas preventivas o correctoras, según corresponda, para reducir la exposición del trabajo tanto como sea posible, o dotarlo de los protectores auditivos con la atenuación adecuada, según el grado de exposición a ruido.



## 3. OBJETIVOS

### 3.2 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo general que se pretende alcanzar con un estudio higiénico de ruido, Trabajo Fin de Máster, es conocer la exposición a ruido de los/as trabajadores/as de una empresa en concreto, llevando a cabo lo dispuesto en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a ruido.

### 3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Con estas mediciones y posterior estudio, pretendemos conocer los valores de exposición de los/as trabajadores/as, con la intención de garantizar su protección mediante la adopción de medidas técnicas y organizativas en caso de ser necesario y la utilización de equipos de protección auditiva, con la atenuación adecuada a las condiciones del trabajo que se dan en la empresa objeto de estudio **SOLARESEFO, S.L.** cuya actividad es la de desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos así como la fabricación de prototipos.

## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 EQUIPOS UTILIZADOS

Para la realización de las mediciones se han utilizado los siguientes equipos de medición:

- CALIBRADOR ACÚSTICO CESVA INSTRUMENTES, S.L.U tipo CB006.
- SONÓMETRO CESVA INSTRUMENTS, S.L.U. Clase 2

Los equipos cumplen con los requisitos exigidos por el **R.D. 286/2006** a los equipos de medición del nivel continuo equivalente.

Para la elaboración del siguiente trabajo, se ha empleado la siguiente legislación, normativa y guías técnicas:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE, 11 de marzo de 2006, núm. 60, de 11/03/2006.
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido año 2022.
- INSST. NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.
- INSST. NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.
- Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial (FREMAP)

## 4.2 METODO UTILIZADO

La estrategia que se ha elegido es la basada en la tarea, porque el trabajo a evaluar puede dividirse en tareas bien definidas y limitadas en el tiempo.

Para llevar a cabo esta estrategia de medición basada en la tarea, se establecen las siguientes fases:

### Fase 1:

Se calcula la media aritmética,  $T_m$ , de la duración de la tarea  $m$ , a partir de la información que proporciona el personal entrevistado o mediante varias observaciones, utilizando la expresión:

$$\bar{T}_m = \frac{1}{J} \sum_{j=1}^J T_{m,j}$$

donde:

$T_{m,j}$  es la estimación de la duración de la tarea  $m$ ;

$J$  es el número de estimaciones de la duración de la tarea  $m$ .

El sumatorio de las duraciones de las diferentes tareas efectuadas en la jornada laboral debe corresponderse con la duración efectiva de esta, de modo que:

$$T_e = \sum_{m=1}^M T_m$$

donde:

$T_e$  es la duración de la jornada de trabajo nominal;

$T_m$  es la duración de cada una de las tareas que se desarrollan en la jornada laboral;

$M$  es el número de tareas efectuadas a lo largo de la jornada laboral.

### Fase 2:

Estimación del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” de cada tarea mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,m,n}}{10}} \right]$$

donde:

$L_{Aeq,T,m,n}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” obtenido en la medición de la tarea  $m$ ;

$N$  es el número total de mediciones llevadas a cabo de la tarea.

### Fase 3:

Análisis de la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente de la jornada mediante la expresión:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \log \left( \frac{\bar{T}_m}{8} \right)$$

donde:

$L_{Aeq,T,m}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A” de la tarea  $m$ ;

$T_m$  es el valor medio de la duración de dicha tarea.

#### Fase 4:

Se estima el nivel de exposición diario equivalente de la jornada mediante la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M 10^{\frac{L_{Aeq,d,m}}{10}} \right]$$

donde:

$L_{Aeq,d,m}$  es la contribución de cada tarea al nivel de exposición diario equivalente;

$M$  es el número total de tareas.

$T_e$  es la duración efectiva de la jornada laboral.

#### **Cálculo de la incertidumbre expandida para la estrategia de medición basada en la tarea**

Después de estimar el nivel de exposición diario equivalente, en el siguiente paso debemos averiguar la incertidumbre que conlleva este valor, por lo que todas las tareas inherentes al puesto deben estar definidas correctamente y la estimación de la duración de la misma ha de corresponderse con la realidad. La incertidumbre expandida,  $U$ , se calcula del siguiente modo:

#### Fase 1:

Se halla la incertidumbre estándar combinada,  $u$ , a partir de los valores numéricos de las contribuciones a la incertidumbre:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left( \sum_{m=1}^M \left[ c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2 \right] \right)$$

donde:

$u_{1a,m}$  es la incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido en la tarea  $m$ ;

$u_{1b,m}$  es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración en la tarea  $m$ ;

$u_{2,m}$  es la incertidumbre estándar debida a los instrumentos utilizados en la medición de la tarea  $m$ .

Esta tabla indica los valores que se asocian a cada equipo:

**Valores de la desviación estándar asociados a cada equipo.**

Tabla 1 Valores de la desviación estándar asociados a cada equipo

Tipo de Instrumento	Desviación estándar, $u_{2,m}$ de la medición en la tarea $m$ en dB
Sonómetro de clase 1	0,7
Sonómetro de clase 2	1,5
Dosímetro personal	1,5

Fuente: Elaboración propia.

$u_3$  es la incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono que será, en todo caso de 1 dB;

$c_{1a,m}$  los coeficientes de sensibilidad relativos a la instrumentación,  $c_{2,m}$ , a la posición del micrófono,  $c_{3,m}$  y al muestreo del nivel de ruido,  $c_{1a,m}$ , tienen el mismo valor, es decir,  $c_{2,m} = c_{3,m} = c_{1a,m}$ .

Por este motivo se simplifica la expresión para obtener la incertidumbre estándar combinada, quedando únicamente reflejado el valor de  $c1a,m$ ;

$c1b,m$  es el coeficiente de sensibilidad asociado a la incertidumbre provocada por la estimación de la duración de la exposición para la tarea  $m$ ;

$M$  es el número total de tareas.

La incertidumbre estándar debida al muestreo del nivel de ruido de la tarea  $m$  se calcula del siguiente modo:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,m,i} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

donde:

$L_{Aeq,T,m}$  es la media aritmética de  $I$  niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados “A” de la tarea  $m$ ;

$L_{Aeq,T,m,i}$  son los niveles de presión acústica continuos equivalentes ponderados “A” obtenidos en las mediciones de la tarea  $m$ ;

$I$  es el número total de muestras de la tarea.

La incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración para la tarea  $m$  se calcula como sigue:

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} [(T_{m,j} - \bar{T}_m)^2]}$$

donde:

$T_m$  es la media aritmética de las duraciones obtenidas de la tarea  $m$ , en horas;

$T_{m,j}$  es la duración observada de la tarea  $m$ ;

$J$  es el número total de observaciones de la duración de la tarea.

El coeficiente de sensibilidad asociado al muestreo del nivel de ruido para la tarea  $m$ , lo calculamos mediante la expresión:

$$c_{1a,m} = \frac{\bar{T}_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d}}{10}}$$

donde:

$T_m$  es la media aritmética de las duraciones obtenidas de la tarea  $m$ , en horas;

$L_{Aeq,T,m}$  es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado "A" en la tarea  $m$ ;  $L_{Aeq,d}$  es el nivel de exposición diario equivalente en el puesto de trabajo.

El coeficiente de sensibilidad asociado a la incertidumbre estimada de la duración de la exposición en la tarea  $m$ , viene dado por la expresión:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1,a,m}}{T_m}$$

donde:

$c_{1a,m}$  es el coeficiente de sensibilidad que va asociado al muestreo del nivel de ruido, en la tarea  $m$ ;  $T_m$  es la media aritmética de las duraciones obtenidas de la tarea  $m$ , en horas.

### Fase 2:

Se calcula la incertidumbre expandida,  $U$ . Tal y como se indicó anteriormente, para obtener un intervalo de confianza unilateral con un 95% de nivel de confianza, se le debe aplicarse el siguiente factor de corrección:

$$U(L_{Aeq,d}) = 1,65 \times u$$

### Cálculo del tiempo de rotación de un puesto con objeto de reducir la cantidad de energía sonora que recibe el trabajador.

#### Fase 1:

Al conocerse el nivel de exposición diario equivalente y el tiempo de exposición, puede obtenerse el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado "A",  $L_{Aeq,T}$ , del siguiente modo:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left( \frac{T}{8} \right)$$

A continuación, se sustituye el nivel de exposición diario equivalente por el valor deseado para obtener el tiempo de exposición máximo al ruido. Seguidamente, se despeja T aplicando el antilogaritmo, obteniendo de esta manera, el tiempo que el trabajador tiene que estar en el lugar de trabajo exento de ruido.

En último lugar, cotejamos los valores obtenidos con la siguiente tabla para estimar si la atenuación proporcionada por los protectores auditivos, es la adecuada para el puesto de trabajo:

Tabla 2 Valoración de la atenuación acústica de un protector auditivo.

<b>VALORACIÓN DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA DE UN PROTECTOR AUDITIVO.</b>			
Nivel de presión sonora efectivo en el oído, L <sub>aeq</sub>	Índice de protección	Nivel de pico efectivo en el oído, L <sub>pico</sub>	Índice de protección
> 80 dB (A)	Insuficiente	≥ 135 dB (C)	Insuficiente
Entre 80 dB(A) y 75 dB(A)	Aceptable		
Entre 75 dB(A) y 70 dB(A)	Satisfactorio		
Entre 70 dB(A) y 65 dB(A)	Aceptable	< 135 dB (C)	Adecuado
< 65 dB(A)	Excesivo (sobrepotección)		

Fuente: Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo.

### **Método de H, M, L simplificado:**

Mediante escucha o haciendo uso de una lista de ejemplos, se averigua si el ruido es eminentemente grave, agudo o de una frecuencia intermedia.

El proceso a seguir para evaluar la atenuación que proporciona un protector auditivo es:

#### **Fase 1:**

Valorar si el ruido tiene la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias medias o altas, o en el intervalo de las frecuencias bajas, para lo que puede usarse el siguiente listado de ejemplos de ruido que emiten principalmente en frecuencias medias o altas y en frecuencias bajas:

### **Ejemplos de ruido de clase HM.**

Tabla 3 ejemplos de ruido de la clase HM (Ruido con frecuencias predominantes medias o altas)

<b>EJEMPLOS DE RUIDO DE CLASE HM (RUIDO CON FRECUENCIAS PREDOMINANTES MEDIAS O ALTAS).</b>	
Embotelladoras	Amoladoras
Conductos de aire comprimido	Maquinas trituradoras
Máquinas para trabajar la madera	Radiales

Fuente: Elaboración propia.



### **Fase 2:**

En función del tipo de ruido, se selecciona la expresión correspondiente:

- Ruido con la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias medias o altas:  $L'Aeq = LAeq - M$ .
- Ruido con la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias bajas:  $L'Aeq = LAeq - L$ .

### **Método para la estimación de la atenuación del nivel de pico.**

Este método estima si el protector auditivo proporciona una atenuación suficiente frente a los ruidos de impacto. El modo de proceder es el siguiente:

### **Fase 1:**

Mediante escucha, se tendrá que determinar si el ruido de impacto tiene la mayoría de la energía distribuida en el intervalo de las frecuencias predominantes bajas, medias-altas o altas, considerándose:

- Ruido de impacto de tipo 1: la mayoría de la energía se distribuye en el intervalo de las bajas frecuencias.
- Ruido de impacto de tipo 2: la mayoría de la energía se distribuye en el intervalo de las frecuencias medias y altas.
- Ruido de impacto de tipo 3: la mayor parte de la energía se distribuye en el intervalo de las frecuencias altas.

### Fase 2:

Después de estimar el intervalo de frecuencias predominantes, se aplica la expresión:

$$L'_{\text{pico}} = L_{\text{pico}} - dm$$

El valor de la atenuación del protector auditivo frente al nivel de pico, dm, en función del tipo de ruido de impacto es:

Tabla 4 Tabla de la atenuación acústica modificada.

VALORES DE LA ATENUACIÓN ACÚSTICA MODIFICADA	
Tipo de ruido de impacto	Atenuación del protector auditivo frente al nivel de pico, dm*
Tipo 1 (frecuencias bajas)	L - 5
Tipo 2 (frecuencias medias y altas)	M - 5
Tipo 3 (frecuencias altas)	H
* Los valores H, M y L se han obtenido de los datos de atenuación suministrados por el fabricante	

Fuente: UNE-EN 458:2016.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.2 DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA EMPRESA

Tabla 5 Datos identificativos de la empresa.

<b>Empresa</b>	<b>SOLARESEFO, S.L.</b>
<b>C.I.F.</b>	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
<b>C.N.A.E.</b>	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
<b>Actividad</b>	DESARROLLO DE SEGUIDORES SOLARES FOTOVOLTAICOS Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS
<b>Dirección</b>	C/ XXXXXX, Nº XX, P. I. XXXXXXXX NAVE 1
<b>Número de trabajadores:</b>	6
<b>Horario</b>	8.00 a 14.00 y de 16.00 a 18.00

Fuente: Elaboración propia.

### 5.3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

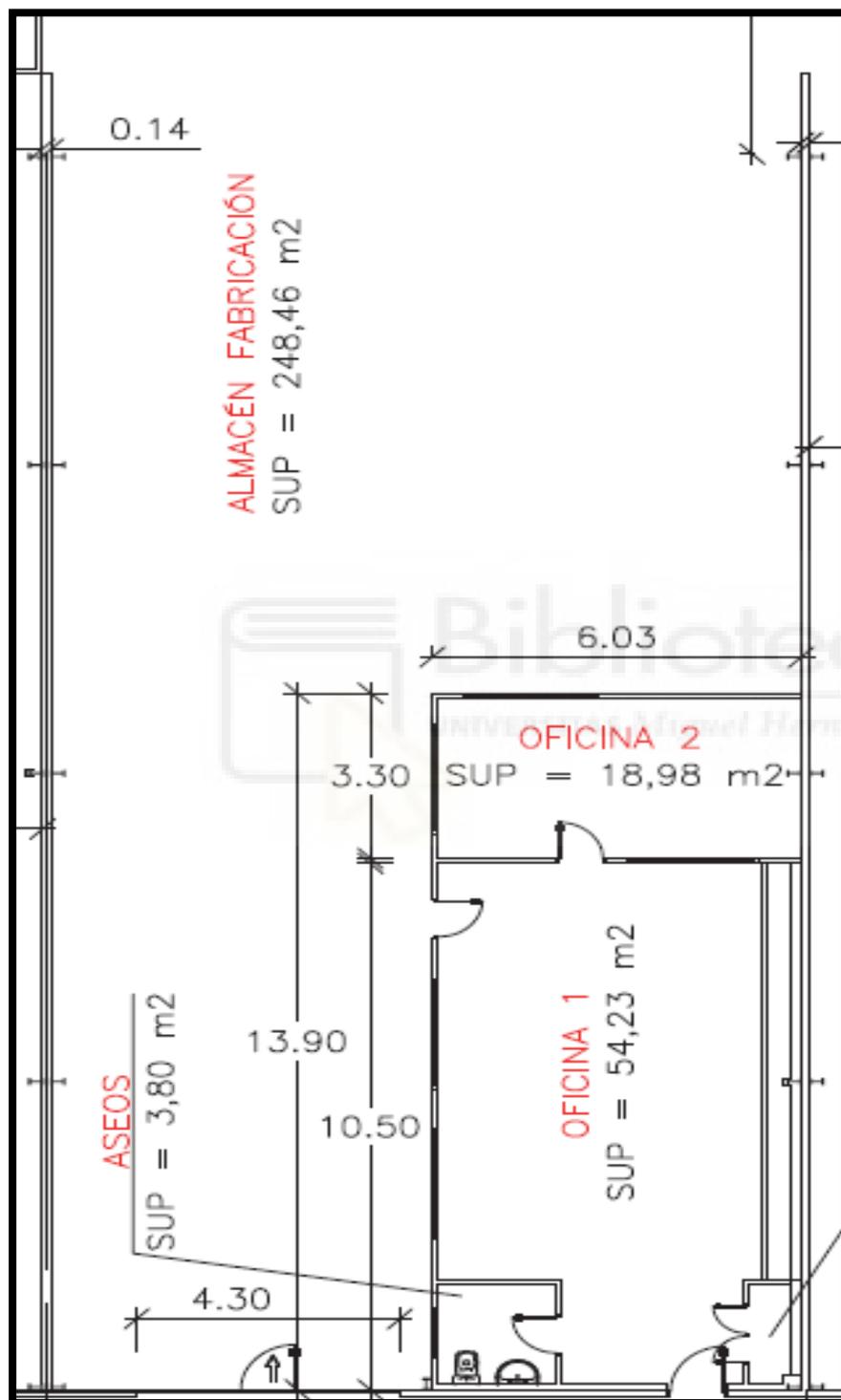
Los servicios prestados por **SOLARESEFO, S.L.** se centran en la investigación y el desarrollo de seguidores solares fotovoltaicos, así como en la fabricación de prototipos que posteriormente venden a empresas del sector para su producción y comercialización.

### 5.4 RELACIÓN DE INSTALACIONES

La empresa cuenta con 2 oficinas de I+D y con un almacén para la fabricación de prototipos.

A continuación, se presenta plano de las instalaciones.

Ilustración 1 Plano de las instalaciones



Fuente: Elaboración propia.

## 5.5 PUESTOS DE TRABAJO

Tabla 6 Puestos de trabajo y tareas

PUESTO DE TRABAJO	TAREA
OPERARIO/A DE FABRICACIÓN	GESTIÓN DE MATERIALES EN ALMACÉN, MONTAJE DE COMPONENTES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS, MANEJO DE PERFILES METÁLICOS, TORNILLERÍA, CABLEADO, MÓDULOS FOTOVOLTAICOS, ETC. MANEJO DE HERRAMIENTAS ELECTRICAS Y MANUALES, REPARACIÓN DE MOTORES Y ESTRUCTURAS, MANIPULACION MANUAL Y MECANICA DE CARGAS, LIMPIEZA DEL ALMACEN.
ADMINISTRACIÓN RECEPCIÓN-INGENIEROS DESARROLLO	– ATENCION AL CLIENTE, ARCHIVO, MANEJO DE P.V.D. Y PROGRAMAS ESPECÍFICOS DE LOGISTICA, GESTIÓN LOGISTICA.

Fuente: *Elaboración propia.*

## 5.6 PROCESO PRODUCTIVO

El departamento de I+D de la empresa **SOLARESEFO, S.L.**, realiza el desarrollo de nuevas tecnologías para la fabricación de soportes para seguidores solares fotovoltaico, este departamento, también se encargan de la adquisición de materiales (parte electrónica) así como parte mecánica para ensamblaje y montaje de los prototipos. Una vez desarrollado el soporte del seguidor solar fotovoltaico y adquiridos los materiales necesarios para su montaje, estos juntos con los planos se pasan al departamento de producción, concretamente el operario/a de fabricación, es el responsable de materializar el prototipo del seguidor solar fotovoltaico, para ello, corta, ensambla y taladra los diferentes componentes de este.

## 5.7 REALIZACIÓN DE MEDICIONES Y OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Las mediciones de ruido han sido realizadas al operario de fabricación, ya que el resto de trabajadores, desarrollan su actividad en oficina donde no están expuestos a ningún tipo de ruido, ya que estas oficinas se encuentran completamente insonorizadas y alejadas de la zona de montaje. La jornada del trabajador dura 8 horas, durante las cuales está expuesto a los siguientes ruidos.

## 5.8 TAREAS REALIZADAS:

### Tarea de corte de piezas mediante sierra de metal:

Punto de medición	Marca	Modelo
<p>SIERRA CINTA METAL</p> 	MG	K 280 M

### Tarea de perforación piezas mediante taladro de columna:

Punto de medición	Marca	Modelo
<p>TALADRO DE COLUMNA</p> 	C.M. ERLO S.A.	TSAR-40

### Tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil:

Punto de medición	Marca	Modelo
<p>TALADRO PORTATIL</p> 	DEWALT	LI-ION

Tabla 7 Mediciones realizadas en cada tarea

TAREAS	Duración aproximada (en horas)	L <sub>AEQ,T. m1</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m1</sub> en dB(C)	L <sub>AEQ,T. m2</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m2</sub> en dB(C)	L <sub>AEQ,T. m3</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m3</sub> en dB(C)	Máxima diferencia entre valores en dB(A)	L <sub>AEQ,T. m4</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m4</sub> en dB(C)	L <sub>AEQ,T. m5</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m5</sub> en dB(C)	L <sub>AEQ,T. m6</sub> en dB(A)	L <sub>PICO. m6</sub> en dB(C)
Corte de piezas mediante sierra de metal	4	86,4	128,6	86,9	127,5	86,2	127,3	0,7						
Perforación de piezas mediante taladro de columna	2	87,6	127,4	88,9	128,3	88,3	128,7	1,3						
Ensamblaje / montaje mediante taladro portátil	2	89,7	129,8	86,6	118,8	84,7	112	5	87,4	120,6	89,2	125,1	89,6	126,9

Fuente: Elaboración propia.

Al diferir en más de 3 dB los valores obtenidos en la tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil, es necesario llevar a cabo tres mediciones adicionales.

Tenemos que calcular el nivel de exposición diario equivalente y su incertidumbre expandida:

1. Realizamos la comprobación del sumatorio de las duraciones medias ver que es igual a la duración efectiva de la jornada laboral:

$$T_e = \sum_{m=1}^M \bar{T}_m$$

$$T_e = 4+2+2=8 \text{ horas}$$

El nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado “A”, de cada tarea es:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,T,m,n}}{10}} \right]$$

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 86,5 dB(A).

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 88,3 dB(A).

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 88,2 dB(A).

L<sub>pico</sub> tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 127,8 dB(A).

L<sub>pico</sub> tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 128,2 dB(A).

L<sub>pico</sub> tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 125,4 dB(A).

Ahora calculamos de cada tarea el nivel de exposición diario equivalente:

$$L_{Aeq,d,m} = L_{Aeq,T,m} + 10 \log \left( \frac{\bar{T}_m}{8} \right)$$

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 83,6 dB(A)

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 82,3 dB(A)

L<sub>Aeq,T</sub> tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 82,2 dB(A)

Lpico tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 124,8 dB(A)

Lpico tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 122,1 dB(A)

Lpico tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 119,3 dB(A)

Ahora se calcula el nivel global de exposición diario equivalente:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[ \sum_{m=1}^M 10^{\frac{L_{Aeq,d,m}}{10}} \right]$$

$L_{Aeq,d} = 87,5$  dB(A).

Lpico = 127,4 dB(A).

Calculamos la incertidumbre estándar debido al muestreo en las diferentes tareas:

$$u_{1a,m} = \sqrt{\frac{1}{I(I-1)} \left[ \sum_{i=1}^I (L_{Aeq,T,m,i} - \bar{L}_{Aeq,T,m})^2 \right]}$$

LAEQ,T tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,4

LAEQ,T tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,2

LAEQ,T tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 0,8

Lpico tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,7

Lpico tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,7

Lpico tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil = 2,6

Al saber cuánto dura la tarea, la incertidumbre estándar que viene provocada por la estimación de la duración de la propia tarea, no nos afecta, aunque la calculamos.

$$u_{1b,m} = \sqrt{\frac{1}{J(J-1)} [(T_{m,j} - \bar{T}_m)^2]}$$

U1b, tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0

U1b tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0

U1b tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil= 0

La medición la hemos realizado con un sonómetro-integrador clase 2, por tanto la incertidumbre debida al instrumento de medición,  $U_{2,m}$ , es de 1,5, mientras que la debida a la posición del micrófono,  $u_3$ , es de 1 dB.

Resultando que el coeficiente asociado al nivel de ruido de cada una de las tareas es:

$$c_{1a,m} = \frac{\bar{T}_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,T,m} - L_{Aeq,d}}{10}}$$

C1a, tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,497

C1a, tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,300

C1a, tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil=0,147

C1a, pico tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,686

C1a, pico tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,296

C1a, pico tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil= 0,077

Ahora calcularemos la sensibilidad asociada a la incertidumbre provocada por la estimación de lo que dura la exposición, de cada una de las tareas registradas:

$$c_{1b,m} = 4,34 \times \frac{c_{1a,m}}{T_m}$$

C1b, tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,431

C1b, tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,651

C1b, tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil= 0,639

C1b, pico tarea de corte de piezas mediante sierra de metal = 0,596

C1b, pico tarea de perforación de piezas mediante taladro de columna = 0,642

C1b, pico tarea de ensamblaje / montaje mediante taladro portátil= 0,336

Nos quedaría como resumen de los valores obtenidos:

Tabla 8 Resumen de valores obtenidos

Balance de incertidumbre		Símbolos	Tarea 1	PICO	Tarea 2	PICO	Tarea 3	PICO
Nivel de ruido	Incertidumbre estándar	$u_{1a,m}$	0,4	0,7	0,2	0,7	0,8	2,6
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1a,m}$	0,497	0,686	0,300	0,296	0,147	0,077
Duración	Incertidumbre estándar	$u_{1b,m}$	0	0	0	0	0	0
	Coefficiente de sensibilidad	$c_{1b,m}$	0,43	0,60	0,65	0,64	0,64	0,34
Incertidumbre estándar debida al instrumento de medición		$u_{2m}$	1,5					
Incertidumbre estándar debida a la posición del micrófono		$u_3$	1					

Fuente: Elaboración propia.

Para calcular la incertidumbre estándar combinada utilizamos la siguiente fórmula:

$$u^2(L_{Aeq,d}) = \left( \sum_{m=1}^M [c_{1a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_3^2) + (c_{1b,m} \cdot u_{1b,m})^2] \right)$$

$$U(CA_{eq,d}) = 1,201$$

Pico:

$$U(C_{pico}) = 1,66$$

La incertidumbre expandida será:

$$U(L_{A_{eq,d}}) = 1,65 \times u$$

$$U(CA_{eq,d}) = 1,65 * 1,201 = 1,98 \text{ dB.}$$

$$LA_{eq,d} = 89,5 \text{ dB}$$

Pico:

$$U(C_{pico}) = 1,65 * 1,66 = 2,74 \text{ dB.}$$

$$L_{pico} = 130,2 \text{ dB}$$

Tras la obtención del resultado de  $LA_{eq,d}$ , estaríamos en la siguiente situación:

**VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN  $L'_{A_{eq,d}} > 85 \text{ dB(A)}$  y/o  $L'_{pico} > 137 \text{ dB(C)}$  (Al aplicar los valores límite se tendrá en cuenta la atenuación que proporciona el protector auditivo).**

La empresa ha entregado a los/as operarios/as de fabricación esta protección auditiva. Al disponer del valor pico utilizaremos el método SNR, para comprobar si la protección auditiva es la correcta:

Ilustración 2 Características protección auditiva

3M™ TAPONES E-A-RCAPS™								
Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Atenuación media (dB)	21,0	20,2	19,8	19,1	23,2	33,4	41,0	40,7
Desviación típica (dB)	4,1	4,4	4,2	4,3	3,7	4,5	2,9	5,4
Protección asumida (dB)	16,9	15,8	15,5	14,8	19,5	29,0	38,1	35,2
SNR = 23 dB, H = 27 dB, M = 19 dB, L = 17 dB								

Fuente: 3M

Aplicaremos la siguiente fórmula:

Después de realizar el cálculo de la atenuación de los protectores auditivos que usan los trabajadores durante toda la jornada dado que disponemos del nivel sonoro ponderado C  $L_{Ceq,T} = 93,5$  dB (C) y el SNR del protector auditivo proporciona una protección de 23 dB

$$L'_{Aeq,T} = L_{Ceq,T} - SNR$$

$$L'_{Aeq,T} = 93,5 - 23 = 70,5 \text{ dB (A)}$$

**$L_{Aeq,d} > 85$  dB (A) y/o  $L' \text{ pico} > 137$  dB (C) (Al aplicar los valores límite tendremos en cuenta la atenuación que proporciona el protector auditivo).**

Tabla 9 Valoración de la atenuación acústica de un protector auditivo en función de  $L'_{Aeq,T}$  y  $L'_{Pico}$

Nivel efectivo de exposición continuo equivalente en el oído $L'_{Aeq,T}$ dB(A)	Valoración
$\geq 80$	Insuficiente
$< 80$ y $\geq 75$	Aceptable
$< 75$ y $\geq 70$	Óptima
$< 70$ y $\geq 65$	Aceptable
$< 65$ dB(A)	Sobreprotección

$L'_{Cpico}$ dB(C)	Valoración
$> 135$	Insuficiente
$\leq 135$	Adecuado

Fuente: Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo.

$L_{Aeq,d}' = 70,5$  dB Entre 75 dB(A) y 70 dB(A) Óptima

$L_{PICO}' = 130,5$  dB menor a 135 dB(C) Adecuado.

## 5.9 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS, EN BASE A LOS CRITERIOS DE VALORACIÓN

Según los valores obtenidos.

$L_{Aeq,d} = 89,5$  dB (A)

$L_{pico} = 130,5$  dB (C)

Estaríamos en la siguiente situación:  $L_{Aeq,d} > 85$  dB (A) y/o  $L'_{pico} > 137$  dB (C) por el uso de la protección auditiva, por consiguiente:

**Puestos de trabajo con  $L_{Aeq,d} > 85$  dB (A) o  $L_{pico} > 137$  dB**

Según indica el artículo 8 del RD. 286/2006, en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente ( $L_{eq}$ ) supere los 85 dB (A) o el nivel de pico ( $L_{pico}$ ) supere los 137 dB, la empresa estará obligada a adoptar las siguientes medidas preventivas.

- Evaluación y medición anual de la exposición al ruido.
- Realización de controles auditivos iniciales, así como controles médicos de la función auditiva de manera periódica cada 3 años.
- Entrega a los trabajadores por parte del empresario y utilización obligatoria de protectores auditivos UNE-EN352.
- Aplicación de un programa de medidas técnicas y/o de organización destinado a reducir la exposición al ruido, integrado en la planificación de la actividad preventiva de la empresa.
- Señalización apropiada de los lugares de trabajo donde se superen estos valores de ruido, restringir el acceso si es posible al resto de personal.
- Información y formación relativa a los riesgos derivados de la exposición al ruido a los trabajadores y/o sus representantes.

#### **Protección auditiva:**

$L_{Aeq,d} = 89,5 - 19 \text{ dB} = 70,5 \text{ dB}$  Entre 75 dB(A) y 70 dB(A) Aceptable.

$L_{PICO} = 130,5 \text{ dB}$  menor a 135 dB(C) Aceptable.

Los protectores auditivos entregados por la empresa son aceptables, aunque se recomendará a la empresa adquiera unos con M entre 10 dB y 14dB, para conseguir una protección satisfactoria.

## **5.10 PROPUESTA DE MEDIDAS Y CONTROLES PREVENTIVOS**

### **Formación e información:**

Se deberá proporcionar a cada trabajador del puesto de Operario/a de fabricación información y formación en cuanto a:

- La utilización correcta del equipo de trabajo, durante las tareas de fabricación, con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido.
- La naturaleza de los riesgos derivados de la exposición al ruido, como son los trabajos de corte, atornillado y montaje.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, según artículo 5 del RD 286/2006.
- Los resultados de las evaluaciones periódicas y mediciones del ruido que se han efectuado, junto con una explicación de su significado y los riesgos potenciales.
- La utilización y el mantenimiento correctos de los protectores auditivos facilitados por la empresa, así como su capacidad de atenuación.
- La conveniencia y la forma de detectar e informar sobre los indicios de lesión auditiva.
- Las prácticas de trabajo seguras, según mi puesto, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.
- Los resultados del control médico de su audición.
- Realizar un control médico inicial de la función auditiva de los trabajadores, así como posteriores controles periódicos, según las indicaciones de los resultados del presente informe.

Se realizará la comprobación de que se están llevando a cabo los procesos de información y formación de los trabajadores de manera periódica al menos cada 6 meses y guardando registros de dichos controles.

#### **Protección auditiva:**

La empresa seguirá proporcionando protectores auditivos UNE-EN352 a los/as trabajadores/as, velando por que se utilicen.

Se adquirirán protectores auditivos con el grado de atenuación SNR indicado, para conseguir una protección satisfactoria.

Se comprobará que los trabajadores hacen uso de los protectores auditivos UNE-EN352.

## 5.11 PROGRAMA DE REDUCCIÓN DE RUIDO

### Reducción de la exposición:

De manera inmediata:

Actuación sobre la fuente productora de ruido:

1. Se deberán llevar a cabo los mantenimientos indicados por el fabricante para los equipos utilizados durante le corte, perforación y atornillado.

Distribución adecuada de los equipos y maquinaria utilizados.

1. Se llevarán a cabo encerramientos de las zonas de fabricación donde no se requieran en su interior al trabajador, o utilización de apantallamientos para seccionar las zonas ruidosas, evitando la presencia del mayor número de trabajadores/as.
2. Se debe evitar la colocación de las máquinas más ruidosas en la proximidad de las paredes y todavía más en las esquinas donde se produce una mayor reflexión como es el caso del taladro de columna.

Actuación sobre las vías o medios de propagación:

1. Se estudiará la posibilidad de poder llevar a cabo un aislamiento acústico de las paredes y de los techos con material absorbente.
2. Se deberán delimitar los puestos de trabajo del operario/a de fabricación restringiendo el acceso a las zonas de trabajo para personal no autorizado.
3. Según las necesidades productivas, se aplicará el factor distancia: aumentar la distancia entre el emisor de ruido y el receptor, ya que el ruido decrece con el cuadrado de la distancia.

General:

Se deberán llevar a cabo controles para comprobar que se están realizando los mantenimientos indicados por el fabricante a los equipos de trabajo.

Se comprobará que los accesos al personal no autorizado a las zonas con ruido están en perfectas condiciones y se cumplen.



Se realizarán reuniones periódicas entre el departamento de producción y la dirección de la empresa para sopesar la posibilidad de llevar a cabo las medidas técnicas propuestas como medidas preventivas.

### **Señalización:**

Se deberá llevar a cabo una correcta señalización siguiendo con las instrucciones indicadas en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo en cuanto al uso obligatorio de los equipos de los protectores auditivos.



Una vez al mes se deberá comprobar que la señalización colocada se encuentra en perfecto estado y es visible.

### **Control médico auditivo:**

Se deberán realizar controles médicos de la función auditiva a los trabajadores de la zona de fabricación, como mínimo cada 3 años.

Cuando se contrate a un trabajador o tras una baja prolongada se deberá realizar un control de la función auditiva.

### **Evaluación y medición anual de la exposición al ruido.**

Anualmente se deberá llevar a cabo medición de la exposición a ruido.

Se velará porque se lleve a cabo la correspondiente medición anual.

## 5.12 PLANIFICACIÓN DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

#### PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- ❖ El/la empresario/a deberá proceder a realizar la revisión periódica de la maquinaria para que tenga un correcto mantenimiento, según las indicaciones del fabricante, lo que permitirá que los niveles de ruido no se incrementen por encima de lo necesario.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	Manuales de instrucciones.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

#### POLÍTICA PREVENTIVA EN LA ADQUISICIÓN DE NUEVA MAQUINARIA

- ❖ Se deberán tener en cuenta todo lo expuesto en el presente informe, en cuanto a la política de toma de decisiones para la incorporación de nuevos equipos de trabajo, para así proceder a la elección adecuada atendiendo a la información al respecto que obligatoriamente debe incluir el manual de instrucciones de uso y en relación a la instalación y lugar de utilización previsto, así como para el uso concreto.
- ❖ Los equipos que se adquieran, deben contar con el marcado CE y que tener declarado el nivel de ruido que producen de modo que le permita al empresario la elección de aquella que produzca menor ruido y se adapte mejor a sus necesidades.
- ❖ La política de adquisición de equipos de trabajo debe ir encaminada a la elección de equipos que produzcan el menor nivel de presión sonora, para reducir la exposición a los trabajadores, siempre teniendo en cuenta las necesidades productivas.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	Nuevos equipos.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

### SEÑALIZACIÓN

- ❖ Señalizar de manera adecuada, la maquinaria (directamente sobre la máquina, mediante pegatinas, si es posible) y en las zonas de trabajo, la obligatoriedad de

utilización de protección auditiva, donde sea necesario, para la concienciación del trabajador en el momento del uso de la máquina (en todas las máquinas con un nivel equivalente diario superior a 85 dB(A)).



<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	3 € por señal.
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	Señalización.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- ❖ De forma general para que el valor de protección sea válido se utilizarán protectores auditivos con valor de protección SNR según lo indicado en el presente informe.
- ❖ Todos los/as trabajadores/as que empleen maquinaria con Nivel Diario Equivalente en dB(A) **por encima de 80 dB(A), pero por debajo de 85 dB(A)** durante la jornada laboral **tendrán a su disposición protectores auditivos EN 352.**

- ❖ Todos los/as trabajadores/as que empleen maquinaria con Nivel Diario Equivalente en dB(A) **por encima de 85 dB(A)** durante la jornada laboral **deberán utilizar obligatoriamente protectores auditivos EN 352**, con la protección SNR indicada en el presente informe.
- ❖ A pesar de todo, es importante recordar, que esta atenuación se consigue con los protectores auditivos, siempre que:
  - Se coloquen adecuadamente, se ajusten y se mantenga según las instrucciones del manual que adjuntan los protectores y que deberá ser facilitado a los/as trabajadores/as.
  - Se deberán llevar puestos de forma adecuada en las áreas de ruido y deberán ser inspeccionados regularmente, cambiándolos si se aprecia cualquier tipo de desperfecto, según las indicaciones del fabricante e informándole de la obligatoriedad del uso de los mismos.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	Protectores auditivos EN 352
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

**Medida correctora**

## **PROGRAMA TÉCNICO DE REDUCCIÓN DE RUIDO**

- ❖ Se debe implantar programa técnico de reducción de exposición a ruido, ya que existen niveles por encima de 85 dB(A) de valor de Nivel Equivalente Diario, teniendo en cuenta:
  - Reducción de ruido aéreo mediante la instalación de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústico absorbente, impidiendo que el ruido se propague.
  - La zona de trabajo, en la medida de lo posible, debe estar ocupada únicamente por los trabajadores que desarrollan los trabajos.
  - Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.
  - Modificación de los procedimientos de trabajo.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

### PROGRAMA TÉCNICO DE REDUCCIÓN DE RUIDO

- ❖ Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo, mediante amortiguamiento o aislamiento. Se recomienda ponerse en contacto con los fabricantes de las máquinas para conseguir la reducción del ruido que originan, para la instalación de sistemas de amortiguamiento o aislamiento de las partes que originan ruido.
- ❖ Es obligatorio el uso de dispositivos de protección auditiva, tal y como se ha indicado anteriormente.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.
<b>Medios materiales</b>	
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

### VIGILANCIA DE LA SALUD

- ❖ Realizar un control médico inicial de la función auditiva de los/as trabajadores/as, así como posteriores controles médicos, teniendo en cuenta que:
  - Como mínimo **cada 3 años** con niveles diarios equivalentes por encima de 85 dB (A) y/ o pico por encima de 137 dB (C) a todos los/as trabajadores/as expuestos a niveles de ruido se les debe de realizar un control médico de la función auditiva. Estos controles deben incluir específicamente una audiometría.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	Según contrato.
<b>Medios humanos</b>	<b>Servicio de Prevención ajeno</b>
<b>Medios materiales</b>	Equipo de audiometría.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

#### Medida correctora

#### INFORMACIÓN Y FORMACIÓN

- ❖ Toda acción preventiva debe ir acompañada de información y formación suficiente y adecuada, por lo que consideramos necesario facilitar a los/as trabajadores/as expuestos las fichas informativas, esta información podrá ser complementada facilitándole a su vez este informe al trabajador con los resultados y conclusiones que recoge, también se deben facilitar los datos incluidos en las especificaciones de los protectores auditivos, o cualquier otra información que el técnico o la empresa considere interesante su conocimiento por parte de los/as trabajadores/as.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	€
<b>Medios humanos</b>	Empresa de mantenimiento especializada o personal de la propia empresa con formación y cualificación adecuada.

<b>Medios materiales</b>	Manual de información, así como información de los protectores auditivos.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

**Prioridad:** I: Inmediato (antes de 1 mes) o cuando las circunstancias varíen

### Medida correctora

#### MEDICIONES POSTERIORES

- ❖ Debido a los niveles obtenidos en las mediciones se hace necesario en cumplimiento del RD. 286/2006 lo siguiente:
  - Se realizará una medición posterior para comprobar los efectos de reducción sonora del PROGRAMA TÉCNICO DE REDUCCIÓN.
  - Se debe realizar la medición anual como norma más restrictiva de todos los equipos de trabajo de la empresa.
  - En caso de que se incorporen nuevos equipos, tanto de sustitución de los actualmente existentes como por ampliación de maquinaria, será necesario la realización de un nuevo estudio de ruido.

<b>Responsable/s</b>	Empresario/a
<b>Presupuesto</b>	Según contrato.
<b>Medios humanos</b>	<b>Servicio de prevención ajeno</b>
<b>Medios materiales</b>	Sonómetro y calibrador acústico.
<b>Observaciones</b>	
<b>Comprobación de la eficacia de la acción</b>	
<b>Fecha</b>	

## 6. CONCLUSIONES

Tras la realización del presente informe llegamos a varias conclusiones:

1. En el puesto de trabajo evaluado, operario/a de fabricación, se superan los valores límite de exposición a ruido, sin embargo, al emplear protección auditiva no se supera el valor límite, se supera el valor que da lugar a una acción.
2. La empresa está haciendo entrega a los trabajadores de la protección auditiva correcta, con el grado de atenuación adecuado según el índice de exposición a ruido calculado, con lo cual consigue una protección satisfactoria de los/as trabajadores.
3. Si los trabajadores hacen uso de la protección auditiva indicada, de manera correcta, y realizan los mantenimientos adecuados según las instrucciones del fabricante, no tienen por qué sufrir ninguna enfermedad profesional, relacionada con la hipoacusia.
4. Se debe realizar un control periódico de las condiciones de trabajo, en este caso de la medición de ruido, con la periodicidad que marca la normativa, para comprobar que las condiciones del trabajo, no han variado y que se está protegiendo de manera eficaz a los trabajadores.
5. Se debe dar prioridad a la realización del programa de reducción de ruido, aplicando medidas técnicas y organizativas cuyo objetivo es la reducción del nivel de ruido, tras la adopción de estas medidas el objetivo que se debe perseguir es que al año siguiente cuando se realicen de nuevo mediciones, se compruebe que efectivamente las medidas técnicas aplicadas han conseguido una reducción del ruido.

Resumiendo, si se lleva un control exhaustivo de las condiciones laborales en el entorno de trabajo, podemos conseguir que trabajos que a priori, presentan una gran probabilidad de desarrollar una enfermedad profesional, sean minimizados alcanzando una protección satisfactoria para el trabajador y que debemos realizar controles periódicos para asegurar que esta protección alcanzada se siga manteniendo.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido. BOE, 11 de marzo de 2006, núm. 60, de 11/03/2006.
- Real Decreto 485/1997, 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. BOE núm. 97, de 23 de abril.
- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido año 2022.
- INSST. NTP 950: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.
- INSST. NTP 951: Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.
- Guía práctica para el análisis y la gestión del ruido industrial (FREMAP)

## 8. ANEXOS

### 8.1 CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN EQUIPOS DE MEDICIÓN



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número **C-01917.00146**

*Number*

Página **1 de 3** páginas

*Page 1 of 3 pages*

**TRADELAB, S.L.**

Parque Tecnológico de Leganés LEGATEC. Edificio CISET  
C/Margarita Salas, 16 Planta Baja, Local D  
28918 Leganés (Madrid) Tel.: 910 851 560

**tradelab**

<b>OBJETO</b> <i>Item</i>	<b>Calibrador Acústico</b>
<b>MARCA</b> <i>Mark</i>	Cesva
<b>MODELO</b> <i>Model</i>	CB006
<b>IDENTIFICACIÓN</b> <i>Identification</i>	0902395
<b>SOLICITANTE</b> <i>Applicant</i>	XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
<b>FECHA/S DE CALIBRACIÓN</b> <i>Date/s of calibration</i>	15/12/2022



**PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)**  
*Person(s) authorizing*

**FECHA DE EMISIÓN**  
*Date of issue*

**Victor Marín**  
Firmado 15/12/2022  
Tradelab, S.L.  
B50771872

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

*This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)*



**DESCRIPCIÓN INSTRUMENTO CALIBRADO**Designación: **Calibrador acústico**Refª cliente: **0902395**

Nº Serie: 0902395

Fabricante: Cesva

Modelo: CB006

Clase: 1

**PETICIONARIO**

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

XXXXXXXXXX

**Fecha de Calibración:** 15/12/2022**Lugar de Calibración:** Tradelab Leganés**Fecha de recepción:** 12/12/2022**Refª. TDL:** 45202/2**Método de calibración:**

La calibración ha sido realizada en base a la norma UNE-EN 60942: 2005. Anexo B. (Obsoleta). Para la medida del nivel generado por el calibrador acústico bajo ensayo, se ha aplicado el método de comparación con un calibrador patrón. La medida de Distorsión armónica más ruido (THD+n) se ha realizado directamente con un medidor de distorsión, entre las frecuencias de 40 Hz y 50 kHz.

**Procedimiento de calibración:** PEC/TDL/014**Procedimiento cálculo incertidumbres:** PG/TDL/04 (s/EA-4/02 M:2022)**Condiciones ambientales durante la calibración:** Temperatura : 23° C ± 3 °C - H.R. < 70 %

Presión atmosférica: 946 hPa ± 2 hPa

Patrones empleados	Código	Trazabilidad	Nº Serie	Nº Certificado
Calibrador Acústico Multifrecuencia	A-0.712	DANAK nº 307	3081644	CDK2202808
Micrófono de presión	A-0.1008	(Tradelab)	3259708	PEC/TDL/262
Multímetro patrón 6 1/2 dígitos	A-0.272	(ENAC Nº 227)	1000206	C-80000.01799
Equipo de medición condiciones ambientales	T-0.1048	(ENAC nº 227)	9120177; 45236260	C-80000.02551
Barómetro	T-0.1022	(ENAC nº 227)	39117301; 903	C-80000.02550

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN****NIVEL 1: 94 dB****Valor Nominal (dB)**

Presión de referencia: 20 µPa

Valor Nominal (dB)	Frecuencia nominal (Hz)	Lecturas patrón (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	Error máximo admitido (dB)
94,00	1000	94,24	94,25	94,25	<b>94,25</b>	0,25	<b>0,15</b>	0,4

**FRECUENCIA**

Valor nominal (Hz)	Valor exacto(*) (Hz)	Valor medido (Hz)			Valor medio (Hz)	Desviación (%)	Incertidumbre expandida (Hz)	Error máximo admitido (%)
1000	1000,0	1000,32	1000,32	1000,31	<b>1000,32</b>	0,03	<b>0,22</b>	1

(\*) s/ISO 266

**DISTORSIÓN ARMÓNICA TOTAL + RUIDO (T.H.D. + N)(\*)**

Valor máximo (%)	Valor medido (%)			Valor medio (%)	Desviación (%)	Incertidumbre expandida (%)	Error máximo admitido (%)
3,00	0,47	0,45	0,43	<b>0,45</b>	-	<b>0,20</b>	-

(\*) La medición ha sido realizada de forma directa mediante un medidor de THD.

**Observaciones:**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura k (ver tabla de resultados) tal que la probabilidad de cobertura corresponda aproximadamente al 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02 M:2022. Para su determinación se han tenido en cuenta las contribuciones debidas a los patrones, al método de calibración y al propio instrumento calibrado, sin incluir el error de indicación.

- Se adjunta etiqueta identificativa de esta calibración.

Leganés, a 15 de diciembre de 2022

**EMPRESA GESTORA: CENTRO TECNOLÓGICO DEL METAL**



# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

*Certificate of calibration*

Número **C-01917.00145**

*Number*

Página **1 de 9** páginas

*Page 1 of 9 pages*

**TRADELAB, S.L.**

Parque Tecnológico de Leganés LEGATEC. Edificio CISET  
C/Margarita Salas, 16 Planta Baja, Local D  
28918 Leganés (Madrid) Tel.: 910 851 560

**tradelab**

**OBJETO** **Sonómetro**

*Item*

**MARCA**

*Mark*

Cesva

**MODELO**

*Model*

SC101

**IDENTIFICACIÓN**

*Identification*

T249332

**SOLICITANTE**

*Applicant*

XXXXXXXXXX

**FECHA/S DE CALIBRACIÓN**

*Date/s of calibration*

15/12/2022

**PERSONA(S) QUE AUTORIZA(N)**

*Person(s) authorizing*

**FECHA DE EMISIÓN**

*Date of issue*

**Victor Marín**

Firmado 15/12/2022

Tradelab, S.L.

B50771872

Este certificado se expide de acuerdo con las condiciones de la acreditación concedida por ENAC, que ha comprobado las capacidades de medida del laboratorio y su trazabilidad metrológica al Sistema Internacional de Unidades (SI) u otras referencias internacionalmente aceptadas (cuando no es posible la trazabilidad al SI)

*This certificate is issued in accordance with the conditions of the accreditation granted by ENAC which has evaluated the laboratory's calibration and measurement capabilities and its measurement traceability to the SI system of units or other internationally accepted references (when traceability to SI is not feasible)*



## DESCRIPCIÓN INSTRUMENTO CALIBRADO

**Designación:** Sonómetro**Refª cliente:** T249332**Nº Serie:** T249332**Fabricante:** Cesva**Modelo:** SC101**Clase:** 1 **Lectura:** Digital**Pre-amplificador:** Cesva PA13

nº serie: 5170

**Micrófono:** Cesva C-130 / tipo WS2 (1/2")

nº serie: 15470

## PETICIONARIO

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

XXXXXXXXXXXXXXXXXX

**Fecha calibración:** 15/12/2022**Lugar de Calibración:** Tradelab Leganés**Fecha de recepción:** 12/12/2022**Referencia TDL:** 45202/1**Método de calibración:**

La calibración ha sido realizada en base a la norma UNE-EN 61672-3 y consta de una parte acústica y de una parte eléctrica. La calibración acústica se ha efectuado midiendo con el instrumento diferentes valores de nivel de presión acústica (N.P.A.) generados por un calibrador acústico patrón.

La calibración eléctrica se ha efectuado sustituyendo el microfono del instrumento por una impedancia equivalente, y aplicando diferentes señales eléctricas, obtenidas a partir de un calibrador eléctrico patrón, equivalentes a valores de N.P.A. determinados.

**Procedimiento de calibración:** PEC/TDL/013 **Procedimiento cálculo incertidumbres:** PG/TDL/04 (s/EA-4/02 M: 2022)

**Condiciones ambientales durante la calibración:** Temperatura : 23 °C ±3 °C - H.R. < 70 %  
Presión atmosférica: 946 ± 2 hPa

Patrones empleados	Código	Trazabilidad	Nº Serie	NºCertificado
Calibrador Acústico Multifrecuencia	A-0.712	DANAK nº 307	3081644	CDK2202808
Generador de funciones	A-0.367	(ENAC nº 227)	88433	C-80000.02904
Atenuador variable resistivo	A-0.1001	(Tradelab)	3837M00557	C-80000.02579
Termohigrómetro	T-0.1048	(ENAC nº 227)	9120177; 45236260	C-80000.02551
Barómetro	T-0.1022	(ENAC nº 227)	39117301; 903	C-80000.02550

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

**CALIBRACIÓN ACÚSTICA****Lectura en Condiciones de Medida**

N.P.A. (1kHz) certif (dB)	N.P.S esperado (dB)	Lectura instrumento (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
94,00	93,87	93,50	93,50	93,50	<b>93,50</b>	-0,37	<b>0,30</b>	-	-

N.P.S. : Nivel de Presión Sonora

### Medida del ruido intrínseco

#### Con micrófono

Ponderación frecuencial	Lectura instrumento (dB)	Valor máximo (dB)
A	12,1	21,2

#### Sin micrófono

Ponderación frecuencial	Lectura instrumento (dB)	Valor máximo (dB)
A	14,3	15,7

### Respuesta en frecuencia (Medida con Calibrador Multifrecuencia)

#### Ponderación frecuencial:

N.P.A. patrón s/ certif (dB)	Frecuencia patrón (Hz)	N.P.S. esperado (dB)	Lectura instrumento (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
94,00	1000	<b>93,86</b>	93,5	93,5	93,5	<b>93,50</b>	-0,36	<b>0,30</b>	0,7	-0,7
94,00	125	<b>93,40</b>	93,5	93,5	93,5	<b>93,50</b>	0,10	<b>0,31</b>	1	-1
93,90	8000	<b>87,36</b>	86,7	86,7	86,7	<b>86,70</b>	-0,66	<b>0,47</b>	1,5	-2,5

N.P.S. : Nivel de Presión Sonora

## CALIBRACIÓN ELÉCTRICA

#### Ponderación frecuencial: A

Frecuencia exacta (Hz)	Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
1000	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,7	-0,7
31,62	133,40	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	1,5	-1,5
63,10	120,20	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
125,9	110,10	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
251,2	102,60	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
501,2	97,20	<b>94,00</b>	93,8	93,8	93,8	<b>93,80</b>	-0,20	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
1995	92,80	<b>94,00</b>	93,8	93,8	93,8	<b>93,80</b>	-0,20	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
3981	93,00	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,0	-1,0
7943	95,10	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,5	-2,5
15849	100,60	<b>94,00</b>	88,4	88,4	88,4	<b>88,40</b>	-5,60	<b>0,18</b>	2,5	-16,0

**Ponderación frecuencial: C**

Frecuencia exacta (Hz)	Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
1000	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,7	-0,7
31,62	97,00	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1,5	-1,5
63,10	94,80	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1
125,9	94,20	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1
251,2	94,00	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1
501,2	94,00	<b>94,00</b>	93,8	93,8	93,8	<b>93,80</b>	-0,20	<b>0,18</b>	1	-1
1995	94,20	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1
3981	94,80	<b>94,00</b>	93,9	93,9	93,9	<b>93,90</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1
7943	97,00	<b>94,00</b>	93,8	93,8	93,8	<b>93,80</b>	-0,20	<b>0,18</b>	1,5	-2,5
15849	102,50	<b>94,00</b>	88,4	88,4	88,4	<b>88,40</b>	-5,60	<b>0,18</b>	2,5	-16

**Diferencias ponderación frecuencial "C", "Z", respecto "A"**Frecuencia: **1 kHz**Ponderación temporal: **F**

Pond. Frecuencial	Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
A	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	-	<b>0,18</b>	-	-
C	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,2	-0,2

**Diferencias entre ponderación temporal "S" y "T" respecto "F"**Frecuencia: **1 kHz**Ponderación frecuencial: **A**

Pond. Temporal	Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Diferencia (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
F	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	-	<b>0,18</b>	-	-
S	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,1	-0,1
T	94,00	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,1	-0,1

**Linealidad de nivel**
Frecuencia de ensayo (Hz): **8000 Hz**Ponderación frecuencial: **A**Rango sónometro: **24,8÷137 dB**Ponderación temporal: **F**
**Valores superiores al NPS de referencia.**

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
95,10	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	-	-
100,10	<b>99,00</b>	99,0	99,0	99,0	<b>99,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
105,10	<b>104,00</b>	104,0	104,0	104,0	<b>104,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
110,10	<b>109,00</b>	109,0	109,0	109,0	<b>109,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
115,10	<b>114,00</b>	114,0	114,0	114,0	<b>114,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
120,10	<b>119,00</b>	119,0	119,0	119,0	<b>119,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
125,10	<b>124,00</b>	124,0	124,0	124,0	<b>124,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
130,10	<b>129,00</b>	129,0	129,0	129,0	<b>129,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
135,10	<b>134,00</b>	134,0	134,0	134,0	<b>134,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
136,10	<b>135,00</b>	135,0	135,0	135,0	<b>135,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
137,10	<b>136,00</b>	136,0	136,0	136,0	<b>136,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
138,10	<b>137,00</b>	136,5	136,5	136,5	<b>136,50</b>	-0,50	<b>0,18</b>	0,8	-0,8

**Valores inferiores al NPS de referencia.**

Nivel esperado (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
95,10	<b>94,00</b>	94,0	94,0	94,0	<b>94,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
90,10	<b>89,00</b>	89,0	89,0	89,0	<b>89,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
85,10	<b>84,00</b>	84,0	84,0	84,0	<b>84,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
80,10	<b>79,00</b>	79,0	79,0	79,0	<b>79,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
75,10	<b>74,00</b>	74,0	74,0	74,0	<b>74,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
70,10	<b>69,00</b>	69,0	69,0	69,0	<b>69,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
65,10	<b>64,00</b>	64,0	64,0	64,0	<b>64,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
60,10	<b>59,00</b>	59,0	59,0	59,0	<b>59,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
55,10	<b>54,00</b>	54,0	54,0	54,0	<b>54,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
50,10	<b>49,00</b>	49,0	49,0	49,0	<b>49,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
45,10	<b>44,00</b>	44,0	44,0	44,0	<b>44,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8

### Valores inferiores al NPS de referencia.

Nivel esperado (dB)	Nivel esperado (dB)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
40,10	<b>39,00</b>	39,0	39,0	39,0	<b>39,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
35,10	<b>34,00</b>	34,1	34,1	34,1	<b>34,10</b>	0,10	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
30,10	<b>29,00</b>	29,2	29,2	29,2	<b>29,20</b>	0,20	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
29,10	<b>28,00</b>	28,2	28,2	28,2	<b>28,20</b>	0,20	<b>0,18</b>	0,8	-0,8
28,10	<b>27,00</b>	27,3	27,3	27,3	<b>27,30</b>	0,30	<b>0,18</b>	0,8	-0,8

### Respuesta a trenes de ondas

Frecuencia señal continua aplicada (Hz): **4000 Hz**Ponderación frecuencial: **A**Nivel de presión acústica de referencia para ensayo(dB): **135 dB**Límite superior de rango: **138 dB**

### Ponderación temporal "F"("fast" o "rápida"): LAF

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Duración tren de ondas (ms)	Nivel leído (LAF max) (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
134,00	<b>135,00</b>	señal permanente	135,0	135,0	135,0	<b>135,00</b>	0,00	<b>0,30</b>	-	-
134,00	<b>134,00</b>	200,0	134,0	134,0	134,0	<b>134,00</b>	0,00	<b>0,30</b>	0,5	-0,5
134,00	<b>117,00</b>	2,0	116,9	116,9	116,9	<b>116,90</b>	-0,10	<b>0,30</b>	1	-1,5
134,00	<b>108,00</b>	0,25	107,9	107,9	107,9	<b>107,90</b>	-0,10	<b>0,30</b>	1	-3

### Ponderación temporal "S"("slow" o "lenta"): LAS

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Duración tren de ondas (ms)	Nivel leído (LAS max) (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
134,00	<b>127,60</b>	200	127,5	127,5	127,5	<b>127,50</b>	-0,10	<b>0,30</b>	0,5	-0,5
134,00	<b>108,00</b>	2	108,0	108,0	108,0	<b>108,00</b>	0,00	<b>0,30</b>	1	-3

**Nivel de Exposición sonora: L<sub>AE</sub>**Intervalo de tiempo T (s): **10**

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado LAE (dB)	Duración tren de ondas (ms)	Nivel leído (L <sub>AE</sub> ) (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
134,00	<b>135,00</b>	señal permanente	135,0	135,0	135,0	<b>135,00</b>	0,00	<b>0,30</b>	-	-
134,00	<b>138,00</b>	200,0	138,0	138,0	138,0	<b>138,00</b>	0,00	<b>0,30</b>	0,5	-0,5
134,00	<b>118,00</b>	2,0	117,9	117,9	117,9	<b>117,90</b>	-0,10	<b>0,30</b>	1	-1,5
134,00	<b>109,00</b>	0,25	108,8	108,8	108,8	<b>108,80</b>	-0,20	<b>0,30</b>	1	-3

**Nivel de sonido con ponderación C de pico****Respuesta a un ciclo completo de señal**Rango sónometro: **24,8÷137 dB**Frecuencia señal continua aplicada (Hz): **8000**Nivel de presión acústica de referencia para ensayo(dB): **126**Dispositivo de inserción utilizado: **CESVA ADP0C130 17 pF**

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Duración señal aplicada (ms)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
129,00	<b>126,00</b>	señal permanente	126,0	126,0	126,0	<b>126,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	-	-
129,00	<b>129,40</b>	0,1	129,0	129,0	129,0	<b>129,00</b>	-0,40	<b>0,18</b>	2	-2

**Respuesta a un semiciclo positivo y negativo de señal**Rango sónometro (dB): **24,8÷137 dB**Frecuencia señal continua aplicada (Hz): **500**Nivel de presión acústica de referencia para ensayo(dB): **129**Dispositivo de inserción utilizado: **CESVA ADP0C130 17 pF****Señal de ensayo: semiciclo positivo**

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Duración señal aplicada (ms)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
129,00	<b>129,00</b>	señal permanente	129,0	129,0	129,0	<b>129,00</b>	0,00	<b>0,18</b>	-	-
129,00	<b>131,40</b>	1,0	131,3	131,3	131,3	<b>131,30</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1

**Señal de ensayo: semiciclo negativo**

Nivel de entrada (dB)	Nivel esperado (dB)	Duración señal aplicada (ms)	Nivel leído (dB)			Valor medio (dB)	Desviación (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
<b>129,00</b>	<b>131,40</b>	1,0	131,3	131,3	131,3	<b>131,30</b>	-0,10	<b>0,18</b>	1	-1

**Indicación de sobrecarga**

 Frecuencia señal permanente aplicada (Hz): **4000**

 Valor de señal eléctrica para NPA ref. ensayo, Vref (mV) **2770**

 Nivel de presión acústica de referencia para ensayo(dBA): **137**

Señal de ensayo	Nivel de entrada aplicado (dBA)	Duración señal aplicada (ms)	Desviación (dB)	INDICACIÓN DE SOBRECARGA	Incertidumbre expandida (dB)
Sinusoidal completa	137,0	señal permanente	0,00	-	0,18
Semiciclo Positivo	138,3	0,125	1,30	s	0,18
Semiciclo Negativo	138,3	0,125	1,30	s	0,18

Valor de señal de semiciclo positivo que produce la 1ª condición de sobrecarga	Valor de señal de semiciclo negativo que produce la 1ª condición de sobrecarga	Diferencia (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
138,3	138,3	0,00	1,5	-1,5

CONDICIÓN DE ENGANCHE DEL INDICADOR DE SOBRECARGA HASTA REINICIO? (SI/NO)	SI
---	----

**Estabilidad durante el funcionamiento continuo**

 Frecuencia: **1 kHz**

 Ponderación frecuencial: **A**

Pond. temporal	Nivel leído INICIAL (dB)	Nivel leído FINAL (dB)	Tiempo transcurrido	Diferencia (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
F	<b>94,0</b>	<b>94,0</b>	≥ 25 min.	0,00	<b>0,10</b>	0,1	-0,1

**Estabilidad a niveles elevados**
Frecuencia: **1 kHz**Ponderación frecuencial: **A**

Pond. temporal	Nivel leído INICIAL (dB)	Nivel leído FINAL (dB)	Tiempo transcurrido	Diferencia (dB)	Incertidumbre expandida (dB)	TOL. SUP. (dB)	TOL. INF. (dB)
F	<b>136,0</b>	<b>136,0</b>	≥ 5 min.	0,00	<b>0,10</b>	0,1	-0,1

**Observaciones:**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por el factor de cobertura k (ver tabla de resultados) tal que la probabilidad de cobertura corresponda aproximadamente al 95%. La incertidumbre típica de medida se ha determinado conforme al documento EA-4/02 M:2022. Para su determinación se han tenido en cuenta las contribuciones debidas a los patrones, al método de calibración y al propio instrumento calibrado, sin incluir el error de indicación.

- Las unidades de medida son dB referidos a un valor de presión sonora de 20  $\mu$ Pa.
- El valor de registro del número de ajuste del sonómetro, asociado a la finalización de esta calibración es: 00009
- Se adjunta una etiqueta indicativa de este certificado.

Leganés, a 15 de diciembre de 2022

**EMPRESA GESTORA: CENTRO TECNOLÓGICO DEL METAL**
