

Sección Técnica

*Este artículo fue publicado en el número 6-2000, páginas 4 a 12.
Siguiendo la línea de la página Web del INSHT se incluirán los textos íntegros de los artículos
prescindiendo de imágenes y gráficos no significativos.*

Estudio de riesgos en carros perforadores

Francisco Javier Zorrilla Bringas
Gabinete Técnico Provincial. Asturias. INSHT()*

Introducción

El empleo de carros perforadores, en explotaciones suministradoras de materiales, obra civil, determinadas edificaciones y otras aplicaciones, aporta indiscutibles mejoras en lo que se refiere a rapidez y efectividad en la realización de los trabajos.

En este estudio se pretende dar una idea de las condiciones higiénicas en las que se desarrollan las operaciones con carros perforadores.

Descripción general

Hemos de aclarar que solamente vamos a hacer referencia a los carros que podríamos considerar de tipo medio, los más utilizados y que se caracterizan fundamentalmente por: ser autoportantes, desplazarse mediante cadenas, disponer de un solo brazo y tener un peso comprendido entre las dos y las diez toneladas.

Básicamente el carro perforador consta de 2 partes: mecanismo de perforación propiamente dicho y chasis autoportante.

EL MECANISMO DE PERFORACIÓN se compone de los siguientes elementos:

BRAZO ARTICULADO: Podemos considerarlo como el elemento de unión entre el chasis y la corredera o columna.

Puede efectuar movimientos de oscilación, inclinación, subida y descenso, lo que facilita el posicionamiento de la citada columna (Figura 2).

CORREDERA O COLUMNA: Guía rígida, unida al brazo articulado, a lo largo de la cual se desliza el grupo perforador mediante una transmisión por cadena que avanza o retrocede gracias a la acción del denominado motor de avance.

MOTOR DE AVANCE: Como hemos indicado en el apartado anterior la cadena puede avanzar o retroceder, lo que requiere que el motor sea reversible para poder realizar este cometido.

MOTOR DE ACCIONAMIENTO DEL MARTILLO: Aquí debemos considerar dos sistemas de funcionamiento: de martillo en cabeza y de martillo en fondo.

En el primer caso el motor consta de una unidad de percusión y una unidad de rotación que transmiten estos movimientos a la boca de perforación, a través del varillaje.

En el segundo caso, el motor solamente genera la rotación, transmitiéndola al martillo a través de los tubos de acero del varillaje. La percusión se consigue en el mismo martillo al actuar el aire inyectado a través de los tubos sobre el mecanismo que éste lleva en su interior.

En ambos sistemas el aire es introducido por el interior de los tubos que constituyen el varillaje. En el caso de martillo en cabeza sólo se utiliza para el barrido del ripio y en el del martillo de fondo además de ejecutar el barrido, hace funcionar el mecanismo de percusión.

TUBOS - VARILLAJE: Elementos transmisores de la acción del motor. Tienen diferentes calibres que dependen, como es lógico, del diámetro que se quiera dar a la perforación, la longitud de ésta, la naturaleza del terreno, la potencia de la máquina, su sistema de funcionamiento, etc.

CHASIS AUTOPORTANTE: El chasis autoportante, en esencia, consiste en un armazón provisto de orugas sobre el que va el mecanismo de perforación, los motores de desplazamiento, los mandos y en algunos casos, si el carro dispone de él, el colector de polvo.

También el compresor que algunas veces sólo se utiliza para el barrido y otras además para la tracción y la perforación (carros neumáticos), puede estar incorporado y montado sobre el chasis. Otras veces es independiente y en este caso es remolcado por el propio carro o por otro vehículo.

Del mismo modo el colector puede instalarse separadamente del chasis.

Las orugas, órgano de traslación que suelen presentar la característica de oscilar independientemente, son accionadas también independientemente, por motores de tracción. La oscilación proporciona un desplazamiento más suave en terrenos abruptos y ayuda en el posicionamiento. Para favorecer la estabilidad pueden utilizarse calces.

Los mandos, por lo general, están agrupados en dos paneles según cual sea su cometido. En un panel, situado preferentemente en la parte lateral o trasera, se suelen encontrar los mandos que accionan los mecanismos de traslación y posicionado, y en la parte delantera en las proximidades de la base de la corredera, es decir, en el lugar desde donde se puede controlar mejor el desarrollo de las operaciones se localizan los mandos de perforación.

Estos son a "grosso modo" los componentes básicos de un carro perforador. Existen otros, opcionales, que lógicamente mejoran las prestaciones de la máquina.

Higiene industrial

Desde el punto de vista higiénico tres son los factores que prioritariamente inciden sobre el operario que maneja un carro perforador: las condiciones meteorológicas, el ruido y el polvo.

Del primer factor podemos decir que se trata de una labor en la que habitualmente el trabajador está expuesto a todas las variaciones climáticas y habrá de protegerse adoptando las prendas de vestuario adecuadas. Por supuesto nos estamos refiriendo, como ya adelantamos, a los carros de tipo medio que no disponen de cabina para el operador.

No es preciso aclarar que sería muy difícil conseguir una representación de las variaciones de temperatura, humedad, velocidad del aire, etc. que se dan a lo largo de los distintos trabajos. En cambio sí se pueden registrar, con una aproximación aceptable, los niveles de ruido y los contenidos de polvo que se producen y esto es, básicamente, lo que hemos pretendido.

Consideraciones previas

Hemos tenido en cuenta una serie de condicionantes, que a nuestro entender, pueden ejercer influencia sobre los factores estudiados y por lo tanto determinar diferencias entre los valores obtenidos.

Así pues, barajamos los siguientes condicionantes:

- Antigüedad del carro
- Tipo de carro: neumático, hidráulico
- Compresor: incorporado, independiente
- Aspiración: con ella, sin ella o inutilizada
- Martillo: en cabeza, en fondo
- Material perforado
- Profundidad
- Diámetro
- Inclinación

Veamos cuales son las, teóricamente posibles, características que consideramos pudieran tener influencia y lo que sucede realmente.

Antigüedad del carro

Es difícil establecerla para un estudio de tipo estadístico como éste. De acuerdo que una empresa conoce cuando adquirió la máquina e incluso ha podido hacer un seguimiento de su utilización (averías, repuestos, mantenimiento en general...); pero muchas veces se adquieren carros que ya pertenecieron a otras empresas y no se sabe el uso que pudieron hacer de ellos, ni la atención que les dispensaron y de su antigüedad, sólo se tiene una idea aproximada. También puede suceder que un carro haya sido montado a partir de piezas, mejor o peor conservadas, procedentes de otros carros, con lo cual el concepto de "tiempo de uso" queda difuminado. Tipo de carro (neumático o hidráulico)

En principio se supone que debe ser más ruidoso el carro neumático, por sus propias características y porque los hidráulicos pueden ser considerados, en general, más modernos, por lo tanto más perfeccionados, ya que la adopción del sistema de funcionamiento hidráulico es posterior.

Hemos comprobado que esto no se refleja en los resultados de las mediciones, dándose casos en los que un carro neumático puede ser menos ruidoso que uno hidráulico por una o varias razones, como pudieran ser: que se encuentre en mejor estado de conservación, que haya funcionado durante menos tiempo, que esté perforando en un terreno más homogéneo, o que durante las mediciones el compresor se encuentre más alejado, o que en su entorno no haya otras máquinas en funcionamiento, etc.

Compresor (incorporado o independiente)

Volvemos a lo mismo; el compresor incorporado es obvio que siempre está cerca, mientras que el independiente puede encontrarse bien cerca o bien a una cierta distancia variable. Como es lógico, cuanto más alejado esté el compresor menor será el ruido, pero habremos de seguir teniendo en cuenta si el carro es hidráulico o neumático, viejo o nuevo, mejor o peor conservado, etc.

Aspiración (con o sin ella)

Aquí en cuanto al ruido poco podemos decir, en cambio en lo que a polvo se refiere, el hecho de tener o no tener aspiración, es sin duda determinante. Tanto que la diferencia de utilizar aspiración o no, lleva a trabajar con valores de emisión de polvo aceptables o sobrepasar los límites máximos establecidos. Naturalmente cuando se dan casos de mala adaptación del emboquillamiento de la manguera al suelo, deterioro de la misma, suciedad en los filtros de aspiración, etc., en resumen, funcionamiento inadecuado del sistema, se considera que la aspiración no es efectiva.

Martillo (en cabeza o en fondo)

En el caso de martillo en cabeza las acciones de rotación y percusión se aplican al extremo superior del varillaje y éste lo transmite a la boca de perforación. En el de martillo en fondo la rotación se transmite también al extremo superior, pero la percusión se produce en la misma boca de perforación. En ambos casos se utiliza aire, en el primero para el barrido del agujero y en el segundo también para el barrido y además para producir la percusión. Desde el punto de vista de utilización parece ser que el martillo en cabeza comporta una perforación con menos desviaciones (digamos que el elemento percutor en la punta de avance "tira" del varillaje) y también permite mayores diámetros.

Desde el punto de vista higiénico no podemos determinar si el tipo de martillo utilizado, tiene influencia en los resultados obtenidos para polvo y ruido, ya que de tenerla quedaría enmascarada por otros factores. Aunque, como ya se dijo, en lo que se refiere a la sonoridad cabe suponer que el sistema de martillo en fondo es menos ruidoso, pero en la práctica se ha comprobado que hay que contar con los otros condicionantes.

Material perforado, profundidad, diámetro e inclinación

Respecto a estos factores podemos decir que no encontramos ningún indicio que nos permita detectar una mayor o menor repercusión en los valores obtenidos. Lo que sí hemos podido comprobar es que si se atraviesan zonas alteradas, con grietas, material disgregado, etc., se pueden producir vibraciones que transmitidas por el varillaje se traducen en un aumento de la sonoridad, pero esto no es continuo. Por otra parte

tenemos que la constitución de la roca puede influir y de hecho influye, en la emisión de polvo. Una roca más pulverulenta produce partículas más finas y por lo tanto más polvo que una dura, pues ésta rompe en partículas más grandes y pesadas lo que hace que se precipiten con más facilidad. De todas formas la existencia o no de aspiración anula estas pequeñas diferencias.

Composición de la muestra

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, sólo se ha utilizado como factor de influencia sobre los resultados el hecho, de que para el polvo, los carros dispongan o no de aspiración y para el ruido que sean hidráulicos o neumáticos. Reiteramos que sólo el primer aspecto ha determinado diferencias en los datos.

GRÁFICO A
Carros perforadores Composición de la muestra



Resumiendo, tenemos que curiosamente en los dos casos se da la misma proporción de muestra. Así:

Quede aclarado que no existe relación con aspiración-hidráulicos, sin aspiración-neumáticos. La similitud de tantos por ciento, ha sido pura coincidencia.

En cuanto a la elección de los carros, se ha seguido el criterio de que fueran autoportantes y de tipo medio, sin tener en cuenta la casa fabricante.

Los que sí nos pueden aportar algunas matizaciones sobre las características de la muestra son los Gráficos C y D que entremezclan la ausencia o presencia de aspiración con el hecho de que los carros sean neumáticos o hidráulicos. Progresivamente los fabricantes se inclinan por la adopción del sistema hidráulico lo que supone, en buena lógica, que entre los carros más modernos abundan más los hidráulicos y los provistos de aspiración.

Como vemos en los gráficos mencionados:

- De 15 hidráulicos: 13 tienen aspiración y 2
- De 9 neumáticos: 2 tienen aspiración y 7 no

GRÁFICO B
Carros perforadores Composición de la muestra

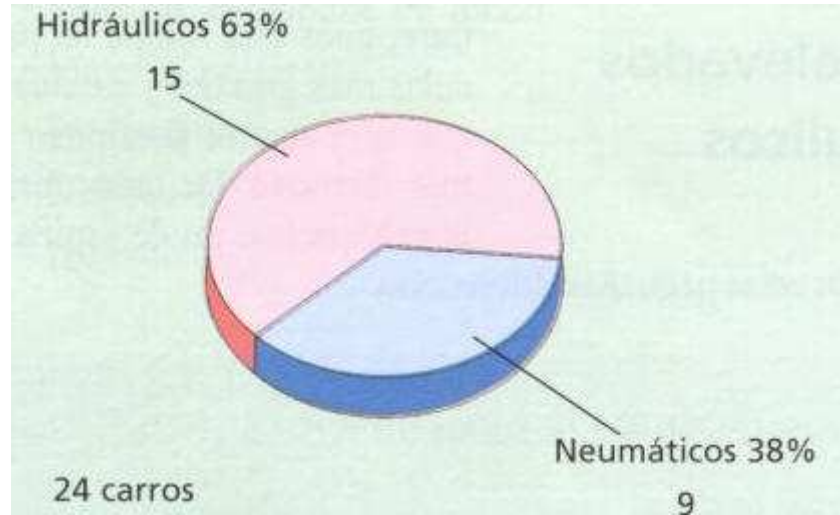


GRÁFICO C
Carros perforadores Composición de la muestra

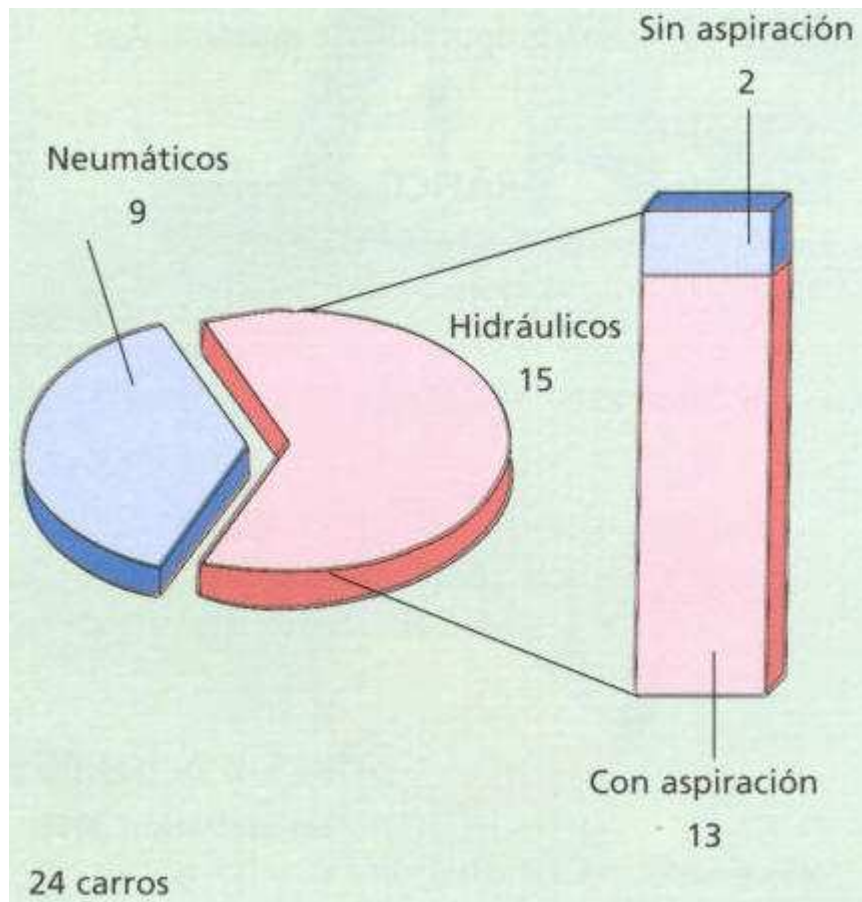
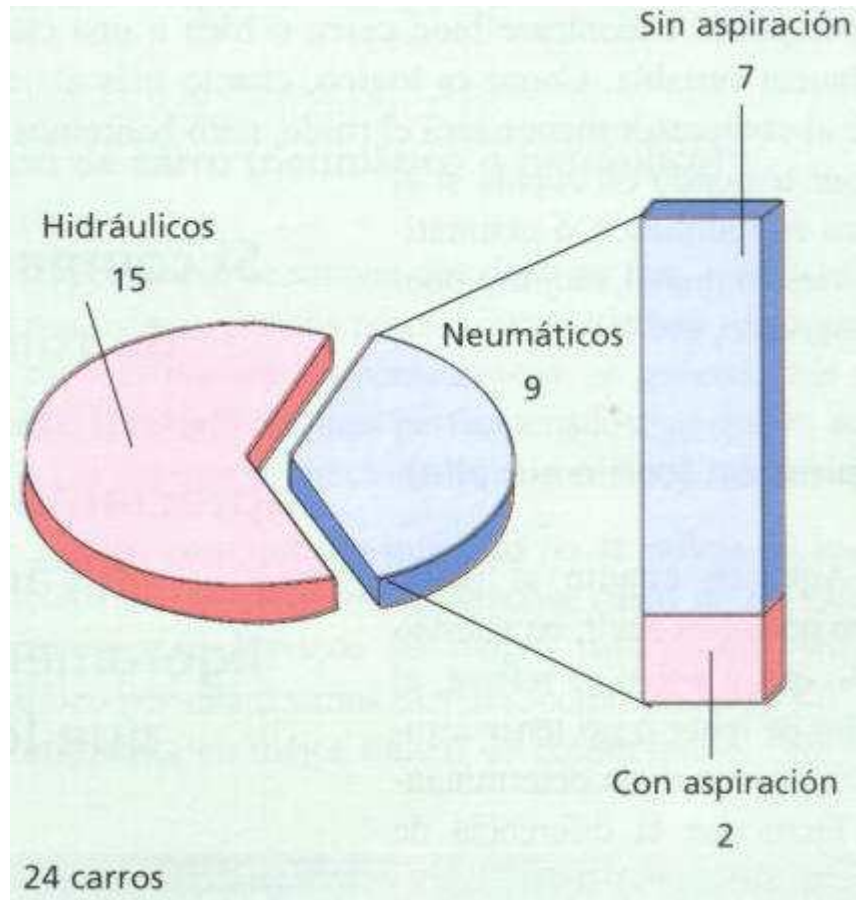


GRÁFICO D
Carros perforadores Composición de la muestra



Ruido

Para conocer el nivel de intensidad sonora a que están sometidos los trabajadores que manipulan los carros perforadores nos hemos servido de un dosímetro Brüel & Kjaer tipo 4436.

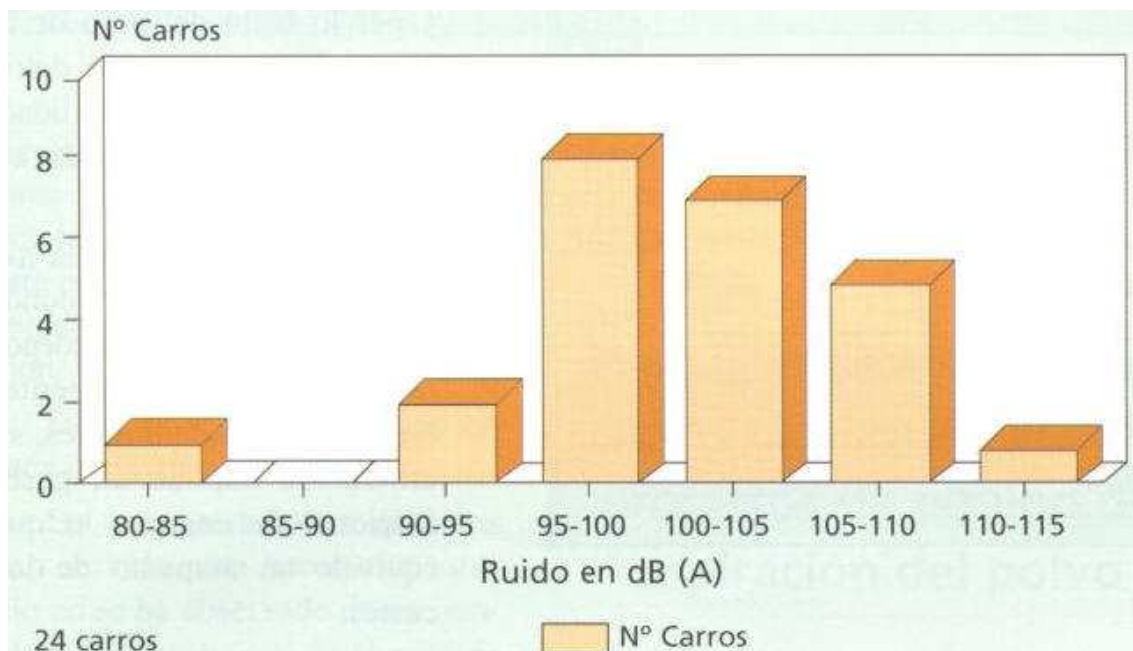
Resultados			
Carro	Nivel diario equiv. dB(A)	Carro	Nivel diario equiv. dB(A)
1	92,20	13	112,90
2	101,30	14	98,80
3	99,70	15	83,50
4	105,70	16	107,20
5	102,30	17	95,00
6	96,40	18	95,20

7	104,60	19	107,00
8	97,06	20	99,40
9	102,80	21	92,90
10	103,30	22	107,50
11	100,30	23	103,30
12	96,60	24	108,80

El dosímetro ha sido colocado al operario durante el trabajo de perforación propiamente dicho y en los cortos desplazamientos de un barreno a otro. No se han tomado medidas en los traslados largos entre distintos tajos, en los tiempos de preparación, reparaciones, mantenimiento, etc.

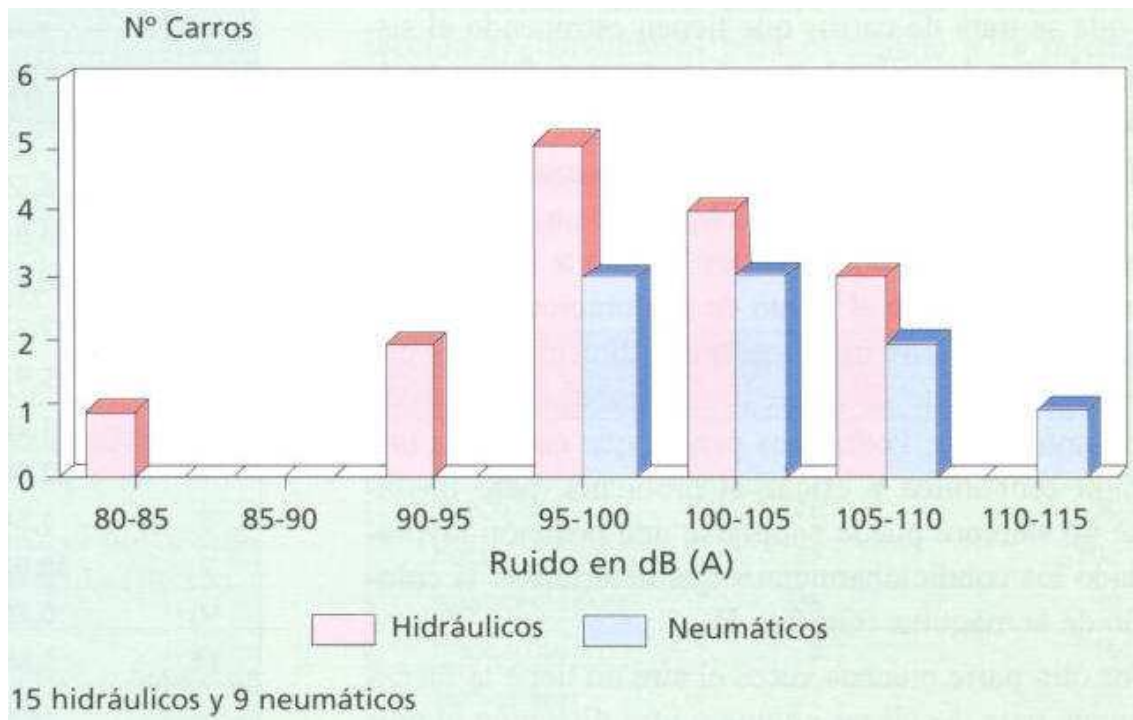
Independientemente de todos los condicionantes y aún considerando los casos más favorables, vemos como queda claramente reflejado que el Nivel Diario Equivalente es siempre superior a los 90 dB(A) excepto en el caso del carro n° 15, que disponía de cabina aunque no permaneció cerrada durante toda la prueba. También podemos ver que los niveles de ruido más frecuentes dan valores comprendidos entre los 95 y 110 dB(A). Veinte carros de los 24 están dentro de estos parámetros. (Gráfico E)

GRÁFICO E
Carros perforadores Ruido total



Si comparamos los niveles para carros neumáticos e hidráulicos (Gráfico F) apreciamos que los neumáticos alcanzan valores ligeramente más elevados que los hidráulicos, lo que confirma nuestras apreciaciones sobre su mayor rumorosidad a pesar de los condicionantes que ya comentamos.

GRÁFICO F **Carros perforadores Ruido**



Ya hemos hecho la observación de que los carros neumáticos pueden tener el compresor alejado, lo que implicaría un nivel de ruido más bajo. En cambio en los hidráulicos el motor está siempre en el carro.

Tenemos la certeza de que algunos carros superan los

veinte años de antigüedad, y otros son relativamente nuevos. Pues bien, no hallamos ninguna relación antigüedad-nivel de ruido, lo que indica que los adelantos de la técnica no han conseguido solucionar el problema. El ruido proviene del compresor, de los motores, de la percusión, etc. y siempre supera los niveles de riesgo.

La superación de los niveles de ruido viene contemplado en la normativa vigente y por lo tanto, no cabe más que adoptar las medidas que se especifican en el Real Decreto 1316/1989 de 27 de Octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Polvo

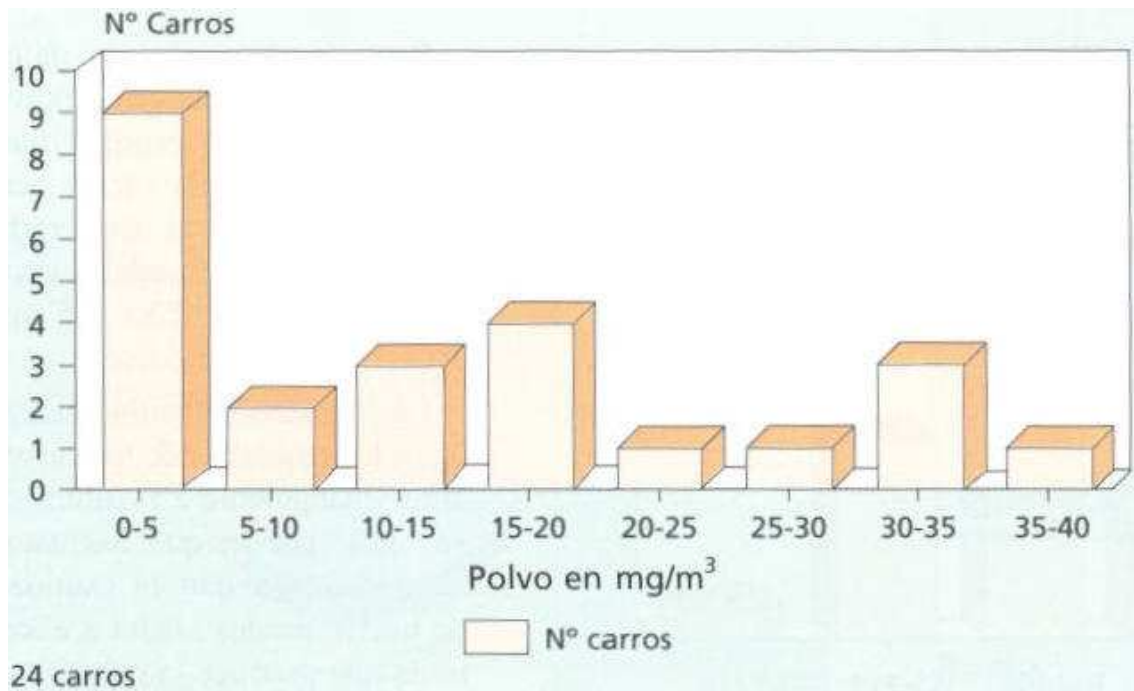
Para la obtención de datos sobre la concentración de polvo que se produce durante el funcionamiento de los carros perforadores, hemos utilizado bombas M.S.A. modelo Fixt-Flo con filtros de PVC. (5 micras de tamaño de poro).

Las bombas han sido colocadas a los operarios de los carros aproximadamente a la altura de su boca, por lo que los datos obtenidos nos dan la cantidad de polvo que les afecta a ellos, no la que produce la máquina y como es lógico, ambas cantidades no tienen por que ser coincidentes.

La normativa considera que la concentración de polvo no debe exceder los 15 mg/m³.

Teniendo en cuenta esto, vemos que de los 24 carros sólo 14 están dentro de los valores correctos (Gráfico G). De todas formas hemos de insistir que estos gráficos no son todo lo representativos que debieran, pues no tienen en cuenta la situación del operario respecto al viento, los sistemas de aspiración mal utilizados o averiados, etc., por lo que la cantidad de polvo detectada no es la que en realidad se produce.

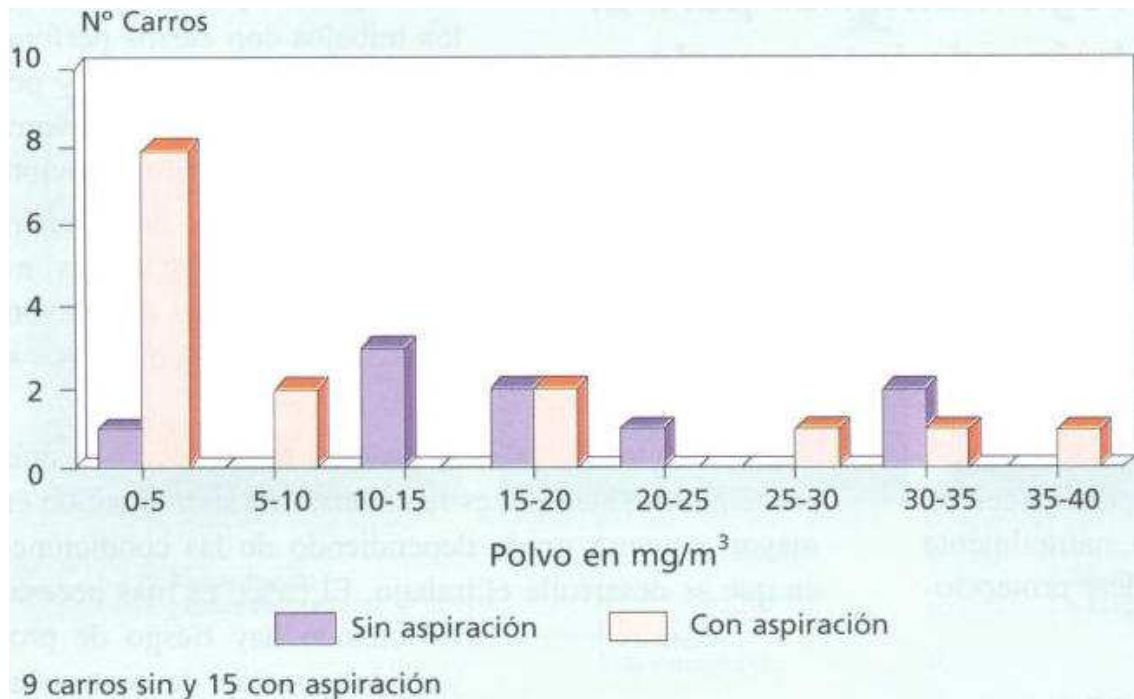
GRÁFICO G
Carros perforadores Polvo total



También se aprecia que el hecho de disponer o no de captación determina la cantidad de polvo respirable producido durante los trabajos de perforación. Con captación, normalmente los valores que se obtienen están por debajo de los límites establecidos como nocivos y cuando se da un caso en el que dichos valores son altos, vemos que se trata de carros que tienen estropeado el sistema colector, los filtros sucios, o existen fallos en la manguera.

Cuando no existe aspiración la producción de polvo es más elevada siempre y el hecho de que a veces no se refleje en los datos obtenidos es debido a la situación del operario respecto al punto de perforación, ya que, si hay corrientes de aire que siguen una dirección en sentido contrario al que se encuentra el trabajador, éste no aspira tanto polvo. Podríamos pensar que ésta sería una solución económica y eficaz al problema, pero obviamente no siempre puede adoptarse una posición favorable dado los condicionamientos que determinan la colocación de la máquina (Gráfico H).

GRÁFICO H Carros perforadores Polvo



Por otra parte muchas veces el aire no tiene la fuerza suficiente para desplazar en una u otra dirección el polvo y entonces éste afecta al trabajador o trabajadores que se encuentran en las proximidades del carro.

Así pues es claro que la solución a los problemas planteados por la producción de polvo en las perforaciones, pasa por la adopción de un sistema de captación.

Prácticamente todos los carros modernos vienen provistos de equipo de aspiración, pero algunos de mayor o menor antigüedad carecen de ella. No obstante existen en el mercado aspiradores de polvo adaptables a cualquier tipo de carro que pueden solucionar el problema.

Existen algunos motivos que inducen a prescindir de la utilización de aspiradores sin tener en cuenta el riesgo higiénico que esto supone. Uno de los motivos es que la aspiración, al ir incorporada al carro, conlleva un aumento considerable de las dimensiones y por lo tanto del peso de la máquina, lo que va en detrimento de su maniobrabilidad, cualidad muy apreciada en determinados trabajos.

Otro inconveniente de la aspiración es de carácter económico pues, bien esté incorporada al carro inicialmente, bien sea instalada después, su utilización supone un gasto adicional de energía, lo que equivale un aumento de los costes.

Como es lógico, si existe una causa que da origen a una situación de riesgo, lo primero que se debe intentar es eliminar esa causa y si no es posible adoptar las protecciones adecuadas. Sabemos que el polvo ha de producirse como residuo de la perforación y esto es inevitable, por lo tanto lo que debe hacerse es intentar controlar este polvo, preferiblemente lo más cerca posible del punto de generación.

Resultados			
Carro	Polvo (mg/m ³)	Carro	Polvo (mg/m ³)
1	8,59	13	10,06
2	24,90	14	4,00
3	35,20	15	2,28
4	17,33	16	1,21
5	15,92	17	15,22
6	11,29	18	17,70
7	32,90	19	3,81
8	1,54	20	2,76
9	30,97	21	8,11
10	0,80	22	16,70
11	1,89	23	13,33
12	2,42	24	30,67

Esto puede efectuarse por vía seca o vía húmeda.

En las operaciones que nos han servido para hacer este estudio no se ha observado que se emplee, en ningún caso, la técnica de vía húmeda, por lo que sólo trataremos de comentar los aspectos relacionados con la vía seca.

Con ese sistema el control se ejerce mediante captadores de polvo que eliminan éste, justo a la salida de la boca del taladro.

Los captadores más primitivos constan de una campana situada alrededor de la boca de perforación y una manguera flexible unida a la campana que deposita el polvo en un punto alejado de la máquina.

Para la impulsión del polvo se aprovecha el aire que sale por la boca de la barrena y la flexibilidad de la manguera permite dar la orientación más conveniente a la salida.

Para disminuir la emisión de contaminantes al medio ambiente puede adaptarse un ciclón al extremo del conducto flexible.

Actualmente se utilizan para controlar el polvo captadores que incorporan sistemas de aspiración filtrado y eliminación.

Un captador de polvo está constituido básicamente por los siguientes componentes:

- campana de extracción
- conducto de aspiración-transporte
- cámara de expansión
- dispositivo de filtración
- generador de la presión de trabajo

La campana deberá adaptarse al tipo de varillaje en función del diámetro de perforación y el conducto deberá ser flexible para adaptarse a la movilidad de la máquina perforadora.

Es importante mantener limpios los filtros, pues el no hacerlo puede anular la efectividad del sistema.,

Los generadores de la presión de trabajo para el funcionamiento de los captadores pueden ser de dos tipos:

- Ventiladores, utilizados comúnmente en los captadores de equipos con accionamiento hidráulico.
- Eyectores, utilizados en los captadores de equipos con accionamiento neumático.

Como último recurso y siempre que existan impedimentos razonables que no permitan el establecimiento de soluciones técnicas, se proveerá al operario de mascarillas adecuadas que, como todas las prendas de protección habrán de cumplir las especificaciones establecidas por la C.E.E.

Protección personal

El operario deberá disponer de las prendas de protección reglamentarias para el trabajo a la intemperie (casco, traje de aguas, botas impermeables y reforzadas, guantes, etc.) También en previsión de las posibles proyecciones, es recomendable la utilización de gafas protectoras contra impactos.

Prenda	N° trabajadores	%
casco	19	61
mono	28	90
botas	31	100
guantes	28	90
mascarilla	5	16
auriculares	22	70

Así mismo para protegerse del ruido y polvo, se utilizará el equipo de protección adecuado si es necesario.

En nuestro caso, en el total de la plantilla evaluada (31 trabajadores), la utilización de prendas de protección queda reflejada de la siguiente manera: según se recoge en el Gráfico 1.

GRÁFICO I
Carros perforadores



Vemos que las prendas más usadas son las que podríamos denominar "de trabajo": botas (de goma o convencionales), mono y guantes; utilizándose menos las prendas "de protección": casco, mascarilla y auriculares. Si nos pidiesen que estableciéramos prioridades en la necesidad de uso según nuestro criterio, naturalmente discutible, propondríamos el siguiente orden: protecciones acústicas, mascarilla, guantes, botas, casco y mono.

Desde luego si hay un factor de riesgo omnipresente en todos los trabajos con carros perforadores, éste es el de ruido y por ello colocamos los protectores auditivos en primera posición.

Las mascarillas no siempre han de emplearse, pues no siempre hay polvo en cantidad que exija su utilización. De todas formas se deberían tener siempre a mano por si fueran necesarias.

En cuanto a las demás prendas hemos de decir que, por supuesto, siempre es recomendable su utilización en mayor o menor grado dependiendo de las condiciones en que se desarrolla el trabajo. El casco es más necesario cuando hay riesgo de proyección o caída de materiales que cuando se dispone de una pantalla protectora o se está en un

terreno despejado lejos de frentes, taludes, etc. Si se dispone de cambiadores de varilla automáticos, será menor el riesgo de atrapamientos y por lo tanto menos imprescindibles los guantes...

Así podríamos ir considerando muchos casos, no sólo aquellos en los que interviene el factor riesgo, sino también los relacionados con las variaciones climáticas y por lo tanto con las prendas de trabajo.

También podemos considerar como elemento de protección personal el cinturón de seguridad, pero sólo debe utilizarse eventualmente y en nuestro caso no se ha dado esta circunstancia.

(*) Actualmente el GTP de Asturias está transferido a la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias.