



INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

## **RESUMEN**

# **INFLUENCIA DEL ENTORNO ACÚSTICO EN LA SEGURIDAD EN MINERÍA DE EXTERIOR**

CONVENIO MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO –  
INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS

**INSTITUTO NACIONAL DE SILICOSIS**  
DICIEMBRE 2008

## INDICE

1. OBJETO	2
1.1. Material y Métodos	2
Glosario básico de acústica	5
CAPITULO A: BASES PARA ESTABLECER LA METODOLOGIA	8
A.1. Bases de Sicoacústica	8
A.1.1. Enmascaramiento	9
A.1.2. Inteligibilidad	14
A.2. Ruido y Tareas mentales y sicomotoras. Seguridad	16
A.3. Selección y adaptación de normativa	17
A.3.1. Valoración de las posibilidades metodológicas de aplicación	18
CAPITULO B: TRABAJO DE CAMPO	24
B.1. Planta de Tratamiento y lavado de carbón	26
B.1.1. Descripción General	27
B.1.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	30
B.1.3. Resultados obtenidos	31
B.1.3.1 Edificio de lavado	31
B.1.3.2 Edificio de cribas	38
B.1.3.3. Zona de túneles	43
B.1.4. Conclusiones parciales	47
B.2.Planta de tratamiento de caliza y dolomía	48
B.2.1. Descripción General	49
B.2.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	52
B.2.3. Resultados obtenidos	53
B.2.3.1. Planta de tratamiento: primario y secundario	53
B.2.3.2. Planta de tratamiento: carga	59
B.2.3.3. Audibilidad en cantera	61
B.2.3.4. Audibilidad de alarma para voladuras	67
B.2.4. Conclusiones parciales	69
B.3. Planta de áridos	71
B.3.1. Descripción General	72
B.3.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	73
B.3.3. Resultados obtenidos	74
B.3.3.1 Planta	74
B.3.3.2 Cantera	75
B.3.4 Conclusiones parciales	85

B.4. Planta de áridos (2)	87
B.4.1. Descripción General	88
B.4.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	88
B.4.3. Resultados obtenidos	89
B.4.3.1 Cantera	89
B.4.4 Conclusiones parciales y mejoras propuestas	94
B.5. Planta de calizas	96
B.5.1. Descripción General	97
B.5.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	98
B.5.3. Resultados obtenidos	99
B.5.3.1 Planta	99
B.5.3.2 Cantera	101
B.5.4 Conclusiones parciales y mejoras propuestas	110
B.6. Planta de áridos: Calizas y Dolomía	112
B.6.1. Descripción General	113
B.6.2. Señales de alarma y documentación de seguridad	114
B.6.3. Resultados obtenidos	115
B.6.3.1 Planta	115
B.6.4 Conclusiones parciales y mejoras propuestas	120
CONCLUSIONES GENERALES	121
Bibliografía	125

## OBJETO

El objetivo general del proyecto es desarrollar una metodología de aplicación directa en la minería de exterior que permita a las Empresas cumplir con las exigencias del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente a riesgos derivados de la exposición a ruido, en concreto en lo concerniente a seguridad e interacción ruido / señales de alarma.

Para el desarrollo del proyecto, ante la ausencia de reglamentación específica que aporte criterios técnicos objetivos para llevar a cabo la valoración del tema, se acudió a las normas internacionales existentes que se ocupan de aspectos relacionados, de algún modo, con la seguridad y el ruido. Puesto que dichas normas implican conceptos y, en ocasiones, equipamientos acústicos específicos y con cierto grado de complejidad, la primera parte del proyecto consistió en llevar a cabo un estudio pormenorizado de las mismas para adaptarlas, de forma práctica, a la realidad del sector extractivo de manera que puedan ser utilizadas por los servicios de prevención dentro de su actividad rutinaria. Dicho estudio implicó una profunda investigación de aspectos básicos y aplicados de la ciencia denominada “sicoacústica”, para justificar la adaptación de la normativa comentada.

Una vez configurada, con base en lo anterior, una metodología de trabajo, se sancionó con la experiencia en campo realizada, para finalmente extraer las conclusiones finales que se presentan en este informe.

En definitiva, el estudio se dividió en dos capítulos:

Capítulo A: *Bases para el establecimiento de la metodología*

Capítulo B: *Trabajo de campo*

## CAPÍTULO A: BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE LA METODOLOGÍA

De acuerdo con lo comentado en esta introducción, en el presente apartado se revisaron los siguientes temas:

- Bases de sicoacústica utilizadas para adaptar la normativa (revisando los fenómenos de *enmascaramiento acústico –tono puro y banda ancha-*, e *inteligibilidad –criterios SIL, AI, etc-*.
- Ruido y tareas mentales y sicomotoras. Seguridad (revisión bibliográfica)
- Selección y adaptación de normativa (normas sobre *señales acústicas en maquinaria* - UNE EN 981:1997, UNE EN 61310-1:1996- ; *Audición de alarmas e inteligibilidad* -UNE EN ISO 7731:2003, UNE EN ISO 9921:2003, ISO 8201:1987).

## CAPÍTULO B: TRABAJO DE CAMPO

Para validar las conclusiones obtenidas en la fase teórica previa, se llevó a cabo el trabajo de campo en 6 empresas extractivas de exterior, de acuerdo con las siguientes premisas y actuaciones:

1.- Visita a las instalaciones y análisis de las mismas, con la Dirección de la Empresa, para estudiar su sistema productivo y las particularidades del mismo relacionadas con señales acústicas y ruido. Revisión de la evaluación de riesgos y plan de emergencia, en lo concerniente al tema que nos ocupa.

2.- Evaluación de la *audibilidad* e *inteligibilidad* de señales acústicas y comunicaciones, de acuerdo con los criterios normativos previamente analizados. Igualmente se llevó a cabo una *evaluación subjetiva*.

3.- Discusión con la Dirección de las Empresas de posibles mejoras, técnicas u organizativas, cuando fueran necesarias. Las conclusiones generales obtenidas de esta parte se integran en el informe general final, si bien a las Empresas colaboradoras se les facilitó un informe particular confidencial.

## CONCLUSIONES

De forma general, los objetivos del proyecto consistían en valorar la situación del sector respecto de la audición de señales o comunicaciones de seguridad o alarma en el entorno minero típicamente ruidoso, según la exigencia del RD 286/206; así como establecer una metodología de actuación para dar cumplimiento al mismo, de fácil aplicación por parte de las empresas, mejorando así aquellas situaciones en que se encontraran deficiencias.

El resultado global obtenido ha sido bueno, puesto que se han cubierto ambas expectativas, de acuerdo con las conclusiones que a continuación se exponen:

- En las empresas estudiadas se ha comprobado que no se evaluaba la audición (de señales y comunicaciones) desde el punto de vista de su interacción con el ruido de fondo. Tampoco había criterio alguno específico sobre conveniencia, revisión y control de la señalización acústica existente o necesaria. En la documentación de prevención de las empresas (evaluación de riesgos, plan de emergencia) no se hacía referencia al tema que nos ocupa. Todo ello, que sitúa a las empresas en el incumplimiento –al menos formal- de la legislación vigente, refleja una situación generalizada en el sector, origen del presente proyecto.
- El riesgo que la situación anterior supone, queda paliado en parte considerando las exigencias reglamentarias para el trabajo con maquinaria móvil y para los puestos de trabajo con acceso a accionamientos de maquinaria fija. Estas evitan, en general, que se sitúen trabajadores en zonas peligrosas próximas a la maquinaria en funcionamiento sin el debido control, salvo para algún tipo de personal de ubicación variable, esencialmente mecánicos y mandos.
- Desde un punto de vista estrictamente técnico, se encontró que la valoración personal de la percepción de la señal acústica (de alarma o comunicación) respecto al ruido de fondo ha de ser tomada en cuenta, independientemente de que se lleven a cabo mediciones para la

- Desde el punto de vista de aplicación útil para las empresas (“metodología” para el cumplimiento de las exigencias reglamentarias), se puede recomendar el siguiente plan de actuación:

1.- Valorar la audición de señales de alarma y comunicación – cuando existan- o necesidad de las mismas en los diversos puestos de trabajo. La valoración mínima es subjetiva (apreciación de los trabajadores involucrados), pasando a una valoración objetiva (como se comenta posteriormente) de ser precisa ante discrepancias. Esta primera fase debería estar coordinada por el servicio de prevención, contando con los responsables de producción y mantenimiento.

2.- En el caso de acudir a la valoración objetiva, pueden utilizarse los criterios explicados en este estudio: SIL (UNE EN ISO 9921:2003) para la *evaluación de la comunicación verbal*, y diferencia de nivel de alarma y “nivel umbral de audición” -ruido de fondo- (UNE EN ISO 7731:2003) para la *audición de señales de peligro*. Con tal finalidad, únicamente es necesario realizar mediciones con un sonómetro que disponga de bandas de octava. Igualmente, de forma alternativa o complementaria pueden llevarse a cabo mediciones de la evolución en el tiempo de la señal acústica, para definir zonas de trabajo peligrosas –en el caso de maquinaria móvil-

3.- De acuerdo con las conclusiones obtenidas en la valoración (puntos 1 y 2 anteriores), se diseñará un plan específico para la Empresa, que solucione las deficiencias detectadas (Ej: elevar niveles de sirenas existentes, ubicar las mismas adecuadamente cuando están apantalladas por la carcasa de la maquinaria, introducir las alarmas en las hojas de mantenimiento o en el parte

de revisión diaria de las máquinas, señalar zonas de riesgo y limitar accesos).

4.- Puesto que no es posible de forma razonable garantizar la audición de señales de alarma en todas las circunstancias, y cuando confluyen varias máquinas el exceso de señales puede llegar a imposibilitar la correcta apreciación o ubicación de las mismas, las acciones anteriores deberán complementarse con:

- Establecimiento de una documentación específica (tipo hoja de trabajo o similar), en que se valore, particularmente, el riesgo inherente a no oír señales de aviso (por aproximación de maquinaria móvil o arranque de maquinaria fija), para los trabajadores que, eventualmente, puedan acercarse a zonas de trabajo habitualmente prohibidas por ser excesivamente próximas a las máquinas móviles o a las zonas de accionamiento de maquinaria fija. Se trata, como se comentó, de una situación típica para mecánicos, mandos o personal que atiende puntos de carga de camiones –en zonas de tolvas, por ejemplo-

- Cuando la maquinaria, deba transitar a través de zonas en las que ocasionalmente puede desplazarse personal –o incluso personas ajenas a la empresa-, sería adecuado establecer la obligación de rodar únicamente “hacia adelante” o limitar al máximo los trabajos “marcha atrás”, dejando constancia de dicha obligación. En cualquier caso, señalar adecuadamente la zona.

- Incluir en la formación en prevención para todos los trabajadores el tema de dificultades de audición de alarmas.

5.- Introducir en la documentación de prevención de la empresa (evaluación de riesgos y plan de emergencia) los aspectos anteriormente expuestos. Actualizar los mismos con las actualizaciones de dicha documentación.

- Para hacer llegar las conclusiones y recomendaciones anteriores a las empresas, sería preciso desarrollar acciones y documentación

formativas, además de incluirlo en la Guía Técnica para aplicación del Real Decreto 286/2006 (riesgos por ruido) que se pueda desarrollar eventualmente.