



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**EVALUACIÓN DE RIESGOS MEDIANTE LA
MEDICIÓN DEL NIVEL DE EXPOSICIÓN AL
RUIDO EN UNA OBRA DE ACUERDO CON**

Alumno: Carmen Serrano Hidalgo

Tutor: Prof. D. José Alberto Maroto Centeno
Depto.: Física aplicada

Septiembre, 2014

Agracecimientos:

Expresar mis agradecimientos a esta facultad como a sus profesores por la formación que me han brindado en mis años como estudiante de minas y por prepararme para los retos que aún estén por llegar.

A Don Julian Martinez Lopez por orientarme en la elaboración y calidad del trabajo fin de grado.

Agradecer por parte de mi tutor y mío a Don Antonio Colchero Racero, Jefe de prevención de riesgos laborales, su cooperación y tiempo a la hora de facilitarme en todo lo posible los medios necesario para la realización de este trabajo.

Y un especial y sincero agradecimiento a mi tutor, Don Jose Alberto Maroto Centeno por su perseverancia, apoyo total y amistad desde los inicios en mi Grado en Tecnologías Mineras.

ÍNDICE

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS	5
4. TEORÍA	6
5. MATERIALES	24
5.1. Instrumentos para la evaluación del ruido	24
5.2. Descripción de los puestos de trabajo	25
5.2.1. Maquinaria utilizada para actividades de perforación	25
5.2.2. Maquinaria utilizada para actividades de recogida de material	32
5.2.3. Maquinaria utilizada para la disminución del tamaño del árido	36
6. MÉTODOS	46
6.1. Estrategias de medición	46
6.1.1. Mediciones basadas en la operación o tarea	48
6.1.2. Mediciones basadas en el muestreo durante el trabajo	50
6.1.3. Mediciones basadas en la jornada completa	52
6.2. Incertidumbre de los resultados	53
6.2.1. Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basadas en las operaciones	54
6.2.2. Determinación de la incertidumbre asociada a la medición en el muestreo durante el trabajo	56
6.2.3. Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en las mediciones de jornada completa	58
7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
8. CONCLUSIONES	68
9. ANEXOS	70
10. PLANOS	86
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

1. RESUMEN

El objetivo fundamental de este Trabajo Fin de Grado es el de evaluar la exposición al ruido en el trabajo de los empleados de la cantera “Granitos San Fermín”, propiedad de la empresa VISTRAN SL, de acuerdo con las directrices del Real Decreto 286/2006. El desarrollo del mismo ha exigido la familiarización de la autora del Trabajo Fin de Grado con el manejo de sonómetros así como el aprendizaje de la medida de parámetros clave como el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, nivel de exposición diario equivalente y nivel de pico, acompañados todos ellos de su incertidumbre.

Esta memoria contiene una descripción completa de la cantera objeto de estudio, de los resultados obtenidos y de las conclusiones relativas a la aplicación del mencionado real decreto a los diversos puestos de trabajo seleccionados, incluyendo, cuando ha sido necesario, un plan de medidas correctoras.

2. INTRODUCCIÓN

El ruido se define como aquel sonido no deseado. Es aquella emisión de energía originada por un fenómeno vibratorio que es detectado por el oído y provoca una sensación de molestia. Es un caso particular del sonido: se entiende por ruido aquél sonido no deseado.

El ruido se ha convertido en un compañero de nuestras vidas, convirtiéndose al mismo tiempo en una seria amenaza para nuestra salud. Es por ello que se convierte en tarea prioritaria el control de las fuentes de ruido con el fin de proveer al ser humano de un ambiente acústico benigno, de tal forma que todos los ruidos que se generen a nuestro alrededor sean compatibles con la actividad que se lleva a cabo, consiguiendo así un ambiente acústico lo más favorable posible.

Aquellos espacios que no han sido adecuados desde el punto de vista del control del ruido pueden provocar en el ser humano (y de manera particular, en el trabajador) experiencias desagradables como distracción e irritación, y ser causa de accidentes laborales y de absentismo laboral. Además, recientes investigaciones médicas demuestran que la continua exposición a un foco ruidoso puede llegar a provocar serios problemas de salud en el ser humano.

La exposición al ruido tiene consecuencias auditivas negativas para el trabajador. Sin embargo, sus efectos no son instantáneos, sino que se van intensificando; por ello, hay

que realizar un control periódico del estado de la salud auditiva del trabajador expuesto al ruido, así como de las condiciones el ambiente del trabajo.

La exposición del ser humano a niveles elevados de ruido provoca pérdidas de audición. Así, cuando una persona ha permanecido algún tiempo en un ambiente ruidoso, puede sufrir una pérdida de sensibilidad auditiva temporal (fatiga auditiva) o permanentemente (hipoacusia o sordera).

El Real Decreto 286/2006 adecúa la prevención de riesgos derivados de la exposición laboral al ruido a los requisitos de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y establece las disposiciones mínimas para 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. Consta de doce artículos, dos disposiciones adicionales, una disposición transitoria, una disposición derogatoria, dos disposiciones finales y tres anexos. 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 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, especificando las circunstancias y condiciones en que podrá utilizarse el nivel de exposición semanal en lugar del nivel de exposición diaria para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos; 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 al ruido.

Este Trabajo Fin de Grado supone un ejemplo de aplicación práctica de este Real Decreto en el campo de la actividad minera. De manera concreta, se ha evaluado la

exposición al ruido en el trabajo de los empleados de la cantera “Granitos San Fermín”, propiedad de la empresa VISTRAN SL. Al tratarse de una cantera, ha sido posible seleccionar puestos de trabajo relacionados tanto con el movimiento de tierras como con perforaciones del terreno, a fin de dotarlo de un carácter interdisciplinar, según recoge el artículo 2.7 de la normativa sobre Trabajos Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Linares (Universidad de Jaén).

3. OBJETIVOS

Este Trabajo Fin de Grado, que ha adoptado la modalidad de Estudio Técnico, persigue la consecución de los siguientes objetivos:

Conocer en profundidad el Real Decreto 286/2006 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

Familiarizarse con el manejo de sonómetros y aprender a evaluar parámetros clave como el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado, nivel de exposición diario equivalente y nivel de pico.

Aprender a identificar y clasificar las fuentes de ruido presentes en una obra o explotación minera y aprender a diseñar un plan de trabajo para la evaluación de la exposición de los trabajadores al ruido.

Aprender a evaluar la incertidumbre de los resultados obtenidos, punto crucial en este tipo de medidas.

Aprender los distintos tipos de estrategias de medición: mediciones basadas en la operación, mediciones basadas en el trabajo y mediciones de la jornada completa, así como a seleccionar el tipo de estrategia que más convenga.

Aprender a redactar un estudio técnico que contenga una descripción completa de la obra objeto de estudio, los resultados obtenidos y las conclusiones relativas a la aplicación del Real Decreto a los diversos puestos de trabajo analizados. El estudio técnico contiene también, cuando ha sido necesario, un plan de medidas correctoras.

4. TEORÍA

DESARROLLO Y COMENTARIOS AL REAL DECRETO 286/2006, SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN AL RUIDO

El Real Decreto 286/2006 consta de 12 artículos, 2 disposiciones adicionales, 1 disposición transitoria, 1 disposición derogatoria, 2 disposiciones finales y 3 anexos. Queda claro, por tanto, que se trata de un documento extenso y complejo. No obstante, en este apartado de teoría hemos realizado un esfuerzo por presentarlo de una manera sintética, clara y amena.

Artículo 1. Objeto.

“El presente real decreto tiene por objeto, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establecer las disposiciones mínimas para 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”.

Artículo 2. Definiciones

“A efectos de este real decreto, los parámetros físicos utilizados para la evaluación del riesgo se definen en el Anexo I”.

ANEXO I:

1. Nivel de presión acústica, L_p : El nivel, en decibelios, dado por la siguiente expresión:

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 \quad (1)$$

donde P_o es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (que puede o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo).

El nivel de presión acústica es una medida de la cantidad de energía asociada al ruido. La presión de referencia P_o corresponde al umbral de audición humana, que por convenio se elige como $2 \cdot 10^{-5}$ pascales para medios gaseosos, mientras que el otro extremo del intervalo de presiones que puede percibir, que corresponde al umbral de dolor, es de 200 pascales. Con una escala así definida, el valor mínimo de la sensibilidad auditiva humana corresponde a un nivel de presión sonora de 0 dB y el umbral de dolor a 140 dB.

2. Nivel de presión acústica ponderado A, L_{pA} : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \log \left(\frac{P_A}{P_o} \right)^2 \quad (2)$$

donde PA es la presión acústica ponderada A, en pascales.

El nivel de presión acústica ponderado A es una medida de la capacidad del ruido de dañar permanentemente el oído humano. Los resultados de las mediciones deben identificarse como dB(A).

3. Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_o} \right)^2 dt \right] \quad (3)$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

Es decir, el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A es el que tendría un ruido continuo que en el mismo tiempo de exposición transmitiera la misma energía que el ruido variable considerado.

El tiempo de exposición puede coincidir con el tiempo de medición del nivel de ruido, aunque en general este último será menor.

4. Nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,T}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \frac{T}{8} \quad (4)$$

donde T es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día. Se considerarán todos los ruidos existentes en el trabajo, incluidos los ruidos de impulsos.

Si un trabajador está expuesto a “ m ” distintos tipos de ruido y, a efectos de la evaluación del riesgo, se ha analizado cada uno de ellos separadamente, el nivel diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1(L_{Aeq,d})} = 10 \log \frac{1}{8} \sum_{i=1}^{i=m} T_i * 10^{0.1 * L_{Aeq,T_i}} \quad (5)$$

donde L_{Aeq,T_i} es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto T_i horas por día, y $(L_{Aeq,d})_i$ es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.

A continuación se se muestran dos ejemplos:

1) Si $L_{Aeq,T}=87$ dB(A) y $T=9$ horas/día

$L_{Aeq,d}=87+10\log(9/8)=87.5$ dB(A) (Trabajar más de 8 horas ha aumentado el nivel de exposición diario equivalente)

2) Si $L_{Aeq,T}=87$ dB(A) y $T=6$ horas/día

$L_{Aeq,d}=87+10\log(6/8)=85.8$ dB(A) (Trabajar más de 8 horas ha aumentado el nivel de exposición diario equivalente)

5. Nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$: El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,s} = 10\log \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1 L_{Aeq,d}} \quad (6)$$

(m puede ser como máximo 7)

donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y $L_{Aeq,di}$ es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».

6. Nivel de pico, L_{pico} : Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión:

$$L_{pico} = \left[\frac{P_{pico}}{P_0} \right]^2 \quad (7)$$

donde P_{pico} es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascals) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascals).

Por tanto, en el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, voladuras, etc.) la evaluación de la capacidad agresiva requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel de pico) y el empleo de la escala de

ponderación C, que se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico.

Las mediciones realizadas utilizando esta escala de ponderación se indican con la notación dB(C).

7. Ruido estable: Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderado A permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimo de L_{pA} , medido utilizando las características «SLOW» de acuerdo a la norma UNE-EN 60651:1996, es inferior a 5 dB.

Artículo 3. Ámbito de aplicación.

1. “Las disposiciones de este real decreto se aplicarán a las actividades en las que los trabajadores estén o puedan estar expuestos a riesgos derivados del ruido como consecuencia de su trabajo”.

A la luz del punto 1 del artículo 3 vemos que la emisión de ruido fuera de la empresa, a efectos de contaminación medioambiental, no queda incluida en el ámbito de aplicación de este real decreto.

2. “Las disposiciones del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se aplicarán plenamente al conjunto del ámbito contemplado en el artículo 1, sin perjuicio de las disposiciones más rigurosas o específicas previstas en el presente real decreto”.

Artículo 4. Disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición.

1. “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”.

Este artículo resalta que para la reducción de los riesgos derivados de la exposición al ruido se deben tener en consideración especialmente:

- a) “Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido”.

Este punto, se refiere, por ejemplo, a cambios de carácter tecnológico (empleo de equipos menos ruidosos) u organizativo (rotación entre distintos puestos de trabajo).

b) “La elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido”.

c) “La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo”.

Este apartado c) nos indica que se debe minimizar el número de personas expuestas al ruido, así como reducir al mínimo la exposición de dichas personas.

d) “La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido”.

Una vez minimizada la emisión de ruido se debe minimizar la transmisión del ruido emitido, y a ello se refiere el punto e).

e) “La reducción técnica del ruido:”

1º) “Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente”.

2º) “Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo mediante amortiguamiento aislamiento”.

f) “Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo”.

g) “La reducción del ruido mediante la organización del trabajo:”

1º) limitación de la duración e intensidad de la exposición;

Se debe indicar que este punto es de importancia capital: la capacidad de un ruido para dañar el oído depende fundamentalmente de la cantidad de energía sonora que éste recibe y, por tanto, tan importante es reducir el nivel sonoro como el tiempo de exposición al mismo. Para ilustrar este hecho sirva la tabla 1 que evidencia que para lograr una reducción en 3 dB en el nivel de exposición diario equivalente es necesario que el tiempo de exposición se reduzca a la mitad.

L_{Aeq,T} en dB(A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	½ hora
102	¼ hora
105	7 ½ minutos
112	1 ½ minutos
117	½ minuto
120	15 segundos

Tabla 1: Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A en función del tiempo máximo de exposición.

La tabla 1 muestra que para que el nivel de exposición diario equivalente se reduzca en 3dB es necesario que el tiempo de exposición se reduzca a la mitad.

2º) “Ordenación adecuada del tiempo de trabajo”.

2. “Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, cuando se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización, que deberán integrarse en la planificación de la actividad de la empresa, destinado a reducir la exposición al ruido, teniendo en cuenta en particular las medidas mencionadas en el apartado 1”.

3. “Sobre la base de la evaluación del riesgo mencionada en el artículo 6, los lugares de trabajo en que los trabajadores puedan verse expuestos a niveles de ruido que superasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, serán objeto de una señalización apropiada de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Asimismo, cuando sea viable desde el punto de vista técnico y el riesgo de exposición lo justifique, se delimitarán dichos lugares y se limitará el acceso a ellos”.

Digamos que en los lugares de trabajo donde haya puestos de trabajo permanentes en los que se superen los niveles superiores de exposición, se señalizará la obligación de empleo de protectores auditivos (EPI). De manera concreta, se utilizará la siguiente señalización de advertencia en la periferia de la zona:



Figura 1: Señalización de advertencia sobre la obligación de empleo de EPI.

4. “Cuando, debido a la naturaleza de la actividad, los trabajadores dispongan de locales de descanso bajo la responsabilidad del empresario, el ruido en ellos se reducirá a un nivel compatible con su finalidad y condiciones de uso”.

5. “De conformidad con lo dispuesto en el artículo 25 de la Ley 31/1995, el empresario adaptará las medidas mencionadas en el presente artículo a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles”.

Artículo 5. Valores límite de exposición y valores de exposición que dan lugar a una acción.

1. “A los efectos de este Real Decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:”

	$L_{Aeq,d}$	L_{pico}
Valor límite de exposición	87 dB(A)	140 dB(C)
Valor superior de exposición	85 dB(A)	137 dB(C)
Valor inferior de exposición	80 dB(A)	135 dB(C)

Tabla 2: Valores límite de exposición y valores de exposición, referidos a los niveles de exposición diaria y de pico

Los valores límite de exposición representan niveles de exposición que, tal como se indica en el artículo 8.1., no deben ser excedidos salvo que la situación pueda calificarse de excepcional de acuerdo con lo que dispone el artículo 12

En el caso del valor límite referido al nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$ el valor de 87 dB(A) no debe ser excedido en ninguna jornada laboral. Se exceptúan aquellas situaciones con una variabilidad importante de la exposición entre días, para las que el apartado 3 de este artículo admite promedios semanales.

En el caso del valor límite referido al nivel de pico L_{pico} el valor de 140 dB(C) no debe ser excedido en ningún momento.

Sin embargo, a efectos de comparación con el valor límite aplicable, se admite que se considere el efecto de las protecciones auditivas, que deben utilizarse obligatoriamente cuando se superan los valores superiores de exposición.

2. “Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que

dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores”.

3. “En circunstancias debidamente justificadas, y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos, a condición de que:”

- a) “El nivel de exposición semanal al ruido, obtenido mediante un control apropiado, no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A), y
- b) se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Básicamente, el real decreto nos indica que cuando el nivel de exposición diario equivalente $L_{Aeq,d}$ varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, la exposición podrá evaluarse tomando como base de comparación con los valores límite y los valores de exposición que dan lugar a una acción, el nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$,

Debe tenerse en cuenta que según la norma ISO 1999:90 no es recomendable aplicar este método cuando el mayor de los $L_{Aeq,d}$ de los distintos días de la semana supera en más de 10 dB al valor obtenido de $L_{Aeq,s}$.

Artículo 6. Evaluación de los riesgos.

1. “El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores, en el marco de lo dispuesto en el artículo 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, y del capítulo II, sección 1ª del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. La medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma”

Este punto especifica que en las actividades de carácter comercial (tiendas, grandes almacenes, etc.) y administrativo el nivel de exposición diario equivalente es notablemente más bajo que los valores inferiores de exposición y, por tanto, en ellas no será habitualmente necesario que la evaluación de riesgos incluya mediciones de ruido.

2. La evaluación y la medición mencionadas en el apartado 1 se programarán y efectuarán a intervalos apropiados de conformidad con el artículo 6 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero y, como mínimo, cada año en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada tres años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción. Dichas evaluaciones y mediciones serán realizadas por personal con la debida cualificación, atendiendo a lo dispuesto en los artículos 36 y 37 y en el Capítulo III del Real Decreto 39/1997, en cuanto a la organización de recursos para el desarrollo de actividades preventivas.

3. En el marco de lo dispuesto en los artículos 15 y 16 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, el empresario, al evaluar los riesgos, prestará particular atención a los siguientes aspectos:

e) “Todos los efectos indirectos para la salud y la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre el ruido y las señales acústicas de alarma u otros sonidos a que deba atenderse para reducir el riesgo de accidentes”.

Este apartado nos indica que deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que el ruido existente enmascare o dificulte la percepción de señales acústicas de alarma u otras indicaciones de interés para la prevención (comunicaciones verbales, ruidos anormales, etc.).

Es conveniente en cada caso la determinación del umbral de enmascaramiento, que es el nivel de presión sonora para el que la señal de peligro comienza a ser audible en el ambiente ruidoso (incluidas deficiencias de audición de las personas y protectores auditivos). Normalmente si el nivel de la señal acústica supera en 10 dB, en una de las octavas (o en 15 dB(A) el global), al umbral de enmascaramiento, será suficiente para que la señal se oiga con claridad.

f) “La información sobre emisiones sonoras facilitada por los fabricantes de equipos de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa específica que sea de aplicación”.

Debemos de tener en cuenta por otro lado, el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su modificación por el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril, por los que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre, establecen la obligación de tener marcado de forma visible, legible o indeleble, sobre las mismas, el marcado CE junto con la indicación del nivel de potencia acústica garantizado.

g) “Cualquier efecto sobre la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles a los que se refiere el artículo 25 de la Ley 31/1995”.

En este apartado se habla sobre los factores que han sido descritos como posibles determinantes de una mayor sensibilidad al ruido son: el padecimiento de ciertas enfermedades crónicas (por ejemplo, enfermedades cardiovasculares, metabólicas); algunas alteraciones del oído (por ejemplo, ineficacia del reflejo acústico; malformaciones hereditarias; antecedentes de traumatismo craneal); otras exposiciones (sustancias químicas relacionadas con el trabajo o fármacos ototóxicos).

A estos factores cabe añadir la edad, en especial para los trabajadores de más de 50 años que pueden presentar una mayor fragilidad coclear y la situación de embarazo, en la que el sujeto de protección es doble: la madre por la posible repercusión del ruido en su salud como, por ejemplo, el aumento de la tensión arterial, de la fatiga y del estrés; y el futuro niño, por el aumento del riesgo de parto pre-término, de bajo peso al nacer y la disminución de la capacidad auditiva, que se identifica a los 4-10 años de edad. En el caso del impacto del ruido sobre la audición del futuro niño, es aconsejable que en ningún caso se rebasen los límites de acción establecidos en este real decreto (de preferencia, el límite inferior) a partir de la semana 25 de gestación.

Artículo 7. Protección individual.

1.” De conformidad con lo dispuesto en el artículo 17.2 de la Ley 31/1995 y en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, de no haber otros medios de prevenir los riesgos derivados de la exposición al ruido, se pondrán a disposición de los trabajadores, para que los usen, protectores auditivos

individuales apropiados y correctamente ajustados, con arreglo a las siguientes condiciones”:

- a) “Cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario pondrá a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales”.
- b) “Mientras se ejecuta el programa de medidas a que se refiere el artículo 4.2 y en tanto el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, se utilizarán protectores auditivos individuales”.

Es decir, la utilización de los equipos de protección individual (EPI) está justificada cuando los riesgos no se pueden evitar o no pueden limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo,

Si se superan los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario, de acuerdo con el real decreto, deberá suministrar protectores auditivos adecuados.

Existe la obligación implícita de utilización de protectores auditivos siempre que se superen los valores superiores de exposición.

Los protectores auditivos serán suministrados al trabajador gratuitamente y en ningún caso se contemplara la posibilidad de compartir protectores auditivos tipo tapón.

- c) “Los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo”.

En este punto el real decreto establece que los protectores auditivos deben seleccionarse para suprimir o reducir al mínimo el riesgo, lo que no debe confundirse con reducir el nivel de presión sonora al mínimo. Cuando los protectores auditivos ofrecen una atenuación excesiva y el ruido percibido es mucho menor que el ambiental, la sensación de aislamiento incrementa la incomodidad de uso, por lo que en la práctica el portador suele prescindir, aunque sea intermitentemente, del equipo.

En el cálculo de la atenuación también debería tenerse en cuenta el posible enmascaramiento de las señales acústicas. En este aspecto, cuando la atenuación del protector auditivo es muy variable entre diferentes frecuencias, el cambio en el espectro

frecuencial percibido respecto al ambiental puede ser notable y enmascarar sonidos ambientales necesarios para la orientación y alerta del trabajador como, por ejemplo, localización de las máquinas, fases de funcionamiento de éstas, etc.

2. El empresario deberá hacer cuanto esté en su mano para que se utilicen protectores auditivos, fomentando su uso cuando éste no sea obligatorio y velando para que se utilicen cuando sea obligatorio de conformidad con lo previsto en el apartado 1.b) anterior; asimismo, incumbirá al empresario la responsabilidad de comprobar la eficacia de las medidas adoptadas de conformidad con este artículo.

Artículo 8. Limitación de exposición.

1."En ningún caso la exposición del trabajador, determinada con arreglo al artículo 5.2, deberá superar los valores límite de exposición".

En este punto se especifica que:

a) En ningún momento deberá producirse una exposición del trabajador a un nivel de pico superior a 140 dB(C).

b) En ninguna jornada de trabajo se deberá producir una exposición del trabajador en la que el nivel equivalente diario ponderado A sea superior a 87 dB(A), a no ser que se aplique el nivel equivalente semanal en cuyo caso:

c) No deberá existir ninguna semana que dé lugar a una exposición del trabajador cuyo nivel equivalente semanal superior a 87 dB(A).

2."Si, a pesar de las medidas adoptadas para aplicar el presente real decreto, se comprobaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario deberá":

a) "Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición".

En este caso, debemos realizar las siguientes medidas correctoras:

1. Reducir el nivel de presión sonora en los lugares de trabajo.
2. Reducir los tiempos de exposición.
3. Adecuar la utilización de los protectores auditivos a esas situaciones de trabajo.

b) “Determinar las razones de la sobreexposición”

Por tanto, debemos de tener en cuenta que las sobreexposiciones pueden ser debidas al incremento del nivel de presión sonora o del tiempo de exposición.

A niveles de ruido elevados, un incremento relativamente pequeño, del tiempo de exposición, puede significar la vulneración del valor límite de exposición. Por ejemplo, el límite se alcanza con una permanencia diaria de media hora a 99 dB(A) pero solamente sería tolerable permanecer un cuarto de hora a un nivel de 102 dB(A). (Ver tabla 1).

Artículo 9. Información y formación de los trabajadores.

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 18.1 y 19 de la Ley 31/1995, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción y/o sus representantes reciban información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:

- a) La naturaleza de tales riesgos;
- b) Las medidas tomadas en aplicación del presente real decreto con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables;
- c) Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción establecidos en el artículo 5;
- d) Los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas en aplicación del artículo 6, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales;
- e) El uso y mantenimiento correctos de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación;

- f) La conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva;
- g) Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud, de conformidad con el artículo 11;
- h) Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.

Cuando los resultados de la evaluación pongan de manifiesto la necesidad de adoptar medidas específicas de protección o determinadas pautas de comportamiento de los trabajadores para reducir el riesgo de exposición, pueden elaborarse procedimientos o, en su caso, instrucciones precisas de trabajo en los que se recoja información como:

- La localización de las fuentes de ruido, de manera que el trabajador pueda protegerse convenientemente de ellas.

- Los criterios de revisión y mantenimiento de los equipos de trabajo a fin de evitar ruido y vibraciones innecesarias.

- En trabajos móviles, la colocación adecuada de los equipos ruidosos para que afecten menos a los demás trabajadores presentes en la zona, incluyendo la posibilidad de apantallar dichos equipos.

- Otras prácticas o procedimientos que permitan la reducción de la exposición a ruido.

Artículo 10. Consulta y participación de los trabajadores.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes sobre las cuestiones a que se refiere este real decreto y, en particular, respecto a las indicadas a continuación, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en el artículo 18.2 de la Ley 31/1995

Artículo 11. Vigilancia de la salud.

1. Cuando la evaluación de riesgos prevista en el artículo 6.1 ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores, y estos someterse a ésta, de conformidad con lo dispuesto en este artículo y en el artículo 37.3 del Real Decreto 39/1997.

Artículo 12. Excepciones.

1. En las situaciones excepcionales en las que, debido a la índole del trabajo, la utilización plena y adecuada de protectores auditivos individuales pueda causar un riesgo mayor para la seguridad o la salud que el hecho de prescindir de ellos, el empresario podrá dejar de cumplir, o cumplir parcialmente, lo dispuesto en los artículos 7.1.a), 7.1.b) y 8.

Esto nos indica que si al comparar el riesgo de pérdida de audición con otros posibles riesgos para la seguridad o la salud, su prevención se considera prioritaria, el real decreto lo hace en cuanto a la gravedad de las posibles consecuencias de éstos.

Valga de ejemplo una situación de trabajo en la que el uso de protectores auditivos impide la audición de una señal acústica de peligro.

Normativas autonómicas

La Comunidad Autónoma de Andalucía ha regulado la contaminación acústica mediante normativa específica al respecto, que se inicia con la ya derogada Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental y el Reglamento de Calidad del Aire, aprobado mediante el Decreto 74/1996, de 20 de febrero, en el que se regula por primera vez el campo de la contaminación acústica. Dicha normativa, fue desarrollada por el Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación acústica en Andalucía, entre cuyos hitos figura el desarrollo de un modelo tipo de ordenanza municipal contra la contaminación acústica, que pretende regular la protección del medio ambiente urbano frente a los ruidos y vibraciones que

impliquen molestia, riesgo o daño para las personas o bienes de cualquier naturaleza; así como, dotar a los ayuntamientos de un instrumento para poder afrontar los problemas de la contaminación acústica en sus respectivos municipios.

La promulgación de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de gestión Integrada de la Calidad Ambiental, constituye el actual marco legal de referencia para el desarrollo de la calidad ambiental en la Comunidad Autónoma de Andalucía. En materia de contaminación acústica, esta Ley, establece una regulación que, (de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido) incluye una nueva bonificación del territorio, establece el marco legal para la elaboración de mapas de ruido y planes de acción, incorpora la posibilidad de designar servidumbres acústicas y establece el régimen aplicable en aquellas zonas acústicas en las que no se cumplan los objetivos de calidad exigidos.

Por último, el Decreto 6/2012 de 17 de enero, aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, que tiene por objeto el desarrollo del Título IV, Capítulo II, Sección 4.^a, de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, la regulación de la calidad del medio ambiente atmosférico para prevenir, vigilar y corregir las situaciones de contaminación acústica por ruidos y vibraciones, para proteger la salud de los ciudadanos y ciudadanas, el derecho a su intimidad y mejorar la calidad del medio ambiente.

Normativas municipales.

A parte del Real Decreto 286/2006 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido, de aplicación en todo el estado español, y de las mencionadas normativas autonómicas andaluzas, también existen normativas de carácter municipal relativas al ruido; sin embargo, en el caso del municipio de Guarromán no se ha aprobado normativa alguna de esta naturaleza.

5. MATERIALES

5.1 Instrumentos para la evaluación del ruido.

Sonómetros y dosímetros son los instrumentos contemplados en el Real Decreto 286/2006 para la evaluación del ruido en el trabajo.

Los sonómetros destinados a la realización de mediciones reglamentarias deberán de disponer de certificado de conformidad, utilizar un calibrador acústico que será empleado antes y después de cada medición, así como llevar a cabo un proceso regulado por ley de verificación periódica del calibrador.

Se consideran mediciones reglamentarias aquellas que se realizan con objeto de cumplir las disposiciones de una ley, real decreto, orden o cualquier otra disposición reglamentaria.

Para la realización de este Trabajo Fin de Grado se ha utilizado un sonómetro digital de tipo 2 cuyas características generales son:

Sonómetro digital, con salida USB, y con un rango de medición entre 30 y 130dB.

Sonómetro que consta de un circuito de supresión de ruido de fondo, para todas las clases de mediciones del sonido en el medio ambiente. Válido para mediciones de sonido en centros didácticos, oficinas, fábricas, en el tráfico de vehículos, o en el ámbito doméstico o para mediciones de proyectos de ruidos, según recomendación del fabricante.

Selección de alcance manual o automática.

Posible la medición de ruido máximo o mínimo.

Gracias a la dotación con un puerto de USB, el adaptador de 9-V que se entrega, y el soporte, es especialmente apropiado para la realización de mediciones permanentes en intervalos de tiempos largos.

Se suministra con estuche, cable de USB, Software en entorno Windows, soporte, adaptador de 9-V, batería de 9-V e instrucciones de uso.

Características técnicas:

- Display digital: LCD de 4 dígitos
- Altura de cifras: 20mm
- Indicación multifuncional: 58x44 mmA²
- Valor de medida digital, Tiempo de medida.
- Gráfica de barras, indicación de sobrepaso, de nivel muy bajo
- Iluminación de fondo azul
- Estándares aplicados: IEC-61672-1 Tipo 2 y ANSI S1.4 Tipo 2
- Gama de frecuencias: 31.5 Hz- 8 kHz
- Alcance dinámico:50 dB
- Alcances de niveles: 30-80 dB (bajo)/ 50-100dB (medio) /80-130 dB (alto)/30-130 dB (automático)
- Resolución:0.1 dB
- Exactitud: A±1.4 dB
- Tiempo de respuesta: 125ms (rápido)/1s (lento)
- Micrófono: A 1/2 pulgada, con condensador electrolítico
- Actualizar indicación: dos veces por segundo
- Salida analógica: CA/CC
- Tensión de trabajo: Batería de 9-V o adaptador de red de 9V

Dimensiones/masa: aprox. 90x280x50mm/350g.

Al final de esta memoria se anexa el certificado de calibración del sonómetro utilizado, lo que garantiza la fiabilidad de las medidas realizadas. El uso de un sonómetro de clase 2 dotado de un certificado de calibración actualizado cubre las exigencias mínimas para la realización de un Trabajo Fin de Grado relacionado con la evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra.

5.2 Descripción de los puestos de trabajo.

En este apartado vamos a describir la maquinaria asociada a los distintos puestos de trabajo evaluados en la cantera.

5.2.1. Maquinaria utilizada para actividades de perforación.

A) Descripción General de las Perforadoras hidráulicas

Estos equipos se han utilizado clásicamente en trabajos subterráneos, pero poco a poco se están imponiendo en la perforación en superficie. Estructuralmente la perforadora hidráulica es similar a la neumática, aunque el accionamiento se realiza mediante un grupo de bombas que suministran un caudal de aceite que impulsa los componentes. Además, estas unidades van equipadas con un compresor cuya función es suministrar aire para el barrido del detritus, pudiéndose incrementar la presión del aire con la profundidad del barreno. La presión de trabajo de estos equipos se encuentra en el rango entre 7,5 y 25 MPa, la potencia de impacto entre 6 y 20 kW y la velocidad de rotación entre 0 y 500 rpm. El consumo relativo de aire comprimido es menor, entre 0,6 y 0,9 m³/min por cada centímetro de diámetro.

Respecto a las neumáticas, necesitan de una mayor inversión inicial, siendo las reparaciones más complejas y costosas, y requiriendo una mejor organización y formación del personal de mantenimiento. En cambio, las ventajas tecnológicas de las perforadoras hidráulicas son las siguientes:

- Menor consumo de energía: tres veces menor.
- Menor coste de accesorios de perforación: incremento del 20% de la vida útil del varillaje.
- Mayor capacidad de perforación: velocidades de penetración entre un 50 y un 100% mayores.
- Mejores condiciones ambientales: más limpias y silenciosas.
- Mayor elasticidad en la operación: posibilidad de variar la presión de accionamiento, la energía y la frecuencia de golpeo.
- Mayor facilidad para la automatización: cambio de varillaje, mecanismos antiatranque, etc.

Veamos ahoa los principios de rotopercutiva de estos equipos:

Básicamente la perforación se basa en el impacto de una pieza de acero (pistón), que transmite la energía a la roca por medio de un elemento final (broca o bit).

Dispone de dos modos de perforación:

Martillo en cabeza:

En estas perforaciones dos de las acciones básicas son la rotación y percusión; se producen fuera del barreno, transmitiéndose estas acciones a través del varillaje hasta la broca o bit. Estas perforaciones pueden ser de accionamiento neumático o hidráulico.

Martillo en fondo:

La percusión se realiza directamente sobre la broca, mientras que la rotación se efectúa en el exterior. El accionamiento del pistón se lleva a cabo neumáticamente, mientras que la rotación puede ser neumática o hidráulica.

Los diámetros característicos de ambos modos de perforación se ilustran en la siguiente tabla:

Diámetro de perforación (mm)		
Tipo de perforadora	Cielo abierto	Subterráneo
Martillo en cabeza	50-127	38-65
Martillo en fondo	75-200	100-165

Tabla 3: Diámetros de perforación en relación con el tipo de perforadora utilizada y tipo de minería.

Las ventajas principales que representa la perforación rotopercutiva son:

- Aplicable a todos los tipos de roca, desde blandas a duras.
- La gama de diámetros de perforación es amplia.
- Los equipos son versátiles, pues se adaptan bien a diferentes trabajos y tienen una gran movilidad.
- Necesitan de un solo operario para su manejo y operación.
- Mantenimiento fácil y rápido.

Por lo tanto, su campo de aplicación es :

- Obras civiles subterráneas: túneles, cavernas de centrales hidráulicas, carreteras, etc.
- Minas subterráneas y explotaciones a cielo abierto.

B) Perforadora hidráulica ROC D7.

Este modelo de perforadora es el utilizado en la cantera objeto de estudio. La perforación se realiza con una perforadora hidráulica ROC D7, contratada a la empresa PROVOL. Para realizar esta operación generalmente se requiere un operario que se situará dentro de la cabina, exceptuando aquellas ocasiones en las que se requiere un trabajador de apoyo fuera de ella. El operario tiene una jornada laboral de 8h y el tiempo real de trabajo es de 7h. Se sitúa dentro de la cabina. Cada perforación se realiza con una profundidad de 8-10 m, dependiendo de la posición de ésta.

La mayor productividad de este modelo frente a otras perforadoras proporciona un menor coste por tonelada de roca producida; permite la realización de agujeros rectos y una mejor economía en general. Estos rastreadores de superficie incluyen varios modelos que son ideales para la perforación de banco. Este modelo de perforadora permite también seleccionar entre martillo hidráulico en cabeza, sistema COPROD patentado por Atlas Copco, o métodos de perforación con martillo en fondo. La torre de perforación ayuda a perforar agujeros óptimos con alta capacidad de cambio, bajo consumo de energía y módulos innovadores que mejoran la productividad. La gama de los rastreadores ha alcanzado nuevos estándares para la estabilidad, maniobrabilidad y seguridad en las canteras y la contratación de obras.

Sus características generales son las siguientes:

ROC D7 tiene un rango de diámetros de perforación entre 64 – 115 mm (2½” – 4½”). Tienen una alta productividad gracias a que cubren una amplia gama de barrenos.

Columnas perfectas y estables de perforación gracias al diseño fuerte y rígido de la pluma.

Sistema de alimentación de aluminio que funciona con un cilindro resistente a la tasa máxima de penetración y vida de aceros de perforación.

Ideal para su uso en estabilización de taludes, gracias a su alcance de largo auge.

El uso de la perforadora con su sistema de doble amortiguación mejora la productividad y la economía de perforación.

La cabina es de tipo ROPS y FOPS, y está dotada con un protector placa bajo ella.

La Alimentación de cilindro hidráulico se realiza con un sistema rígido de brazo de aluminio, el cual precisa fuerza para una vida más larga del acero en la perforación.

El motor de ROC D7 está equipado con CAT/Motores TierIII/Stage 3 que ofrece la potencia mínima necesaria en cada fase de la operación, lo que reduce considerablemente el consumo de combustible. Los equipos también vienen con un tanque de combustible de gran capacidad que asegura 12 horas de funcionamiento continuo y poseen baterías de gran alcance.

Poseen gran equilibrio y estabilidad. Los bastidores de cadena tienen una posición óptima para la seguridad del trabajador. Las plataformas tienen un equipo fuerte y rígido para el emboquillado preciso y estable en la perforación de agujeros de calidad.

El diseño de la cabina ofrece una gran visibilidad de espacio.

Con ROC D7 se ahorra tiempo al no tener que realizarse el cambio de varillas

El sistema de agua nebulizada estabiliza las paredes del agujero cuando se perfora en una formación rocosa mala. Se compone de 120 litros (32 galones estadounidenses) a presión del tanque de agua conectado directamente al aire de barrido.

Permite realizar agujeros inclinados rectos a gran profundidad.

Dispone de un Apoyo adicional posicionado que se utiliza para estabilizar la plataforma cuando hay grandes movimientos del terreno.

INFORMACIÓN TÉCNICA.

Estos equipos poseen una gran variedad de características:

- Su largo alcance hace que sea ideal para su uso en la estabilización de taludes.
- Gran productividad.

Se destinan a las obras de construcción y canteras de agregados. Los principales componentes son:

- Operador Cabina, ROPS y FOPS .
- Sistema de control de la fuerza de avance automático.
- Taladro hidráulico martillo en cabeza de la roca.
- Oruga turbo motor diesel CAT C7.
- Atlas Copco compresor de tornillo.
- Sistema de Boom plegable.
- Bastidores de cadenas de alta resistencia con almohadillas de garra sencilla y orificios de limpieza.

MOTOR:

Oruga turbo, motor diesel, CAT C7, Tier III / Stage 3.

- Potencia nominal a 2200 rpm: 168 kW 225 HP.
- El consumo de combustible, aprox 26 l / h 6,9 US gal / h

SEGURIDAD DE CABINA:

- ROPS y FOPS con amortiguadores de vibraciones de goma
- 2 x limpiaparabrisas con arandela (escudo frontal y techo)
- El vidrio de seguridad
- Asiento del Operador completamente ajustable
- La luz de cabina con dimmer
- Indicador de inclinación Rig
- Espejo retrovisor
- Extintor 6 kg (13 libras) químico seco ABE clase de tipo III
- Conector de salida de 12 VCC
- Preparado para la radio / altavoces

AIRE ACONDICIONADO:

- Refrigerante: tipo R134a
- Capacidad de enfriamiento: potencia de 5,5 kW
- Capacidad de succión del ventilador: 125 l / s 265 pies cúbicos por minuto

SISTEMA DE ALIMENTACION:

- Extensión RSS 1 400 mm 4'7 "
- Velocidad de alimentación, máx 0,92 m / s 184 ft / min

- Fuerza de alimentación máxima 20 kN 4 400 lbf
- Tirón tracción, max20 kN 4 400 lbf
- Longitud total7 140 mm 23 '5 "
- Longitud de carrera4 240 mm 14 ' "

COLECTOR DE POLVO DCT 110D:

- Superficie de filtrado11 m2 118 pies cuadrados
- Número de elementos filtrantes11 PC
- Capacidad de absorción a 500 mm ca560 l / s 1 200 pies cúbicos por minuto
- diámetro de la manguera de succión127 mm 5 "
- Presión de aire de limpieza, max7,5 bar 109 psi
- consumo de aire de limpieza2-4 l / impulso 0,06-0,12 pies cúbicos / pulso

COMPRESOR:

Atlas Copco OIS K-27-C106 GD, compresor de tornillo.

- Presión de servicio, máx10.5 bar 152 psi
- FAD, a la presión normal de trabajo 105 l / s 223 pies cúbicos por minuto
- Alternativamente127 l / s 270 pies cúbicos por minuto

SISTEMA HIDRÁULICO:

- Anti-jamming
- Control de la fuerza de avance automático RPC-F
- Control de la presión del amortiguador - impacto DPC-I

Enfriador de aceite hidráulico

- Temperatura ambiente máxima50 ° C 122 ° F

Bombas

- Bomba de pistones axiales150 l / min 39.6 US gal / min
- Bomba de engranajes.....80 l / min 21.1 US gal / min
- Bomba de engranajes40 l / min 10.6 US gal / min
- Bomba de engranajes.....40 l / min 10.6 US gal / min

Filtros de retorno y drenaje

- Tasa de Filtración16 micras absoluta

SISTEMA ELÉCTRICO

- Tensión24 V
- Baterías2 x 12 V, 185 Ah
- Alternador28 V, 95 Ah
- Luces de trabajo, frente4 x 70 W
- Luces de trabajo, trasero2 x 70 W
- Luces de trabajo, alimentación2 x 70 W
- Luz de advertencia y el zumbador inversa

VOLÚMENES/CAUDALES

- Depósito de aceite hidráulico250 l 65 gal
- El sistema hidráulico, el total de300 l 79 gal
- Aceite del compresor24 l 6,3 US gal
- El aceite de motor Diesel28 l 7,4 US gal
- Motor diesel, agua de refrigeración31 l 8,2 US gal
- Motor diesel, tanque de combustible 370 l98 US gal
- Equipo de Tracción3 l 0,8 US gal
- Depósito de Lubricación (ECL)10 l 2,6 US gal

5.2.2. *Maquinaria utilizada para actividades de recogida de material.*

A) Descripción General de una retroexcavadora.

Es una variante de la pala excavadora. Se utiliza habitualmente en obras para el movimiento de tierras, para realizar rampas, etc.

La máquina hunde sobre el terreno una cuchara con la que arranca los materiales que arrastra y deposita en su interior.

El chasis puede estar montado sobre cadenas o bien sobre neumáticos. En este último caso está provista de gatos hidráulicos para fijar la máquina al suelo.

La retroexcavadora, a diferencia de la excavadora frontal, incide sobre el terreno excavando de arriba hacia abajo. Es utilizada para trabajar el movimiento de tierras a nivel inferior al plano de apoyo, o un poco superior a éste.

B) Retroexcavadora VOLVO EC290B.

La empresa VISTRAN SL en la cantera cuenta con una retroexcavadora VOLVO EC290B, cuya función es la de recoger el árido de granito resultante de la voladura o del molino y llenar el camión para posteriormente transportarlo. Requiere de un trabajador que la manipule y dirija.

En cuanto a la evaluación del tiempo real de trabajo hay que tener en cuenta que la jornada laboral es de 8 horas, que el proceso de llenado de un camión es de 10 min y que el tiempo de espera del operario hasta la llegada de un nuevo camión vacío es de 30 minutos. Por lo tanto es obvio que el tiempo real de funcionamiento de la retroexcavadora equivale al 25% de la jornada laboral, es decir, 2 horas.

Las partes que componen la retroexcavadora VOLVO EC290B son:

Motor:

El motor es un diesel de seis cilindros, cuatro tiempos e inyección directa, turboalimentado, con enfriador del aire de admisión e inyección de control electrónico, EMS2 (sistema de gestión del motor, para Tier III), EMS1 (para Tier II) con el bloque y la culata de hierro de fundición. Motor Volvo.

Sistema eléctrico:

El sistema eléctrico consiste en el sistema de arranque del motor, sistema de carga, sistema de monitorización de la máquina, sistema de control del motor y la bomba y sistema acondicionador de aire.

El régimen del motor se regula con un mando giratorio que cambia progresivamente las revoluciones y un sistema automático de ralentí que pasa automáticamente a ralentí bajo cuando la máquina no es accionada durante 5 segundos o más.

El estado de la máquina puede comprobarse por medio de la unidad V-ECU (unidad de mando electrónico del vehículo) a través de la conexión de datos entre EMS (sistema de gestión del motor) y V-ECU.

La IECU (Instrument Electronic Control Unit) consiste en una lámpara central de advertencia, dos instrumentos analógicos, 21 indicadores, MCD (Message Center Display), y cuatro botones pulsadores. La IECU, que se instala en el interior de la cabina, visualiza información del vehículo para el operador.

Motor de orugas y caja de cambios:

El motor de orugas es un motor de pistones axiales variable que consta de una carcasa, un grupo rotativo y una placa de lumbreras. La carcasa contiene el tornillo de control del ángulo de oscilación. El grupo rotativo consta de los cilindros y los pistones. La placa de lumbreras consta de la válvula de compensación, válvulas de retención, válvulas de sobrepresión y válvula inversora de desplazamiento. El motor de orugas aloja también el conjunto de freno de estacionamiento, aplicado por muelle y liberado por medios hidráulicos.

La caja de cambios tiene un mecanismo planetario de tres etapas con tres conjuntos de planetas, engranajes planetarios y piñones, impulsados por el eje motriz estriado del motor de orugas montado directamente en la caja de cambios.

Motor de giro y caja de cambios:

El motor de giro es un motor de pistones axiales fijo. El grupo rotativo consta de un bloque de cilindros y nueve pistones ubicados en el cilindro. La sección de la tapa tiene válvulas de sobrepresión, válvulas anticavitación y válvulas antirrebote. La carcasa tiene una válvula de retardo y un freno del tipo de discos.

La caja de cambios consta de el planeta, el engranaje planetario, el piñón y la carcasa. La potencia suministrada al eje de salida del motor de giro reduce la velocidad del motor por medio del planeta y el engranaje planetario, transmitiéndose el alto par al piñón.

Cabina:

La cabina tiene un sistema de calefacción y ventilación con desempañador del parabrisas y la ventana trasera. Como opción, se puede encargar con aire acondicionado. La cabina tiene dos salidas de emergencia, la puerta y la ventana trasera.

FOPS Y FOG

La cabina está homologada como estructura de protección según las normas FOPS y FOG. FOPS es la abreviatura de Falling Object Protective Structure (protección del techo) y FOG es la abreviatura de Falling Object Guard (protección contra caída de objetos).

Es de reseñar que no se deben realizar modificaciones no autorizadas de la cabina, tales como bajar la altura del techo, taladrar, soldar soportes para extintor de incendios, colocar una antena de radio u otros equipos, sin consultar primero la modificación con personal del Departamento de Ingeniería de Volvo. Este departamento decidirá si la modificación puede causar la anulación de la homologación.

Bomba hidráulica:

El grupo de bombas hidráulicas consta de dos bombas conectadas mediante un acoplamiento estriado. Las dos bombas funcionan simultáneamente cuando la rotación del motor es transmitida al eje motriz delantero.

La bomba consta de un grupo rotatorio, grupo de placa oscilante, grupo de bloque de válvulas y reguladores.

El desplazamiento de la bomba se controla mediante el regulador, y la potencia desarrollada por el motor se utiliza de forma eficaz por medio de la válvula solenoide proporcional.

Válvula de control principal:

La válvula de control consta de dos bloques de 5 correderas y un bloque intermedio conectado mediante tornillos. Éstos cuentan con seis correderas principales para las unidades de excavación, tres correderas para traslación confluyente y recta, una corredera para la unidad opcional, una válvula de sobrepresión principal, una válvula de sobrepresión de lumbrera, válvulas de retención y válvulas de seguridad. Éstas son reguladas a distancia por el sistema servohidráulico.

Modificaciones:

Las modificaciones a esta máquina, incluyendo el uso de implementos, accesorios, conjuntos o piezas, pueden afectar la integridad de la máquina y/o su capacidad para funcionar según diseño. Las personas u organizaciones que hagan modificaciones no autorizadas asumen toda la responsabilidad que surja de la modificación de o relacionada con ella, incluyendo cualquier efecto adverso en la máquina.

Queda prohibido realizar modificación alguna de este producto a menos que la modificación alguna de este producto a menos que la modificación específica haya sido aprobada oficialmente y por escrito por Volvo Construction Equipment. Volvo Construction Equipment se reserva el derecho a rechazar cualquier reclamación de garantía que surja de modificaciones no autorizadas o que esté relacionada con ellas.

Las modificaciones serán aprobadas oficialmente si se ha cumplido como mínimo una de las condiciones siguientes:

1. El implemento, accesorio, conjunto o pieza está fabricado o distribuido por Volvo Construction Equipment, e instalado de una forma según se describe en las publicaciones obtenibles de Volvo Construction Equipment;
2. La modificación ha sido aprobada por escrito por el Departamento de Ingeniería de Línea de Productos de Volvo Construction Equipment.

5.2.3. Maquinaria utilizada para la disminución del tamaño del árido.

A) Descripción General de una machacadora de mandíbulas.

La trituradora de mandíbulas se utiliza principalmente durante el proceso de trituración de primer nivel o primaria (trituración gruesa y media), pudiendo desarrollarse según los modelos de oscilación sencilla, compleja y mixta.

La trituradora de mandíbulas utiliza los modelos de oscilación compleja y sencilla cuando se destina a procesos de trituración gruesa y media. En los últimos años, ha aparecido la trituradora de oscilación mixta, destinada a la trituración fina; así como la trituradora fuerte de ferrocromo a microcarbono, que tiene alta intensidad de trituración y alta dureza.

Tipos:

Hay tres tipos de trituradoras de mandíbulas de acuerdo con el lugar en que ha sido fijada la placa móvil:

- Tritradora tipo Blake: fijada en el punto más alto, por ejemplo en el área de recepción o alimentación.

- Trituradora tipo Dodge: fijada en el punto más bajo, por ejemplo en el área de descarga;
- Trituradora tipo Universal u oscilante: fijada en el punto medio del cuerpo de la trituración.

Usos:

La trituradora de mandíbula es uno de los equipos de trituración más utilizados en la producción industrial y mineral, se aplica principalmente en la trituración gruesa y media de las materias de resistencia a compresión no mayor a 320Mpa, caracterizada por alta relación de reducción, alta producción, granulosidad homogénea, estructura sencilla, funcionamiento fiable, mantenimiento fácil, coste de operación económico, etc.

La trituradora de esta serie se aplica principalmente en metalurgia, minas, química, cemento, construcción, material refractario y cerámica, etc. para su trituración gruesa y media de los minerales y rocas duras.

La trituradora de esta serie es más conveniente para triturar los minerales blandos y duros de resistencia a compresión no mayor a 300Mpa; el tamaño máximo de las materias a triturar no puede exceder lo especificado en la correspondiente tabla de parámetros técnicos.

Materias a triturar:

Esta máquina es conveniente para la trituración gruesa, media y fina de las diferentes materias de dureza Mohs inferior al nivel 7; en la trituración fina se debe elegir la trituradora de mandíbula de trituración fina.

Se destina en su mayor parte a la trituración de granulosidad media de los diferentes minerales, y materias de gran tamaño de resistencia a la compresión no mayor a 320Mpa.

La trituradora de mandíbula es conveniente para la trituración de mineral de hierro sulfúrico, mineral fosfático, baritina, celestina, carburo cálcico, coque, caliza, etc.

Alcance de aplicación:

La trituradora de mandíbula se aplica ampliamente en los departamentos industriales tales como minas, metalurgia, material constructivo, carretera, ferrocarril, obras hidráulicas y químicas, carbón, electricidad y tráfico, etc.

Características funcionales:

La trituradora de mandíbula es un equipo de trituración que aparece tempranamente, y se caracteriza por:

- Estructura sencilla, firme, funcionamiento fiable y seguro;
- Bajo coste de operación, producción y construcción;
- Mantenimiento, reparación y uso fácil, función estable, y gran relación de reducción;
- Profunda cavidad de trituración sin zona muerta, elevando la capacidad de alimentación y la producción;
- Alta relación de reducción, y granulosidad homogénea de productos;
- Dispositivo regulador de modo arandela en la salida de materias fiable, accesible, y de gran alcance de ajuste, lo que aumenta la flexibilidad del equipo;
- Sistema de lubricación fiable y seguro, piezas cambiables con facilidad, bajo mantenimiento;
- Destacable ahorro energético: 15%-30% de energía por unidad.
- Gran alcance de salida de material, satisfaciendo los diferentes requisitos de clientes;
- Generación de poco ruido y poco polvo.

Características estructurales:

Está compuesta principalmente por un armazón, eje excéntrico, polea grande, volante, mandíbula móvil, placa de protección lateral, placa codo, asiento trasero, husillo regulador de holgura, resorte restaurador, mandíbula fija y la móvil, etc.;

El acero al manganeso a alta intensidad de fundido aporta ventajas como resistencia a fricción y a presión, y larga vida de servicio, etc. Se aplica principalmente a la trituración de las piedras grandes, medias y pequeñas y los objetos correspondientes.

Principio de funcionamiento:

En el funcionamiento, el motor eléctrico rota por medio de la polea que conduce el eje excéntrico, dejando la mandíbula móvil acercar y distanciar periódicamente a la

mandíbula fija, realizando múltiples trituraciones tales como estrusión, frotación y enrodillamiento, etc.; para que las disminuya el tamaño del material a triturar y vaya cayendo gradualmente hasta que se evacuen por la salida.

En el proceso de trituración, la primera trituradora es generalmente la principal. La trituradora más antigua y resistente es la de mandíbula. En el momento de alimentar la trituradora de mandíbula, el material se echa desde el tope hasta la cavidad de trituración y los dientes de mandíbula empujan con gran fuerza el material hacia la pared para triturar las piedras y obtener tamaños más pequeños.

El movimiento de los dientes de mandíbula es soportado por un eje excéntrico que pasa por el armazón del cuerpo. El movimiento excéntrico se produce generalmente por los volantes fijados en los dos extremos del eje. Los volantes y los rodamientos del soporte excéntrico adoptan con frecuencia los rodamientos de rodillos esféricos. El funcionamiento de los rodamientos es muy riguroso, ya que el rodamiento debe aguantar cargas de gran impacto, aguas corrosivas y alta temperatura. A pesar de esto, la trituradora de mandíbula es lo suficientemente resistente para aun así, funcionar con mucha fiabilidad, garantizando el rendimiento de producción.

Capacidad de producción:

La capacidad de producción de la trituradora depende de las características del material a triturar (intensidad, dureza, y composición de granulosidad, etc.), de las funciones de la trituradora y de las condiciones de operación (casos de alimentación y dimensión de la salida de materias), etc.

En este punto es necesario resaltar que, a pesar de solicitar en reiteradas ocasiones a la empresa VISTRAN S.L. información técnica y certificado de conformidad relativos a la machacadora de mandíbulas utilizada en la cantera GRANITOS SAN FERMÍN, en el momento de redactar esta Memoria no ha sido posible disponer de esta información. Entendemos, no obstante, que a efectos de la evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra de acuerdo con el Real Decreto 286/2006 la ausencia de la mencionada información no altera las principales conclusiones que se han obtenido.

B) Descripción General de una trituradora de impacto:

En una trituradora se pueden romper diversos materiales gruesos, medianos y pequeños (granito, caliza, hormigón, etc.) con tamaños de hasta 500 mm y resistencia a la compresión de hasta 350Mpa.

Usos:

Son ampliamente utilizadas la trituración mediana y fina en las industrias de mineral, ferrocarril, carretera, energía, cemento, química, construcción, etc. Tales como piedra caliza, clinker, escoria, coque, carbón, etc. El tamaño de partícula de descarga se puede ajustar, con diversas especificaciones de trituración.

La trituradora de impacto se utiliza generalmente para la trituración gruesa, mediana y fina, de los materiales frágiles de hasta mediana dureza; tales como piedra caliza, carbón, carburo de calcio, cuarzo, dolomita, mineral de sulfuro de hierro, yeso y materias primas químicas.

Características funcionales:

- La boca entrada de alimentación es grande y la cámara de trituración es profunda. Puede machacar los materiales duros y grandes, con menor cantidad de polvo.
- Es fácil regular el intersticio entre la placa de impacto y el martillo, para controlar la granularidad y la forma de los productos eficientemente.
- La máquina es de estructura organizada y confiable. El rotor tiene gran inercia.
- Los martillos son de acero al cromo, que tienen gran resistencia al desgaste y al impacto. Coeficiente excelente de forma del material triturado.
- El rotor tiene gran fuerza de impacto.
- Funcionalidad completa, eficiencia alta, desgaste bajo y beneficio alto.
- La conexión del conjunto de expansión y la estructura, son simples, de fácil mantenimiento y económico.

Principio de funcionamiento:

La trituradora de impacto se compone principalmente de chasis, rotor, la transmisión del rotor y las placas de impacto. Las trituradoras de impacto son mecánicas, por machacar los materiales usando la energía de impacto.

En primer lugar, los materiales entran en la cámara de trituración desde la boca de alimentación. El rotor rueda a alta velocidad. Los materiales son despedazados por el impacto con el martillo del rotor, y son tirados a la placa de impacto. Así repite el proceso y los materiales son machacados repetidamente. Los productos finales son descargados una vez que se adquiere la granularidad que se quiere obtener. Para cambiar la granularidad y la forma de los productos finales, se ajusta el intersticio entre la placa de impacto y el rotor.

C) Trituradora de impacto Terex Pegson

La empresa VISTRAN SL cuenta con una trituradora de impacto Terex Pegson Trakpactor 428. Es un equipo de impacto de eje vertical. El Trakpactor 428 es apto para el procesamiento de piedras suaves hasta semiduras, de demolición y reciclaje con capacidades de descarga de hasta 360 t/h.

Se puede aplicar como trituradora primaria o secundaria con altos grados de reducción. En la cantera “Granitos San Fermín”, la trituradora tiene una aplicación secundaria.

Dispone de varios grados de reducción; las puertas de la cámara de trituración se pueden abrir hidráulicamente y permiten un fácil y rápido cambio de las piezas de desgaste.

Cuenta con equipos adicionales como cinta colectora para el cribado, separador magnético, radiotelemando, solera de molino, distintos fondos de criba para el precibado, bomba para el rellenado y una bomba hidráulica de agua.

Para las aplicaciones de reciclaje, la planta se puede equipar con un separador magnético.

Las características principales son que dispone de:

- Molino de impacto perfeccionado.

- Dos mecanismos de impacto.

- Robusta construcción de pórtico.

- Tiempo corto de preparación y facilidad de transporte.

- Precibado graduado y autolimpiante.

Cinta de descarga totalmente protegida con una robusta cinta de perfiles “rip stop”.

Duchas para la supresión del polvo.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Dimensiones:

Las dimensiones de la trituradora de impacto quedan perfectamente ilustradas en la siguiente figura:

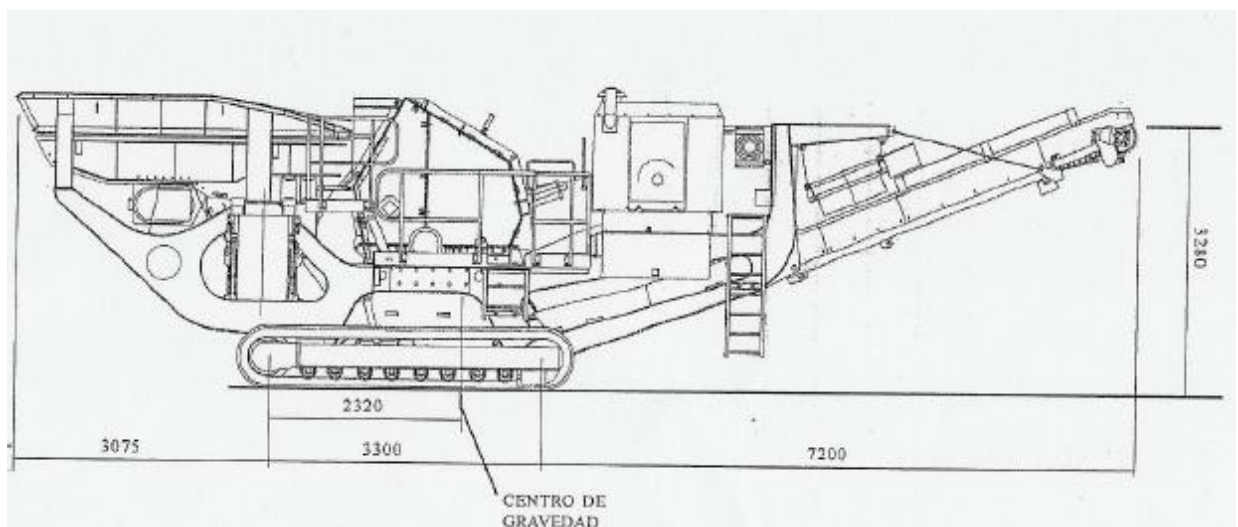


Figura 2: Dimensiones en mm de la vista lateral de la trituradora de impacto Terex Pegson

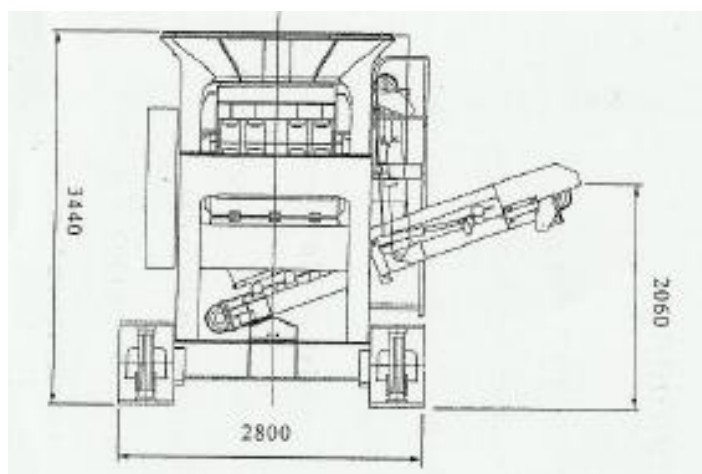


Figura 3: Dimensiones en mm de la vista trasera de la trituradora de impacto Terex Pegson

Longitud total de avance: 14092 mm

Altura total (excluyendo el tráiler de transporte): 3440mm

Anchura total (Transportador de tierra abatido): 2800mm

Peso bruto aproximado: 33.4 toneladas

Alimentador:

Tipo: Cubeta vibratoria montada sobre muelles.

Anchura: 1080mm.

Longitud: 3800mm.

Unidad: Árbol doble lubricado por aceite.

Criba: Barras escalonadas fijadas a intervalos nominales de 50 mm (en el extremo de descarga). Puntas intercambiables en el extremo de descarga.

Subpantalla: Plataforma eliminadora como equipamiento estándar (malla de alambre como equipamiento opcional).

Accionamiento: Motor hidráulico.

Control: Velocidad variable.

Tolva: De gran potencia fija.

Machacadora:

Tipo: Machacadora de percusión con martillo fijo.

Abertura de alimentación: 42"x28" (1067mmx711mm).

Revestimiento: Interior totalmente revestido con placas extraíbles de acero resistente a la abrasión.

Ajuste: Ajuste manual de las superficies de percusión- cubiertas de protección superior y central con muelles de protección inferior.

Rotor: Cuatro martillos fijos reversibles/extraíbles ajetados sobre dos cojinetes de rodillos esféricos de gran potencia y autoalineación.

Lubricación: Cojinetes de rodillos fijos engrasados, interior y exterior de los obturadores con forma de laberinto.

Accionamiento: Correas en V desde el motor.

Velocidad de la machacadora: Nom. 504 o 630 rpm- se han previsto dos poleas para el motor: una viene ya instalada y la otra es de repuesto. Aquellas máquinas diseñadas para la construcción se entregan con una polea que funciona a baja velocidad para facilitar las operaciones de reciclado.

Control: Embrague del motor.

Martillos: Los martillos de acero con revestimiento de manganeso se entregan como equipamiento estándar y son especialmente idóneos para las operaciones de reciclado con unas dimensiones de alimentación superiores a 400 mm; además, incluyen algunas barras de acero de refuerzo. Están asegurados con placas de bloqueo y pueden reemplazarse cuando presenten señales de desgaste.

Mantenimiento: Abertura de la carcasa hidráulica.

Equipamiento opcional: Tanto el soporte oscilante inferior como la vía graduada, dotados ambos de muelle de compresión/sobrecarga, disponen de ciertas aplicaciones idóneas para el trabajo en canteras.

Transportador del producto:

Tipo: Cinta de avance de acero reforzado.

Anchura: 1000mm.

Lubricación: Grasa.

Accionamiento: Motor hidráulico.

Control: Velocidad fija.

Faldas: Longitud total.

Orugas:

Tipo: Paso de 160mm de gran potencia

Anchura: 400mm

Centro: 3300mm

Accionamiento: Motores hidráulicos integrales

Control: Mando manual de control remoto, velocidad dual

Unidad motriz estándar:

Tipo: Motor diesel Caterpillar C9 de 6 cilindros enfriado por agua, cumple la normativa UE/CE de regulación de las emisiones.

Potencia: 300 C.V@1800rpm

Accionamientos: Embrague para el accionamiento en V de la machacadora. Correa en V para las dos bombas hidráulicas.

Caja: Armadura totalmente revestida de acero, depósito de combustible y batería integrados.

Pulverizadores para el polvo:

Tipo: Toberas multiatomizantes de agua limpia.

Posiciones: Descarga de la machacadora/ del transportador del producto.

Toma: Un único punto.

Suministro requerido: Hasta aprox. 7 litros/min@2.8bar(42psi).

Protección anticongelante: Válvulas de drenaje del sistema.

Transportador de tierra:

Tipo: Cinta de avance plana, plegable hidráulicamente para el transporte por bomba a motor.

Anchura: 600mm.

Lubricación: Grasa.

Accionamiento: Motor hidráulico.

Control: Velocidad fija.

Faldas/revestimiento: Cubren todo el largo (extraíbles durante el transporte).

Separador magnético:

Tipo: cinta exterior con correa transversal de autolimpiado suspendida.

Imán: Permanente.

Anchura: 750mm.

Centros: 1680mm.

Accionamiento: Motor hidráulico.

Control: Preajuste variable.

6. MÉTODOS

En este apartado se habla de las estrategias recomendadas para realizar las mediciones de los niveles de ruido de acuerdo con la normativa técnica existente.

El documento de referencia es la norma ISO 9612:1997 “Acoustic-Guidelines for the measurement and assesment of exposure to noise in a working environment”.

La elección de la estrategia de medición supone la planificación de las mediciones en lo que respecta al tiempo de duración, la elección de la jornada o jornadas de medición, los periodos de la jornada que se desea medir, los trabajadores sobre los que se van a realizar dichas mediciones y los instrumentos que se van a utilizar. Veremos que hay 3 tipos de estrategia de medición, para la obtención del nivel diario equivalente.

El técnico debe tener en cuenta, de cara a las conclusiones evaluativas, que el resultado que se obtiene lleva siempre asociado un valor de incertidumbre, que raramente es menor que 1dB.

6.1 Estrategias de medición

La necesidad de obtener una exactitud razonable en los resultados de las mediciones hace que éstas deban organizarse de forma distinta según cuales sean las

condiciones del trabajo. Así, si el trabajo se realiza en un puesto fijo y sus características son relativamente estables en relación con el ruido generado, la estrategia de medición será distinta de la empleada en el caso en que el trabajador se desplace a distintas ubicaciones y en cada una de ellas se registren niveles de ruido distintos.

En el documento ISO/TC 43/SC 1 N1649, se consideran tres estrategias diferenciadas: las mediciones basadas en la operación o la tarea, las mediciones basadas en el trabajo y las mediciones de jornada completa. La tabla 4 resume las características de los tipos de trabajo a los que se adapta cada estrategia y la aplicabilidad de la misma.

Características del trabajo			Tipo de estrategia de medición		
Movilidad del puesto	Complejidad de la tarea	Ejemplo	Mediciones basadas en la operación	Mediciones basadas en el trabajo	Mediciones de la jornada completa
Fijo	Sencilla o una sola operación	Soldar componentes electrónicos en línea de montaje	Recomendada		
Fijo	Compleja o con muchas operaciones	Cortar, preparar soldar piezas	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas operaciones	Cargar y descargar camiones en puerto descarga	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Trabajo definido con muchas operaciones o con un patrón de trabajo complejo	Taller de carpintería. Operaciones con sierra, tupí, cepillado, etc	Aplicable	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo impredecible	Reparaciones-mantenimiento. Conductor de toro		Aplicable	Recomendada
Fijo o móvil	Compuesta de muchas operaciones cuyo tiempo de duración es impredecible	Trabajos en taller calderería		Recomendada	Aplicable
Fijo o móvil	Sin operaciones asignadas,	Encargado de un taller		Recomendada	Aplicable

	trabajo con unos objetivos a conseguir				
--	---	--	--	--	--

Tabla 4: Recomendaciones relativas a los tipos de estrategias de medida a utilizar.

6.1.1. Mediciones basadas en la operación o la tarea

Se divide en operaciones o tareas la jornada de trabajo. Dentro de cada operación el trabajo que se realiza debe ser similar y el nivel equivalente, $L_{Aeq,T}$ correspondiente debe ser repetible y representativo de ella. Debe conocerse la duración de la operación. Cuando las fuentes de ruido presentes en una operación son de gran intensidad cobra gran importancia la exactitud de ese dato. La duración de la operación puede determinarse contrastando la información de los trabajadores y de los encargados, observando y midiendo la duración y recogiendo información sobre la actividad de las fuentes características de ruido durante la operación. Opcionalmente puede medirse la duración de la operación, por ejemplo tres veces y aceptar la media aritmética como el valor correcto o consultar, a la vista de los resultados, con el trabajador y el encargado.

El tiempo de medición en cada operación depende de la variación del nivel de ruido. Si la operación dura menos de 5 minutos, se debe medir durante toda la operación. Si la operación dura más, como mínimo debe medirse el $L_{Aeq,T}$ durante 5 minutos.

Cuando el ruido durante la operación es cíclico, la medición debe cubrir al menos tres ciclos enteros y en todo caso un número entero de ciclos.

Cuando la duración de tres ciclos es menor de 5 minutos, la duración de la medición debe extenderse por encima de 5 minutos cubriendo un número entero de ciclos.

Si en una operación el ruido fluctúa de forma aleatoria, el tiempo de medición debe ser el suficiente para que el resultado sea representativo del ruido existente durante la operación.

Cuando el ruido es estable la duración de la medición puede ser mucho menor que la de la operación (aunque no se puede establecer un tiempo mínimo de aplicación general, se puede optar por realizar mediciones de, como mínimo, 1 minuto y proceder según se indica en el párrafo siguiente).

Sea cual sea el tipo de ruido, la medición debería repetirse tres veces para cada operación. Si los resultados de una misma operación difieren 3 dB o más, se optará por una de las siguientes acciones:

- Subdividir la operación en otras operaciones y proceder como se ha indicado anteriormente con cada nueva operación.
- Realizar otras tres mediciones como mínimo para la operación en cuestión.
- Realizar una nueva serie de mediciones alargando el tiempo de cada una de ellas hasta que la diferencia sea inferior a 3 dB.

El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula con la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{Aeq,T,m,n}}{10}} \right] dB(A) \quad (8)$$

donde: $L_{Aeq,T,m}$ es el nivel equivalente durante la operación m , $L_{Aeq,T,m,n}$ es el resultado de cada una de las mediciones de dicha operación y N es el número de mediciones.

La contribución de cada operación al nivel equivalente diario es la siguiente:

$$L_{Aeq,d,m} = 10 \log \left[\frac{T_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,T,m}}{10}} \right] dB(A) \quad (9)$$

donde $L_{Aeq,T,m}$ es el nivel equivalente durante la operación m y T_m es el valor medio de la duración de dicha operación.

El nivel equivalente diario se puede calcular de dos formas a partir de las operaciones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,T,m}}{10}} \right] dB(A) \quad (10)$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{\frac{L_{Aeq,d,m}}{10}} \right] dB(A) \quad (11)$$

6.1.2. Mediciones basadas en el muestreo durante el trabajo

En este tipo de estrategia, propuesta en el documento ISO/TC 43/SC 1 N1649, se trata de tomar aleatoriamente muestras durante el desarrollo del trabajo. La estrategia es apropiada cuando la jornada no puede dividirse en operaciones o no está clara dicha división. No es un sistema adecuado cuando hay episodios de ruido muy intensos y de corta duración.

El muestreo puede llevarse a cabo en un grupo homogéneo de exposición (GHE), es decir, un grupo de trabajadores cuya exposición, a la vista de las condiciones de su trabajo, debería ser similar.

De acuerdo con la tabla 5 se selecciona la duración acumulada mínima de las mediciones. A continuación se elige el número de mediciones (como mínimo 5) y se decide la duración de cada muestra.

Hay que asegurarse de que las muestras se distribuyen aleatoriamente tanto entre los trabajadores del GHE, como a lo largo de la jornada de trabajo.

Los resultados del análisis de trabajo, el juicio profesional y la viabilidad pueden orientar para la selección de algunas muestras para asegurarse de que se incluyen acontecimientos ruidosos específicos.

Nº de trabajadores del grupo homogéneo (G)	Duración mínima acumulada de las mediciones (horas)
$G \leq 5$	5
$5 < G \leq 15$	$5 + (G - 5)/2$
$15 < G \leq 40$	$10 + (G - 15)/4$
$G > 40$	17 o subdividir el grupo

Tabla 5: Número de trabajadores del grupo homogéneo (G) en función de la duración mínima acumulada de las mediciones en horas.

Ejemplo: Se desea medir el nivel de ruido en un grupo de 10 trabajadores que en apariencia sufren similar exposición. Se procede de la siguiente forma:

De acuerdo con la tabla 5 la duración mínima acumulada del muestreo ($G=10$) debe ser de $5 + (10 - 5)/2 = 7,5$ horas. Se decide realizar 10 muestras por lo que cada una durará 45 minutos. La elección del número de muestras se hace de forma que queden incluidas la variación espacial y temporal del ruido, así como el número de trabajadores.

Se seleccionan cinco de los diez trabajadores, por ejemplo los que se muestren más colaboradores. En la selección del número, intervendrán también factores como la posibilidad de controlar las muestras, el número de dosímetros disponibles, etc.

Se divide la jornada en periodos de 45 minutos (por ejemplo: de 8 a 8,45; de 8,45 a 9,30, etc.).

Cuando se producen episodios aislados de ruido, especialmente alto, se designan de entrada los periodos de 45 minutos que los contienen.

El cálculo del nivel equivalente, durante la exposición de la jornada, asignable a los trabajadores del GHE, es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{A,eq,T,n}}{10}} \right] \text{dB(A)} \quad (12)$$

donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra n y N es el número de muestras tomadas.

Por último, el nivel equivalente diario de los trabajadores del GHE es:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] dB(A) \quad (13)$$

donde T es el tiempo de exposición durante la jornada.

6.1.3 Mediciones de la jornada completa

Este tipo de medición supone cubrir la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos. Lo más práctico es, en estos casos, utilizar dosímetros personales. Cuando no es posible que las mediciones se extiendan a la totalidad de la jornada, deben cubrir lo máximo posible e incluir los periodos más significativos de ruido.

Ya que el valor que se obtiene es la media de lo que ha ocurrido, al emplear periodos prolongados y utilizar dosímetros personales, este tipo de medición tiene el riesgo de incluir contribuciones falsas. La forma de contrarrestar este riesgo es disponer de buena información sobre lo que ha ocurrido durante la medición mediante la observación, la realización de mediciones prospectivas, interrogando a los trabajadores sobre las actividades realizadas y los lugares donde ha permanecido o valorando la exposición alternativamente sobre trabajadores seleccionados.

También proporciona buena información la utilización de dosímetros personales que proporcionen el historial de la exposición (por ejemplo: evolución temporal del nivel de presión sonora).

Inicialmente se realizan mediciones sobre tres jornadas completas, tomadas sobre grupos homogéneos de exposición (GHE). La media de las tres jornadas se toma como el $L_{Aeq,d}$. Si los resultados difieren 3 dB o más, se deberá medir sobre una jornada adicional.

6.2 Incertidumbre de los resultados

La incertidumbre asociada a una serie de mediciones tiene orígenes diversos, entre los que destacan los siguientes:

- a) Incertidumbre debida a la posición del micrófono, tipo de instrumentación y calibración.
- b) Incertidumbre debida a las variaciones en el trabajo diario (variación del nivel de ruido y variación del tiempo de exposición).
- c) Errores debidos a falsas contribuciones que pueden falsear los resultados (viento, golpes al micrófono, etc.).
- d) Errores en el análisis previo de las condiciones de trabajo.
- e) Contribuciones de fuentes de ruido ajenas al trabajo (voz humana, música, señales de alarma, etc.).

Algunos de los factores mencionados, como la acción del viento o los golpes en el micrófono (errores), deben detectarse y controlarse. Otros tienen carácter aleatorio y su importancia queda reflejada en el cálculo de su contribución a la incertidumbre global (U) que veremos a continuación para cada una de las estrategias de medición consideradas.

Finalmente, las contribuciones de fuentes de ruido ajenas al propio trabajo pueden suponer un incremento del valor final medido y su inclusión o no es decisión del técnico en cada caso.

El tipo y el estado de los instrumentos de medición, la forma de trabajar del técnico encargado de las mediciones y la calidad de la información que recibe respecto a las condiciones de exposición al ruido en el puesto de trabajo determinan la fiabilidad de los resultados.

La incertidumbre combinada (U), asociada a los resultados de la medición, se obtiene como suma de las contribuciones de las diferentes fuentes de incertidumbre:

$$U^2 = \sum_j c_j^2 u_j^2 \quad (14)$$

Donde: U es la incertidumbre combinada, u_j es la incertidumbre estándar de la fuente de incertidumbre correspondiente (por ejemplo: el tipo de instrumento, la posición del micrófono, etc.) y c_j es el coeficiente de sensibilidad de esa fuente de incertidumbre, que pondera la importancia con que participa u_j en la incertidumbre combinada.

Matemáticamente, c_i es la derivada parcial de la función con respecto a la variable en cuestión (por ejemplo, derivada parcial del $L_{Aeq,d}$ respecto al tiempo).

6.2.1. Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en las operaciones

El nivel equivalente diario de presión sonora ($L_{Aeq,d}$) se obtiene a partir de las operaciones que se realizan en el puesto de trabajo mediante la expresión:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{\frac{L_{Aeq,d,m}}{10}} \right] dB(A) \quad (15)$$

donde $L_{Aeq,d,m}$ es la contribución de la operación m al nivel equivalente diario.

La incertidumbre combinada se calcula a partir de las diferentes contribuciones de incertidumbre, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$U^2 = \sum_m \left\{ c_{a,m}^2 (u_{1a,m}^2 + u_{2,m}^2 + u_{3,m}^2) + \left[\frac{4.34 c_{a,m}}{T_m} \right]^2 u_{1b,m}^2 \right\} \quad (16)$$

donde:

$u_{1a,m}$ es la incertidumbre estándar debida al muestreo de la operación m . $u_{1b,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la estimación de la duración de la operación m . $u_{2,m}$ es la incertidumbre estándar debida al instrumento de medición usado para la operación m , dado por la tabla 6. $u_{3,m}$ es la incertidumbre estándar debida a la imperfecta selección de la posición del micrófono en la operación m . (tabla 7).

T_m es el valor medio de los valores obtenidos del tiempo de duración de la operación m. $C_{a,m}$ es el coeficiente de sensibilidad correspondiente a la operación m, cuyo valor viene dado por la expresión:

$$C_{a,m} = \frac{T_m}{8} 10^{\frac{L_{Aeq,Tm} - L_{Aeq,d}}{10}} \quad (17)$$

Tipo de instrumento	Incertidumbre estándar (u_2) en dB
Sonómetro de clase I (Según IEC 61672-1)	0.5
Sonómetro personal (Según IEC 61252)	1.0
Sonómetro de clase II (Según IEC 61672-1)	1.0

Tabla 6: Incertidumbre estándar (u_2) en relación con el tipo de instrumento que se utiliza.

El cálculo de $u_{1a,m}$ se realiza con la expresión:

$$u_{1a,m} = \frac{S_{LAeq,Tm}}{\sqrt{N}} \quad (18)$$

donde $S_{LAeq,T,m}$ es la desviación estándar del conjunto de valores medidos de $L_{Aeq,T}$ en la operación m y N es el número de muestras que se han tomado:

$$S_{LAeq,T,m} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq,Tmn} - L_{Aeq,T,m})^2 \right]} \quad (19)$$

La incertidumbre estándar de la duración de la operación, $U_{1b,m}$, se calcula mediante la expresión:

$$U_{1b,m} = \frac{S_{T,m}}{\sqrt{N}} \quad (20)$$

donde $S_{T,m}$ es la desviación estándar del conjunto de valores medidos de T en la operación m y N es el número de veces que se ha medido el tiempo de duración de la operación m :

$$S_{T,m} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (T_{n,m} - T_m)^2 \right]} \quad (21)$$

La incertidumbre estándar debida a la imperfecta selección de la posición del micrófono $u_{3,m}$ se obtiene de la tabla 7.

Características de la medición	Incertidumbre estándar u_3 en dB	
	El trabajador se haya en el campo reverberante	El trabajador recibe mayoritariamente sonido directamente de la fuente
Medición con el trabajador ausente.	0.3	0.5
Medición con el dosímetro personal o el trabajador presente	0.9	1.5

Tabla 7: Incertidumbre estándar u_3 en dB en distintas situaciones de interés

6.2.2 Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en el muestreo durante el trabajo

La expresión general para obtener el $L_{Aeq,d}$ del puesto de trabajo a partir del trabajo es la expresión (12):

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] dB(A) \quad (22)$$

donde $L_{Aeq,T}$ viene dado por la expresión (13).

La incertidumbre combinada U se calcula con la expresión

$$U^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 \quad (23)$$

La contribución a la incertidumbre del muestreo durante el trabajo se obtiene de la tabla 8 en función del número de muestras N y de la incertidumbre estándar (μ_1) de las muestras, que se calcula a partir de la expresión:

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - L_{Aeq,T})^2 \right]} \quad (24)$$

Los valores de u_2 y u_3 se obtienen de las tablas 6 y 7, respectivamente.

	Incertidumbre estándar de los valores medidos de $L_{Aeq,T,n}$ (u_1)											
N	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
5	0.3	0.7	1.2	1.7	2.4	3.3	4.4	5.6	6.9	8.5	10	12.1
6	0.3	0.6	0.9	1.4	1.9	2.6	3.3	4.2	5.2	6.3	7.6	8.9
7	0.2	0.5	0.8	1.2	1.6	2.2	2.8	3.5	4.3	5.1	6.1	7.2
8	0.2	0.5	0.7	1.1	1.4	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4	5.2	6.1
9	0.2	0.4	0.7	1.0	1.3	1.7	2.1	2.6	3.2	3.9	4.6	5.4
10	0.2	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.4	2.9	3.5	4.1	4.8
12	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	2.9	3.5	4.0
14	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	3.5
16	0.1	0.3	0.5	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	3.2
18	0.1	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	2.9
20	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.0	2.3	2.6
25	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3
30	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0

Tabla 8: Incertidumbre estándar de los valores medidos de $L_{Aeq,T,n}$ (u_1)

6.2.3 Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en las mediciones de jornada completa

Cuando la estrategia de la medición realizada para hallar el $L_{Aeq,d}$ del puesto de trabajo se basa en la medición de más de una jornada durante la mayor parte del tiempo, la incertidumbre combinada se determina como en el caso de la división del trabajo en operaciones, tomando el día completo como una sola operación. Como el tiempo de exposición estimado es un valor fijo y afianzado (por ejemplo, 8 horas) la incertidumbre correspondiente a ese dato (u_{1b}) es nula.

7. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El primer problema que se planteó a la hora de realizar las medidas de ruido fue el de seleccionar la estrategia de medición más adecuada. Se decidió la toma de medidas de ruido basadas en la operación o tarea ya que, al consultar la tabla 4 de “recomendaciones relativas a los tipos de estrategias de medida a utilizar” vimos que los cuatro puestos de trabajo analizados se caracterizan por presentar un patrón sencillo con una sola operación.

Para concretar, las medidas de ruido realizadas en la cantera “Granitos San Fermín” se centraron en los puestos de trabajo analizados en el apartado de materiales, a saber: trabajador manipulando una perforadora (cabina), trabajador manipulando una retroexcavadora y trabajador manipulando un equipo de machacadora y molino. En el caso de la perforadora, se consideró además la posibilidad (basada en la información aportada por el encargado de la cantera) de un operario que, trabajando fuera de la cabina de la máquina, colaborara en las labores de perforación.

En cuanto a la selección de los puntos y condiciones de medida, se hizo uso de el documento ISO/TC 43/SC 1 N1649, que indica que la medición se realizará preferentemente en ausencia del trabajador y colocando el micrófono en el lugar que ocupa habitualmente (a la altura de su cabeza). Si es posible, se deberían contrastar las mediciones con y sin la presencia del trabajador en su puesto, sobre todo cuando predominen frecuencias altas. Si no es posible que el trabajador abandone momentáneamente el puesto, el micrófono se localizará a una distancia aproximada de

entre 10 y 40 centímetros del pabellón auditivo externo (canal de entrada al oído) buscando el punto de mayor recepción. Cuando no es posible que el micrófono se sitúe a una distancia menor de 40 cm, se debería utilizar un dosímetro. Si la situación del trabajador no permite fijar fácilmente la posición del micrófono en la forma recomendada, se colocará éste a una altura de $1,550 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$ del suelo, si el trabajador está de pie o a $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ del plano del asiento, si trabaja sentado. Es preferible utilizar un trípode para sujetar el instrumento o el micrófono. De no ser así, es preferible mantener el brazo extendido durante la medición.

Siguiendo estas recomendaciones, y tras invertir varias jornadas observando el trabajo desarrollado en la cantera en los puntos de interés, se seleccionaron los puntos y condiciones de observación que se ilustran en la tabla 9:

Puesto de trabajo	Medidas realizadas en presencia del trabajador (SI/NO)	Ubicación y posición del micrófono
Perforadora (cabina)	SI	A 10 cm del pabellón auditivo externo del trabajador
Perforadora (exterior)	NO	A 1,55 m del suelo en una posición promedio
Retroexcavadora	SI	A 10 cm del pabellón auditivo externo del trabajador
Machacadora y trituradora de impacto	NO	A 1,55 m del suelo en una posición promedio

Tabla 9: Descripción de la ubicación y posición del micrófono para los cuatro puestos de trabajo analizados

A la hora de seleccionar el tiempo de duración de las medidas del nivel de presión acústica continuo equivalente se tuvo en cuenta que, según el Real Decreto, el tiempo de medición en cada operación depende de la variación del nivel de ruido. Si la operación dura menos de 5 minutos, se debe medir durante toda la operación. Si la operación dura más, como mínimo debe medirse el $L_{Aeq, T}$ durante 5 minutos. En el caso de los cuatro puestos de trabajo analizados, dado que las operaciones duran más de 5 minutos, realizamos medidas de ruido de 5 minutos de duración. Para cada puesto, se realizaron 3

medidas, según dicta el procedimiento. Los resultados obtenidos quedan reflejados en la tabla 10.

MÁQUINA ASOCIADA A UN PUESTO DE TRABAJO	MEDIDA	TIEMPO (Minutos)	$L_{Aeq,T,n}$ (dB(A))
PERFORADORA	1	5	72.1
	2	5	71.1
	3	5	74.1
RETROEXCAVADORA	1	5	80.4
	2	5	81.4
	3	5	78.8
PERFORADORA FUERA	1	5	90.0
	2	5	91.8
	3	5	90.5
MACHACADORA Y TRITURADORA DE IMPACTO	1	5	87.3
	2	5	86.1
	3	5	87.4

Tabla 10: Resultados que se han obtenido al medir con el sonómetro la maquinaria asociada a los distintos puesto de trabajo.

El análisis de la tabla 10 evidencia que hay una diferencia inferior a 3 dB entre los valores máximos y mínimos obtenidos para $L_{Aeq,T}$ en cada uno de los 4 puestos de trabajo analizados. Esta circunstancia nos permitió tomar como suficientes las medidas realizadas; por otro lado aumentó nuestra confianza en los puntos y métodos de medida utilizados.

Para evaluar el nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$, que es el parámetro clave, se aplicó el contenido del apartado 6.1.1 relativo a “Mediciones basadas en la operación o tarea” y, concretamente, las expresiones (8) y (10). La primera de ellas permite determinar el valor cierto de $L_{Aeq,T}$ a partir de las 3 medidas realizadas de $L_{Aeq,T,n}$ (donde $m=1$ en este caso, puesto que sólo se desarrolla una tarea).

La expresión (10) evalúa $L_{Aeq,d}$ a partir de $L_{Aeq,T}$. Sin embargo para realizar este cálculo es necesario tener en cuenta el tiempo efectivo T_m que el trabajador invierte en el

manejo de la maquinaria que genera ruido. Este tiempo efectivo ya fue valorado en el apartado de materiales. Sin embargo, a efectos de facilitar la lectura de esta memoria por parte del Tribunal, incluimos la siguiente tabla de interés con los datos relativos a T_m presentados en el apartado de materiales:

PUESTO DE TRABAJO	T_m (Horas)
Perforadora (Cabina)	7
Perforadora (Exterior)	7
Retroexcavadora	2
Machacadora/Trituradora	7

Tabla 11: T_m en horas para los distintos puestos de trabajo evaluados.

Los resultados obtenidos para $L_{Aeq,T}$ y $L_{Aeq,d}$ se plasman en las columnas de resultados 1 y 2 de la tabla 12. Por otro lado, no menos importante es la evaluación de la incertidumbre U que acompaña a la medida del nivel de exposición diario equivalente, $L_{Aeq,d}$. En este caso se aplicó el contenido del apartado 6.2.1 relativo a la “Determinación de la incertidumbre asociada a la medición basada en operaciones”. Para ello fue necesaria la utilización del conjunto de expresiones (16) a (21) así como de las tablas 6 y 7 relativas, respectivamente, a la incertidumbre u_2 asociada al tipo de instrumento y a la incertidumbre u_3 asociada a la posición del micrófono. Los valores seleccionados figuran en las columnas 7 y 8 de la tabla 12. Vemos que para u_2 se ha tomado en todos los casos un valor de 1 dado que hemos trabajado con un sonómetro de clase 2. En cuanto a u_3 , se ha tomado el valor de 1,5 en todos los casos en los que, durante las medidas, estaba el trabajador presente y recibiendo mayoritariamente el sonido directamente de la fuente, seleccionándose el valor de 0,9 en el caso de la machacadora-molino debido a que el trabajador se halla en el campo reverberante.

Los resultados obtenidos tras un minucioso proceso de cálculo, quedan plasmados en el resto de columnas de la tabla 11. Es de reseñar que la última columna evalúa U^2 ; resulta evidente que U se obtiene sin más que aplicar la raíz cuadrada.

Maquinaria	$L_{Aeq,T}$	$L_{Aeq,d}$	$S_{LAeq,T}$	U_{1a}	S_T	U_{1b}	u_2	u_3	T	C_a	U^2
Perforadora (cabina)	72.6	72.0	1.54	0.89	0.87	0.5	1	1.5	7	1	4.14
Perforadora (exterior)	90.8	90.3	0.93	0.54	0.87	0.5	1	1.5	7	1	4.72
Retroexcavadora	80.33	74.3	1.32	0.8	0.61	0.35	1	1.5	2	1	4.47
Machacadora y trituradora de impacto	87.0	86.4	0.73	0.4	0.87	0.5	1	0.9	7	1	2.07

Tabla 12: Evaluación de parámetros experimentales que permiten obtener $L_{Aeq,d}$ y U

Ahora llega uno de los momentos clave de esta memoria de Trabajo Fin de Grado, que es el de evaluar $L_{Aeq,d} \pm U$ para cada uno de los cuatro puestos de trabajo analizados. Este análisis se lleva a cabo separadamente para cada uno de ellos.

PERFORADORA (CABINA):

$L_{Aeq,d} \pm U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} - U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} + U$ dB(A)
72.02 ± 2	70	74

Tabla 13: Nivel de exposición diario equivalente de la perforadora (cabina) acompañado de su error.

A fin de interpretar los resultados obtenidos con la finalidad de evaluar los riesgos del trabajador expuesto al ruido en este puesto de trabajo, reproducimos la tabla 2 que ilustra los valores límite de exposición y valores de exposición, referidos a los niveles de exposición diaria y de pico.

	$L_{Aeq,d}$	L_{pico}
Valor límite de exposición	87 dB(A)	140 dB(C)
Valor superior de exposición	85 dB(A)	137 dB(C)
Valor inferior de exposición	80 dB(A)	135 dB(C)

Como vemos, $L_{Aeq,d} + U$ toma un valor de 74 dB (A), es decir, inferior al valor superior de exposición (85 dB(A)). Esto nos indica que, desde el punto de vista del Real Decreto 286/2006 este puesto de trabajo es seguro y no se requiere la aplicación de ninguna medida correctora.

PERFORADORA (EXTERIOR):

$L_{Aeq,d} \pm U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} - U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} + U$ dB(A)
90.3 ± 2.2	88.1	92.5

Tabla 14: Nivel de exposición diario equivalente de la perforadora (exterior) acompañado de su error.

En la interpretación de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta la tabla 2, como se ha mencionado anteriormente, observamos que $L_{Aeq,d} + U$ toma un valor de 92.5 dB (A), en este caso, supera el valor superior de exposición e incluso supera el valor límite de exposición. Ésto nos indica que, desde el punto de vista del Real Decreto 286/2006 este puesto de trabajo no es seguro y por tanto, se requiere de la aplicación de medidas correctoras.

Como medida correctora, se va a hacer un estudio sobre el tiempo máximo de exposición en el que puede estar el operador realizando esta tarea de modo que disminuyendo el tiempo efectivo T_m que el trabajador invierte en el manejo de la maquinaria que genera ruido, $L_{Aeq,d} + U$ tome un valor inferior al valor superior de exposición (85 dB(A)). Y por tanto, desde el punto de vista del Real Decreto 286/2006 este puesto de trabajo ya sería seguro. La siguiente gráfica muestra la relación entre el nivel de exposición diario equivalente más su incertidumbre ($L_{Aeq,d} + U$) y el tiempo de trabajo efectivo T_m .

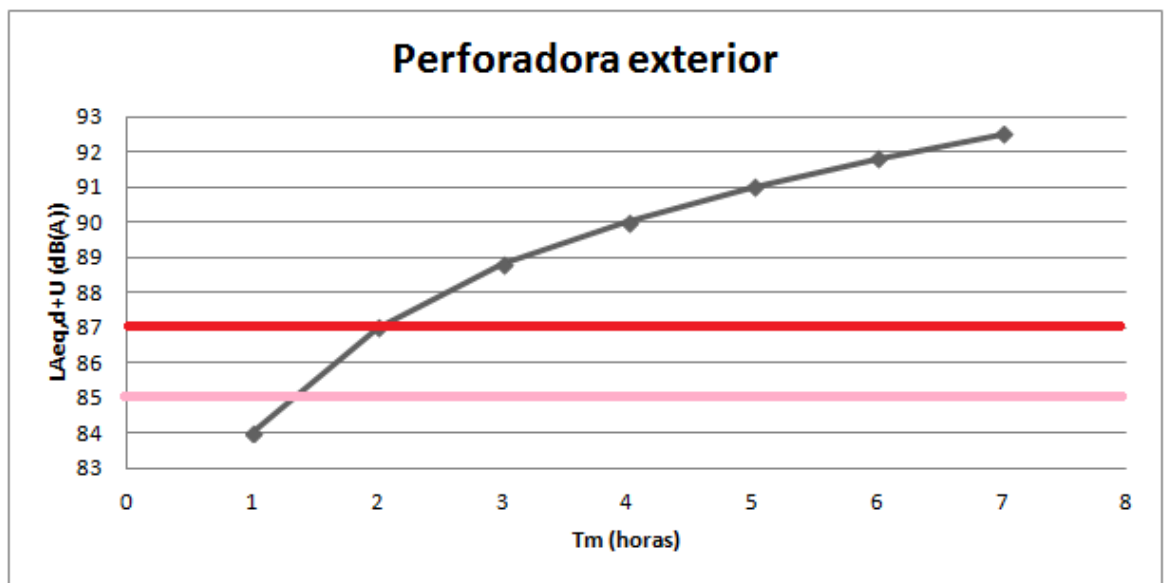


Figura 4: Nivel de exposición diario equivalente en función del tiempo T_m para la perforadora (exterior)

Observando la gráfica y teniendo en cuenta los valores de exposición de la tabla 2 (rojo muestra el valor límite y el rosa muestra el valor superior de exposición), llegamos a la conclusión de que disminuyendo a 1,28 horas el tiempo efectivo, T_m , del trabajador sometido al ruido en este puesto de trabajo se solucionarían los riesgos de exposición.

RETROEXCAVADORA:

$L_{Aeq,d} \pm U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} - U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} + U$ dB(A)
77.3 ± 3	74.3	80.3

Tabla 15: Nivel de exposición diario equivalente de la retroexcavadora acompañado de su error.

Teniendo en cuenta la tabla 2, y que el valor resultante de $L_{Aeq,d} + U$ es de 80.3 dB (A), observamos que este valor es inferior al valor superior de exposición (85 dB(A)). Esto nos indica que, desde el punto de vista del Real Decreto 286/2006, este puesto de trabajo no requiere la aplicación de ninguna medida correctora.

MACHACADORA Y TRITURADORA DE IMPACTO:

$L_{Aeq,d} \pm U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} - U$ dB(A)	$L_{Aeq,d} + U$ dB(A)
86.4 ± 1.4	85	87.8

Tabla 16: Nivel de exposición diario equivalente de la machacadora y molino acompañado de su error.

Interpretando los resultados de la tabla 16, observamos que $L_{Aeq,d} + U$ toma un valor de 87.8 dB (A); por tanto, teniendo en cuenta la tabla 2, vemos que se supera el valor límite de exposición. Por tanto, teniendo en cuenta el Real Decreto 286/2006 este puesto de trabajo no es seguro y se requiere la aplicación de medidas correctoras.

Como medida correctora, se va a hacer un estudio sobre el tiempo máximo de exposición en el que puede estar el operador realizando esta tarea de modo que disminuyendo el tiempo efectivo T_m que el trabajador invierte en el manejo de la maquinaria que genera ruido, $L_{Aeq,d} + U$ toma un valor inferior al valor superior de exposición (85 dB(A)). Por tanto, desde el punto de vista del Real Decreto 286/2006, este puesto de trabajo ya sería seguro. La siguiente gráfica muestra la relación de del nivel de exposición diario equivalente más la incertidumbre ($L_{Aeq,d} + U$) y el tiempo de trabajo efectivo T_m .

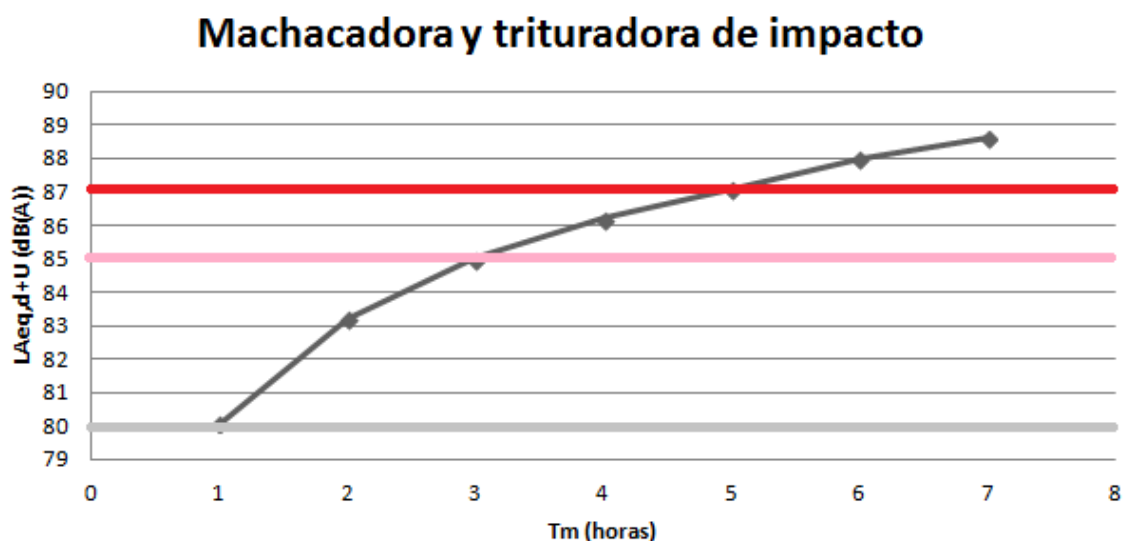


Figura 5: Nivel de exposición diario equivalente en función del tiempo T_m para la machacadora y trituradora de impacto.

Observando la gráfica y teniendo en cuenta el valor límite y superior de exposición, llegamos a la conclusión de que disminuyendo a 3 horas el tiempo efectivo, T_m , del trabajador sometido al ruido en este puesto de trabajo se solucionarían los riesgos de exposición al ruido.

Dentro del apartado de discusión de resultados hemos considerado conveniente la evaluación experimental del Nivel de pico, L_{PICO} . No obstante, debemos destacar que esta evaluación se llevó a cabo con fines fundamentalmente docentes, dado que el tipo de ruido presente en los 4 puestos de trabajo analizados esta lejos de ser impulsivo o de impacto. De hecho, según recoge textualmente el anexo I del Real Decreto 286/2006: “En el caso de ruidos con impactos muy diferenciados (martillazos, disparos, etc.) la evaluación de la capacidad agresiva requiere la medición del nivel máximo de presión acústica alcanzado (nivel de pico) y el empleo de la escala de ponderación C, que se incorpora al instrumento de medida mediante un circuito electrónico”. Como decimos, ninguno de los ruidos generados en los 4 puestos de trabajo analizados tiene este carácter. Como muestra presentamos el nivel de presión acústica en función del tiempo, L_p , medido en la cabina de la perforadora.

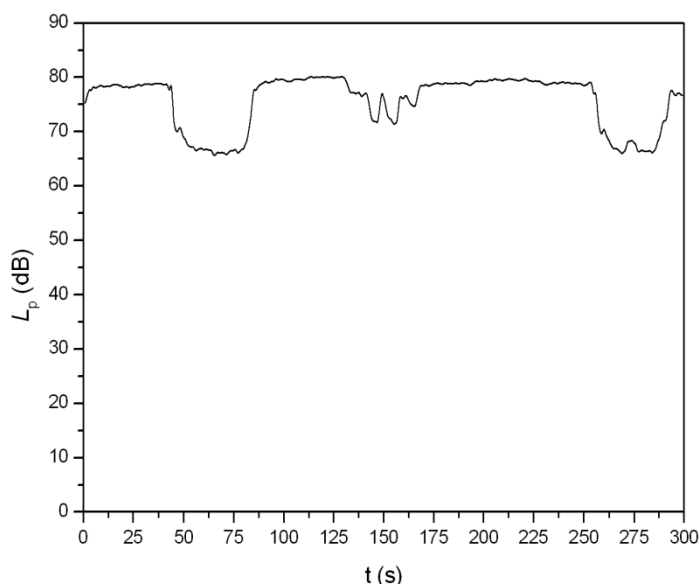


Figura 6: nivel de presión acústica en función del tiempo medido en la cabina de la perforadora.

Como vemos hay variaciones en el nivel de presión acústica que se explican fácilmente: la disminución de L_p en determinados intervalos de tiempo es debida a

cambios de barrenos de la perforadora, cambios de lugar de perforación, etc. De cualquier modo, vemos que no se aprecian ruidos con impactos muy diferenciados.

La tabla 17 ilustra los resultados de las medidas realizadas.

MÁQUINA ASOCIADA A UN PUESTO DE TRABAJO	MEDIDA	TIEMPO (Minutos)	$L_{Pico,n}$ (dB(C))
PERFORADORA (CABINA)	1	5	87.4
	2	5	87.2
	3	5	87.8
PERFORADORA (EXTERIOR)	1	5	99.3
	2	5	98.4
	3	5	98.9
RETROEXCAVADORA	1	5	97.2
	2	5	95.2
	3	5	95.8
MACHACADORA Y TRITURADORA DE IMPACTO	1	5	100.3
	2	5	99.9
	3	5	101.1

Tabla 17: Medidas experimentales de $L_{Pico,n}$ (dB(C)).

A continuación, a partir de las 3 medidas realizadas para $L_{pico,n}$ se evalúa L_{pico} utilizando la ecuación (8), que ahora adopta la forma:

$$L_{Pico} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{Pico,n}}{10}} \right] dB(C) \quad (25)$$

Los resultados obtenidos quedan reflejados en la tabla 18:

MÁQUINA ASOCIADA A UN PUESTO DE TRABAJO	$L_{pico}(dB(C))$
PERFORADORA	87.5
PERFORADORA EXTERIOR	98.9
RETROEXCAVADORA	96.1
MACHACADORA Y TRITURADORA DE IMPACTO	100.5

Tabla 18: Valores experimentales de L_{pico}

Comparando estos resultados con la tabla 2 vemos que, como ya preveíamos, los valores de L_{pico} medidos en los 4 puestos de trabajo no presentan riesgo alguno para la salud de los trabajadores.

8. CONCLUSIONES.

1º) La realización de este Trabajo Fin de Grado ha permitido estudiar en profundidad el Real Decreto 286/2006 para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. Desde un punto de vista práctico, la autora se ha familiarizado con el manejo de sonómetros y ha aprendido a evaluar parámetros clave acompañados de su incertidumbre, punto crucial en este tipo de medidas.

2º) Mediante la realización de este Trabajo Fin de Grado se ha aprendido a identificar y clasificar las fuentes de ruido presentes en una obra o explotación minera, así como a diseñar un plan de trabajo para la evaluación de la exposición de los trabajadores al ruido.

3º) Se ha evaluado el nivel de exposición diario equivalente y el nivel de pico de cuatro puestos de trabajo en la cantera “Granitos San Fermín”, propiedad de la empresa VISTRAN, S.L. Los puestos de trabajo evaluados son muy diversos y cubren dos áreas de interés, como son el movimiento de tierras y perforaciones del terreno, lo que ha permitido dotarlo de un carácter interdisciplinar, según recoge el artículo 2.7 de la normativa sobre Trabajos Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de Linares (Universidad de Jaén).

4º) El nivel de exposición diario equivalente de los cuatro puestos de trabajo evaluados quedan por debajo del valor superior de exposición (85 dB(A)) salvo el puesto de trabajo asociado a la “machacadora y trituradora de impacto” y el puesto de trabajo denominado “Perforación en el exterior” referido al ayudante en tareas de perforación. En el primer caso es necesaria la medida correctora consistente en que el trabajador sólo puede estar manejando este equipo durante tres horas al día; en el segundo caso, es necesaria la medida correctora consistente en que el trabajador sólo puede estar realizando esta tarea durante 1,28 horas al día.

5º) El nivel de pico de los cuatro puestos de trabajo evaluados queda por debajo del valor inferior de exposición (135 dB(C)), por lo que no se requiere aplicar medidas correctoras.

ANEXOS

Anexo 1:
Certificado de calibración del
sonómetro.

MTN-Calibration certificate

File: A1624-20078
_2d2a06cd5244124f8052ce8cb9c066f4-S

Calibration No.:
167752/2014-06

Object Data Logger / Sound Level Meter

Manufacturer PeakTech

Type 8005

Serial number 130820078
Inventory number .

Calibration Procedure PeakTech 8005 (12 Monate) / 4231
Version 1.0

Customer **Sistemas Didácticos de Laboratorio**
S.L., Parque Empresarial Villapark

ES-28670 Villaviciosa de Odón
Avenida Quitapesares, 20 -Nave 42 F-

OrderNo. .
MTN-No. 00035020

The MeßTechnikNord calibration laboratory meets the requirements of the **DIN EN ISO / IEC 17025: 2005**.

This DAkkS calibration laboratory (Reg. No. **D-K-15086-01-00**) is accredited for mechanical values, electrical DC, LF and RF values, temperature, time and frequency (refer to the certificate of accreditation). This calibration certificate records the traceability to national standards for units in the SI system.

Calibration will be done in accordance with actual standards. The expanded uncertainty mentioned has been determined according to VDI/VDE/DGQ/DKD 2622 sheet 2, VDI/VDE/DGQ 2618 sheet 1.2 resp. DKD-3. A coverage factor of 2 has been used. The value of the result will be of 95 % probability within the result of measurement.

Measured values marked with „<“ will be not evaluated concerning manufacturers specification. The calculation concerning meeting of manufacturers specification will be done by calculation of tolerance and expanded uncertainty. A measured value is not ok of manufacturers tolerance will be not met.

The obvious next calibration date on the label is a proposal. No acceptance of guarantee will done for meeting manufacturers specification later then mentioned on the label.

The measured values are valid for the moment of measurement.

Measurements have been done by use of standards, traceable to the Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB).

Overall Result

The measured values are within manufacturers tolerance. Measured values are marked with <, if it cannot be expressed that the expanded measurement uncertainty has been met.
No adjustment has been done.!

comment -

This calibration certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of the issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.

Date of issue	Head of the calibration laboratory	Person in charge
25 Jun 2014	Herbert Albrecht Bestätigung mit dig. Unterschrift	M.Rebentisch

MeßTechnikNord GmbH
Akkreditierte Labore für Kalibrierung und EMV
Industriestr. 29
22880 Wedel

10/2013 -V10-PDF - ha

Telefon 04103/18886-20
Fax 04103/18886-29
e-mail info@messtechniknord.de
Internet www.messtechniknord.de

Calibration No.: **167752/2014-06**

Page: 2 of 2

Date of calibration 24.06.2014

Results of calibration

Range	Nominal value	Function	Measured Value	Tolerance	Deviation	% Conf. Span	Expanded Uncertainty	Remark
-------	---------------	----------	----------------	-----------	-----------	--------------	----------------------	--------

1. Kalibriergegenstand

Das Peak Tech 8005 ist ein digitales Schallpegelmeßgerät.

2. Kalibrierverfahren

Die Kalibrierung erfolgte durch Vorgabe eines Schalldruckes bei 1kHz durch einem Akustikkalibrator.

3. Messergebnisse
Schallpegel

Range: 50..100dB

94,00 dB	Fast/Bew,:A	93,4 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,60 dB	60 %	0,40 dB
94,00 dB	Slow/Bew,:A	93,3 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,70 dB	70 %	0,40 dB
94,00 dB	Fast/Bew,:C	93,7 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,30 dB	30 %	0,40 dB
94,00 dB	Slow/Bew,:C	93,7 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,30 dB	30 %	0,40 dB

Range: 80..130dB

94,00 dB	Fast/Bew,:A	93,7 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,30 dB	30 %	0,40 dB
94,00 dB	Slow/Bew,:A	93,5 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,50 dB	50 %	0,40 dB
94,00 dB	Fast/Bew,:C	93,5 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,50 dB	50 %	0,40 dB
94,00 dB	Slow/Bew,:C	93,7 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,30 dB	30 %	0,40 dB
114,00 dB	Fast/Bew,:A	113,2 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,80 dB	80 %!	0,40 dB
114,00 dB	Slow/Bew,:A	113,2 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,80 dB	80 %!	0,40 dB
114,00 dB	Fast/Bew,:C	113,6 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,40 dB	40 %	0,40 dB
114,00 dB	Slow/Bew,:C	113,6 dB	+1,40 dB -1,40 dB	-0,40 dB	40 %	0,40 dB

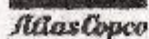
Used calibrated measurement Standards

MTN-Kal-Nr	Name	Calibration certificate	past Calibration	next Calibration
20001-01237	B+K 4231, Sound Level Calibrator	DAkkS-Extern-0265	31.01.2014	29.01.2016
20001-02235	Ahlborn 8590-9, Umweltdatenerfassung	DAkkS-15086-12326	29.08.2013	29.08.2014

**** End of Calibration certificate ****

Anexo 2:

**Declaración de conformidad de la
perforadora ROC D7**



DECLARACION DE CONFORMIDAD CE

Maquinaria Individual y componentes de seguridad

Nosotros, **Atlas Copco Rock Drills AB**
Örebro, Suecia

declaramos bajo nuestra sola responsabilidad que el producto

Nombre:	ROC®
Tipo:	D7
Número de serie:	8992 0038 40
Potencia instalada:	159 kW
Nivel de potencia acústica medido Lwa:	124 dB
Nivel de potencia acústica garantizado Lwa:	126 dB

a que se refiere esta declaración, es conforme a los requisitos de la Directiva del Consejo de 22 de junio 1998 sobre la aproximación de las leyes de los Estados Miembros con relación a la maquinaria (98/37/CEE).

Otras directivas aplicables: 89/336/EEC
2000/14/EC, appendix V
87/23/EC

Normas armonizadas aplicadas: EN 791
EN 418

Normas nacionales aplicadas:

Nombre y cargo del expedidor: **Anders Hedqvist, Technical Manager**

Firma del expedidor:

Lugar y fecha de la emisión: **Örebro 2006-03-07**

Anexo3:

Certificado de conformidad de retroexcavadora VOLVO EC290B



Volvo Construction Equipment

D. MANUEL ARRANZ CAÑAMARES, en calidad de Director Financiero de la firma **VOLVO MAQUINARIA DE CONSTRUCCION ESPAÑA, S.A.**, con domicilio en SAN FERNANDO DE HENARES (Madrid) Parque Empresarial San Fernando, Edificio Atenas, 2ª Planta

CERTIFICA: Que la Máquina EXCAVADORA HIDRAULICA marca: VOLVO modelo: EC290B, nº de bastidor: *EC290BNLCV10829*, tiene las siguientes características:

MARCA	VOLVO
MODELO.....	EC290B
NUMERO DE BASTIDOR	*EC290BNLCV10829*
TIPO	EXCAVADORA
CATEGORIA	VEHICULO ESPECIAL
NUMERO DE RUEDA	ORUGAS METALICAS (2)
DIMENSIONES DE LAS CADENAS	4870 x 600 m.m.
DIMENSIONES DE LAS CADENAS	4870 x 600 m.m.
ANCHURA TOTAL	3190 m.m.
LONGITUD TOTAL	10480 m.m.
VIA ANTERIOR	2590 m.m.
VIA POSTERIOR	2590 m.m.
VOLADIZO POSTERIOR	1430 m.m.
PESO MAXIMO AUTORIZADO	28500 Kgs.
NUMERO DE ASIENTOS	UNO
PESO MAXIMO 1er EJE	14300 Kgs.
PESO MAXIMO 2º EJE	14300 Kgs.
DISTANCIA ENTRE 1er Y 2º EJE	4015 m.m.
MOTOR MARCA	VOLVO
MOTOR MODELO	D7DEAE2
MOTOR TIPO	DIESEL TURBOALIMENTADO
NUMERO DE CILINDROS	SEIS
DIAMETRO DE LOS CILINDROS	108 m.m.
CARRERA DE LOS CILINDROS	130 m.m.
POTENCIA FISCAL	153 KW/205HP/28,5

Lo que para que conste y surta efectos en matriculación del vehículo ante la Jefatura de Industria y tráfico de MADRID se certifica en San Fernando de Henares, a 22 de Septiembre de 2003

Volvo Maquinaria de Construcción España SA
Parque Empresarial San Fernando, Edificio Atenas 2ª
Planta, 28950 San Fernando de Henares (Madrid)
D.F.

Firma y Sello de la entidad



Volvo Maquinaria de Construcción España SA
Oficina Central/Main Office
Parque Empresarial San Fernando
Edificio Atenas - Planta 2
28950 San Fernando de Henares (Madrid)

Sociedad Unipersonal
Inscrita en el R.M. de Madrid, T. 6462, G.
4571 de la Sección 1ª del Libro de Sociedades,
E. 76, H. nº 43.842, C.I.F. A-280516373

Teléfono/Telephone
+34 915 55 93 40
Telefax
+34 915 55 93 60
www.volvomaquinaria.es

EC DECLARATION OF CONFORMITY FOR MACHINERY

Volvo Compact Equipment & Co.KG, Max Planck Strasse 1, 54329 Konz Koenen, Germany, hereby declares that the product:

Make: Volvo Hydraulic Excavator

Type: EC290B

Product Identification Number(PIN): EC290BNLCV10829 *

to which this declaration relates, is in conformity with the Essential Health and Safety requirements of the Council Directive 89/336/EEC, 97/68/EC, 2000/14/EC and their Amendments relating to machinery, and other applicable Directives.

Harmonized standards applied: EN 292 parts 1-2, EN 474-1, EN 474-5(Excavators)

Signature of authorized issuer:



Bernhard Walter

Manager, European Excavator Division.

Position or title

Konz Koenen, Germany, 14.05.2003

Place and Date of issue



Checked by

Signature of authorized representative in the Community
(Only if the function of the machine has been changed completely or otherwise required)

Authorized representative stamp:

Signature / block capitals

Position or title

Place and Date of issue

This declaration includes attachments developed, designed, approved, marked and marketed by above-mentioned manufacturer.

The owner of the machine must retain this Declaration for at least ten years after delivery.

Volvo Compact Equipment GmbH & Co. KG
Max Planck-Str. 1
D-54329 Konz-Koenen

Telefon: +49(0)6501 8401
Telefax: +49(0)6501 84209
Internet: <http://www.volvo.com>

Registernummer:
HFB 3134
Amtsgericht: Trier

Aufsichtsrat:
Dieter Tierlinck
(Vorsitzender)
Registernummer: HFB 4001

Geschäftsführer:
Robert Kramp
Steuer-Nr.: 4221810259

EC DECLARATION OF CONFORMITY IN RESPECT OF
TYPE-EXAMINED CONSTRUCTION, PLANT AND EQUIPMENT
(REGARDING SOUND ACCORDING TO DIRECTIVE 2000/14/EC)

I, the undersigned Bernhard Walter
Name and Surname

hereby declare that the construction equipment specified hereunder, positions 1-8, has been manufactured in conformity with EC type examination as shown below;

1. Authorised Representative: Volvo Compact Equipment & Co. KG
Max Plank Strasse 1, 54329 Konz Koenen, Germany.
2. Category: Hydraulic excavator
3. Make: Volvo
4. Type: EC290B, Net Installed Power 143 KW
5. Original technical documents: Volvo Construction Equipment Korea Ltd.
kept by the Manufacturer. 1, Guehyun-Dong, Changwon-City,
Kyungnam, Korea. 641-430
6. Type serial number of machine(PIN): EC290BNLCV10829 *
7. Year of manufacture: 2003
8. Sound values, and separate directives

Machine type	Measured sound power value, in dB(A)	Guaranteed sound power value, in dB(A)
EC290B	105	106

The Volvo EC290B conforms to directive 2000/14/EC Annex, 1st procedure, Internal control of production with assessment of technical documentation and periodical checking, under the supervision of the Notified Body, 1067; AV technology Ltd., AVTECH House, Bitdhall Lane, Cheadle Heath, Stockport. SK3 0XU, UK.

Prepared at

Volvo Compact Equipment & Co. KG
Max Plank strasse 1, 54329 Konz Koenen, Germany.

14.05.2003
Date



Signature
Manager
European Excavator Division

Volvo Compact Equipment GmbH & Co. KG
Max-Planck-Str. 1
D-54329 Konz-Koenen

Telefon: +49(0)6501 8401
Telefax: +49(0)6501 84209
Internet: <http://www.volvoco.com>

Registrier-Nr.
HFB 3134
Amtsgericht Trier

Aufsichtsrat:
Dietrich Tietjen
(Vorsitzender)
Registrier-Nr.: HFB 4001

Geschäftsführer:
Robert Kramp
Steuer-Nr.: 422181025

Anexo 4:

Certificado de conformidad de la
trituradora de impacto BL
PEGSON LIMITED 428
TRAKPACTOR



TEREX | PEGSON

DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

Por la presente se certifica que la maquinaria listada a continuación cumple con todas las disposiciones relevantes a la directiva de la Unión europea sobre maquinaria y a las leyes y regulaciones nacionales que adopten esta directiva.

DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA:	Machacadora de piedras
MARCA:	BL-Pegson Limited
MODELO:	428 Trakpactor
NÚMERO DE SERIE:	280148CB
NOMBRE DE FABRICANTE:	BL-Pegson Limited
DIRECCIÓN DE FABRICANTE:	Mammoth Street, Coalville, Leics. LE67 3GN
AÑO DE CONSTRUCCIÓN:	2005

La maquinaria cumple con las disposiciones de las siguientes directivas de la CEE:

- DIRECTIVA CEE SOBRE MAQUINARIA 98/37/CE
- DIRECTIVA CEE SOBRE TOLERANCIA ELECTROMAGNÉTICA 89/336/CEE

Harmonización con las especificaciones y estándares técnicos nacionales (si aplican):

- Como lista adjunta.

Lugar de jurisdicción: Terex Pegson

Persona responsable: Ian Boast

Posición: Director técnico

Firma

Fecha: February 2005

TEREX PEGSON

BL-Pegson Ltd, Mammoth Street, Coalville, Leicestershire, LE67 3GN ENGLAND
Tel: +44 (0)1530 518600 Fax: +44 (0)1530 5186100 Email: sales@bl-pegson.com Website: www.bl-pegson.com

Oficina registrada: 202 Upper Third Street, Gifford Cate East, Central Milton Keynes, MK9 1DZ. N° registrado: 258406 England

Propietario: Ian Boast

Página 1 of 2

Formulario 1664 Pub.5 Declaración de conformidad





TEREX | PEGSON

NORMATIVAS

BS EN 294:1992
BS EN 336:1989 y modificaciones 92/31/CEE
BS EN 349:1993
BS EN 418:1992
BS EN 574:1997
BS EN 614-1:1995
BS EN 620:2002
BS EN 811:1996
BS EN 953:1998
BS EN 954-1:1997
BS EN 982:1996
BS EN 1037:1996
BS EN ISO 3457:2003
BS ISO 4413:1998
BS 5499-5:2002
BS 6912: Apartado 5: 1992
BS 6912: Apartado 23:1996
BS 6913: Apartado 8:1992
BS 6913: Apartado 9:1994
BS EN ISO 11201:1996
BS EN ISO 11202:1996
BS EN ISO 12100:1
BS EN ISO 12100:2
prEN 12437-1
prEN 12437-2
prEN 12437-3
prEN 12437-4

TEREX PEGSON

BL-Pegson Ltd, Mammoth Street, Coalville, Leicestershire, LE67 3GN ENGLAND

Tel: +44 (0)1530 518600 Fax: +44 (0)1530 5186100 Email: sales@bl-pegson.com Website: www.bl-pegson.com

Oficina registrada: 252 Upper Third Street, Grafton Gate East, Central Milton Keynes, MK9 1DZ N° registrado. 258409 England

Propietario: Ian Boast

Página 2 of 2

Formulario164 Pub.5 Declaración de conformidad



Anexo 5:

Fotografías maquinaria

Perforadora ROC D7



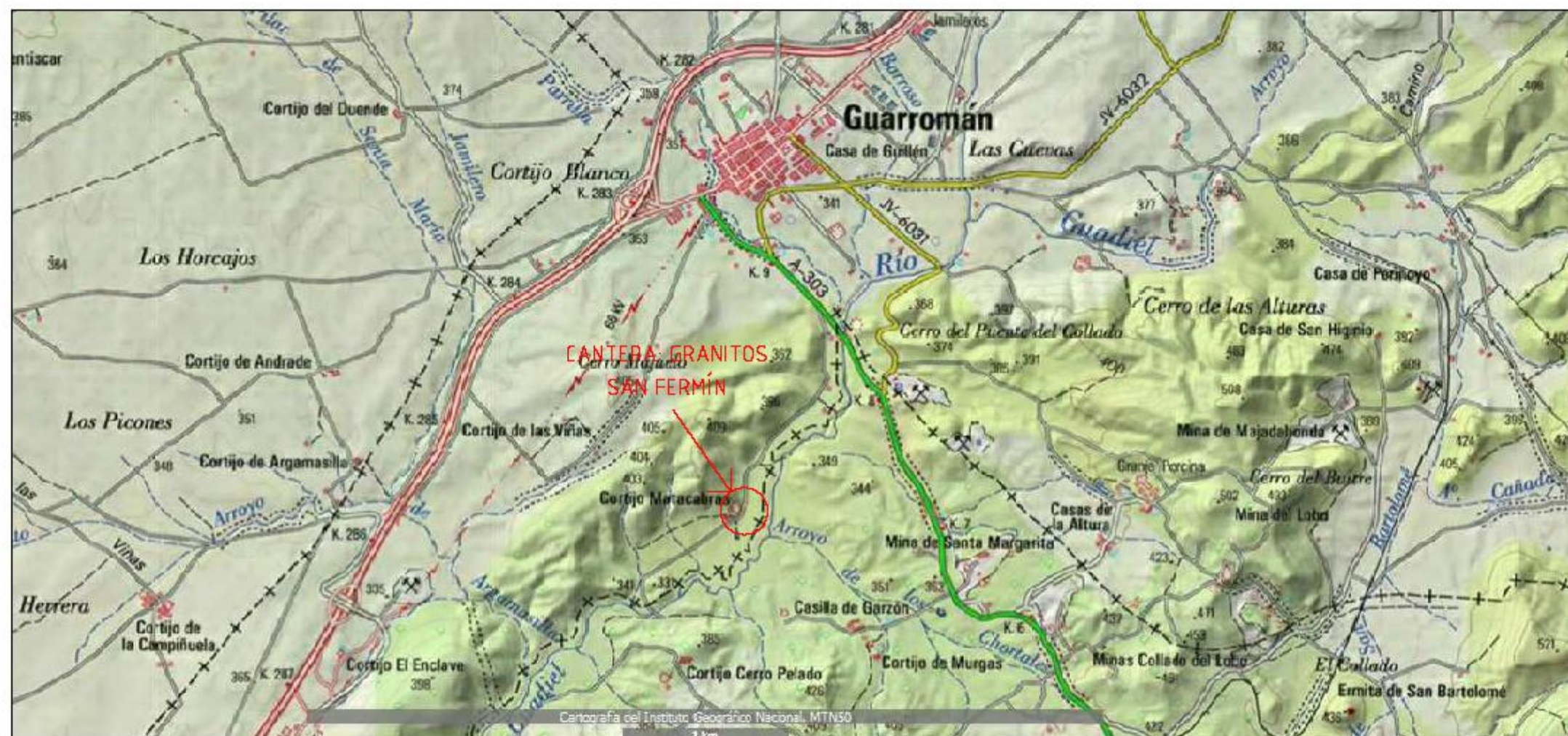
Retroexcavadora VOLVO EC290B

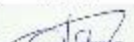


Machacadora y trituradora de impacto BL PEGSON LIMITED 428 TRAKPACTOR

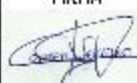


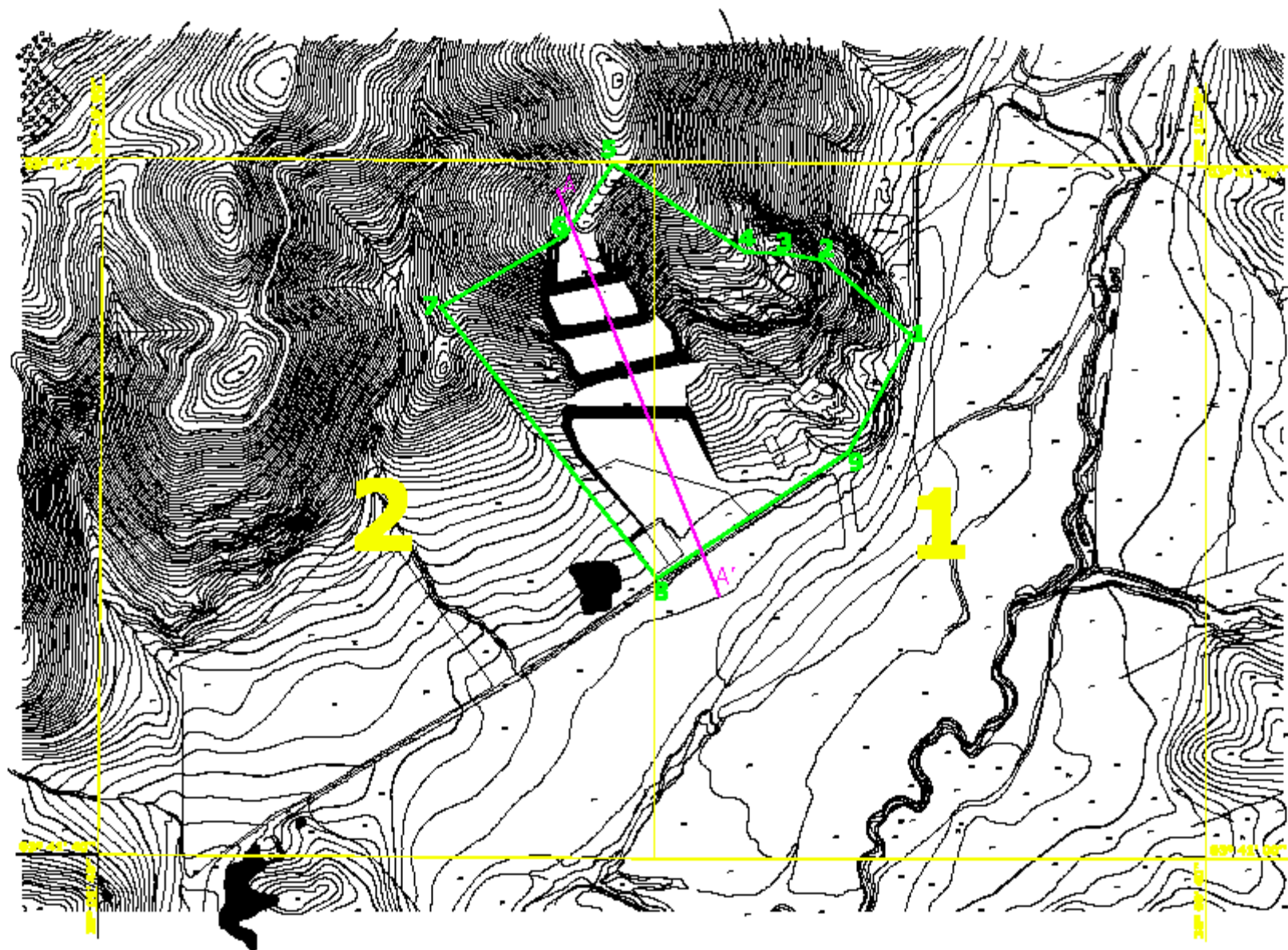
PLANOS



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/08/14	Carmen		
COMPROBADO		Serrano		
		Hidalgo		
ESCALA: 1/ 25000	Título del TFG: Evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra de acuerdo con el Real decreto 286/2006			Nº PLANO 1/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

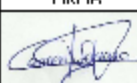


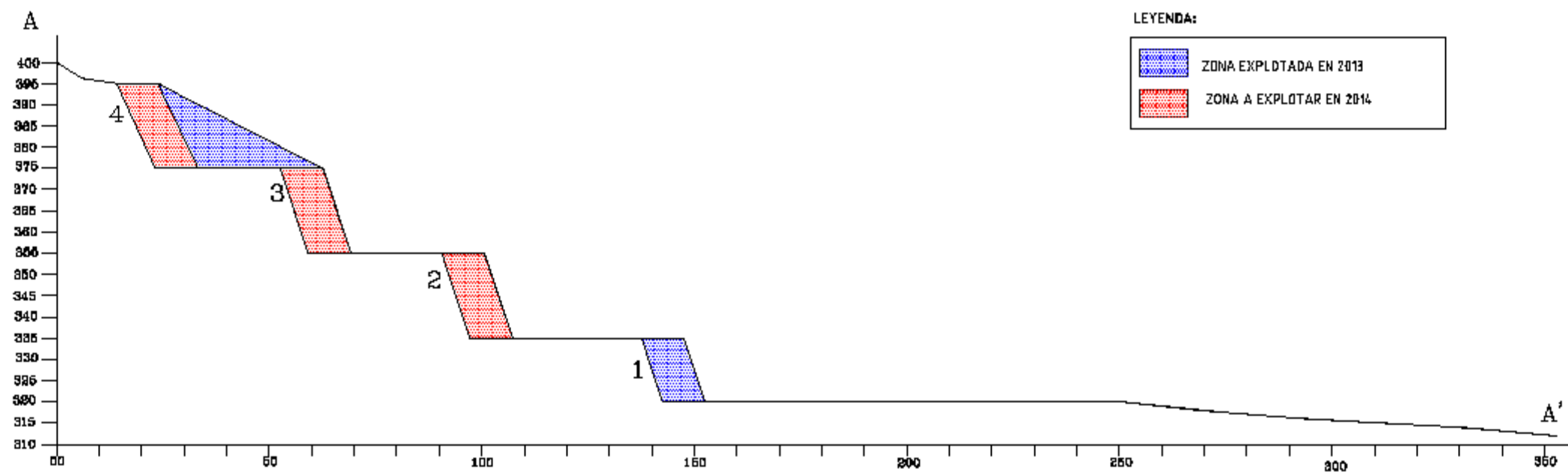
	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES	
DIBUJADO	02/08/14	Carmen			
COMPROBADO		Serrano			
		Hidalgo			
ESCALA:	Título del TFG: Evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra de acuerdo con el Real decreto 286/2006			Nº PLANO	2 / 4
1/ 15000				SUSTITUYE A:	
				SUSTITUIDO POR:	

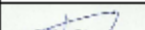


LEYENDA

- CUADRICULAS MINERAS
- ZONA AUTORIZADA
- PERFIL DE EXPLOTACIÓN

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/08/14	Carmen		
COMPROBADO		Serrano Hidalgo		
ESCALA: 1/ 4000	Título del TFG: Evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra de acuerdo con el Real decreto 286/2006			Nº PLANO 3/4
				SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO	02/08/14	Carmen		
COMPROBADO		Serrano Hidalgo		
ESCALA:	Título del TFG: Evaluación de riesgos mediante la medición del nivel de exposición al ruido en una obra de acuerdo con el Real decreto 286/2006			Nº PLANO
1 / 1				
				SUSTITUYE A:
	SUSTITUIDO POR:			

BIBLIOGRAFÍA

Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Ref:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/2006/286_2006/PDFs/realdecreto2862006de10demarzosobrelaprotecciondelasal.pdf.

Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido.

Ref:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf.

Legislación autonómica sobre ruido.

Ref:

<http://www.coitt.es/res/openlegislacion/LegislacionCCAA.pdf>

Ayuntamiento Guarroman

Ref:

www.guarroman.net

Junta de Andalucía, medioambiente

Ref:

<http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta/web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=01c10d3712d6f210VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnextchannel=cdf2e6f6301f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD>

Harris C. Manual de medidas acústicas y control de ruido. Ed: Mc Graw Hill.1995

Cowan. J. P. Handbook for environmental acoustics. 1993