

METODOLOGÍAS PARA OBTENER LA DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD)

METODOLOGÍAS PARA OBTENER LA DOSIS DE RUIDO DIARIA
(DRD)

AUTORES:

Mauricio Sánchez V., Juan Carlos Valenzuela I., Hernán Fontecilla G. Sección Ruido y Vibraciones. Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Pública de Chile. Agosto. 2014.

METODOLOGÍAS PARA OBTENER LA DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD)

1.- INTRODUCCIÓN.

Para determinar la exposición a ruido ocupacional de un trabajador en su lugar de trabajo, es necesario establecer cuál es el *Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq en db(A))* al que está expuesto, y cuál es el *Tiempo de Exposición (Te)* a ese Nivel. Estas dos variables se combinan para llegar al concepto de exposición. Dicha combinación permitirá saber, entre otras cosas, si el tiempo durante el cual el trabajador está expuesto al ruido (Tiempo de Exposición: Te), es mayor, menor o igual que el tiempo durante el cual el trabajador puede estar expuesto a dicho ruido (Tiempo Permitido: Tp), este último regulado por la legislación nacional en la materia. Para un NPSeq determinado, un trabajador no puede estar expuesto durante un tiempo superior al tiempo permitido que establece la legislación para dicho NPSeq (concepto de Límite máximo permisible). Del resultado de la comparación de los dos tiempos (Te vs Tp), dependerá, entre otros aspectos, la implementación de las medidas de control preventivas o correctivas cuando corresponda.

Esta lógica de comparación de los tiempos Te y Tp en un puesto de trabajo, permite llegar a una conclusión inmediata sobre cuál es el riesgo en dicho puesto, ya que:

- $Te > Tp$, quiere decir que el trabajador está expuesto más tiempo del que puede. Exposición CON RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA.
- $Te = Tp$, el trabajador está expuesto tanto tiempo como puede. Exposición en el Límite Legal (Calificar este caso de: CON RIESGO o SIN RIESGO de pérdida auditiva, es discutible).
- $Te < Tp$, el trabajador está expuesto menos tiempo del que puede estar. Exposición SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA.

Sin embargo, esto plantea una disyuntiva si se quiere comparar dos puestos de trabajo (iguales o diferentes), entre los que, tanto el Nivel de Ruido (NPSeq) como el Tiempo de Exposición (Te) sean distintos. Es decir, si consideramos a dos trabajadores, de dos puestos de trabajo iguales o diferentes, que están expuestos a distintos NPSeq entre ellos y durante un Tiempo de Exposición diferente: ¿Cuál recibe mayor energía acústica (Nivel y Tiempo)? ¿Cuál tiene mayor exposición? ¿Cuál de los dos se encuentra en mayor riesgo de pérdida auditiva por exposición a ruido?

La disyuntiva se puede resolver utilizando un descriptor (o forma de caracterizar el ruido) que permita relacionar los parámetros Nivel de Ruido y Tiempo de Exposición, y de esa manera, expresar la exposición del trabajador en función de una sola variable que facilite la intercomparación inmediata entre distintos puestos de trabajo. Esta variable es la *Dosis de Ruido Diaria (DRD)*, un parámetro que permite relacionar el Nivel de ruido en un puesto de trabajo (NPSeq), con su correspondiente Tiempo Permitido (Tp) y con el Tiempo de Exposición a ruido del trabajador (Te).

Existen diferentes metodologías que permiten llegar a la obtención de la Dosis de Ruido Diaria. En la siguiente nota técnica se señalan cuáles son y qué elementos se deben considerar para obtenerla.

2.- OBJETIVO.

Señalar las diferencias técnicas y metodológicas para determinar la Dosis de Ruido Diaria (DRD) en tres situaciones:

- Cuando la DRD se mide directamente con un Dosímetro de ruido,
- Cuando, a partir de un valor de Dosis, medida durante un Tiempo de Medición (T_m) inferior al Tiempo de Exposición (T_e) del trabajador, se realiza una proyección de esa Dosis, obteniendo la DRD que recibe el trabajador,
- Cuando se calcula la DRD a partir del Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente Representativo (NPSeq) medido en el puesto de trabajo.

3.- ¿QUÉ ES LA DOSIS DE RUIDO?

La Dosis de Ruido se puede entender como la energía sonora que una persona recibe durante su jornada de trabajo diaria^[1]. Expresada en función del tiempo, la Dosis de Ruido se define como la relación entre el Tiempo de Exposición (T_e) a un determinado Nivel de ruido y el Tiempo Permitido (T_p) para que el trabajador permanezca expuesto a ese Nivel de ruido sin riesgo de pérdida auditiva. Se expresa a través de la siguiente relación:

$$Dosis = \frac{T_{\text{exposición}}}{T_{\text{permitido}}} = \frac{T_e}{T_p} \quad (1)$$

De aquí se deduce que:

$$T_e = Dosis \times T_p \quad (1.1)$$

Como se observa, la Dosis es un valor adimensional, que entrega información acerca de cuántas veces un trabajador está expuesto a ruido (T_e), en comparación con el tiempo máximo permitido durante el que puede estar expuesto a dicho ruido (T_p). Así, a partir de un valor de Dosis conocido se puede analizar la exposición, aunque a priori no se conozca el Tiempo de Exposición ni el Nivel al cual está expuesto el trabajador. Por ejemplo, para un valor conocido de Dosis igual a 2, la ecuación 1.1 queda:

$$T_e = 2 \times T_p \quad (1.2)$$

Se puede afirmar inmediatamente que T_e es el doble de T_p , sin necesidad de saber cuál es el valor preciso de ninguno de los dos. En este caso se puede asegurar inmediatamente que el trabajador está expuesto al doble de la energía que debería recibir.

Considerando este análisis, si se tienen varios puestos de trabajo y se establece la exposición en cada uno en función de la Dosis de Ruido, no sólo se conocerán los valores de exposición, sino que además, se pueden hacer comparaciones inmediatas entre todos ellos.

4.- METODOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD).

Teniendo en cuenta los conceptos relacionados con la Dosis de Ruido, se analizarán técnicamente 3 metodologías distintas para la obtención de la DRD:

- 1.- Medir la DRD directamente, durante un Tiempo de Medición (T_m) que abarque la totalidad del Tiempo de Exposición (T_e) del trabajador.
- 2.- Obtener la DRD a partir de una Dosis Medida durante un Tiempo de Medición (T_m) inferior al Tiempo de Exposición (T_e), proyectada al Tiempo de Exposición (T_e).
- 3.- Calcular la DRD a partir del NPSeq representativo medido en el puesto de trabajo.

4.1.- MEDICIÓN DE LA DOSIS DE RUIDO DIARIA.

Una de las posibilidades de determinación de la Dosis de Ruido Diaria (DRD) en un puesto de trabajo, es medirla directamente durante un Tiempo de Medición que abarque el 100% del Tiempo de Exposición del trabajador, utilizando un instrumento de medición sonora denominado Dosímetro de Ruido.

Para entender qué se está midiendo cuando se mide la Dosis de Ruido se debe tener conocimiento y claridad con respecto algunos elementos teóricos involucrados, los cuales se analizan a continuación.

¿Qué parámetros hay que configurar en el Dosímetro para obtener una DRD, acorde a la legislación vigente en Chile?

El Dosímetro de ruido ^[2] es un Sonómetro integrador de Clase 2 para un margen de frecuencias de 63 a 8000 Hz y un rango de presión acústica de 80 a 130 dB. Es un equipo diseñado para medir exposición sonora y el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq) y a partir principalmente de este valor, entregar la Dosis de Ruido. Este proceso de obtención de la Dosis a partir del NPSeq dependerá de la configuración de 4 parámetros internos del Dosímetro, directamente relacionados con la normativa legal de cada país, en función de los límites máximos permisibles (LMP) de exposición que se establezcan. Considerando lo señalado en la legislación chilena, para una medición correcta de la Dosis de Ruido la configuración de estos 4 parámetros debe ser la siguiente:

- Tiempo Criterio, $T_c = 8$ horas
- Nivel Criterio, $L_c = 85$ dB(A)
- Razón de Cambio, $q = 3$
- Nivel Umbral, $Thr = 80$ dB(A)

Estos valores se pueden deducir de lo señalado en el artículo 74° y 75° del D.S. N°594 de 1999 del MINSAL^[3], donde se establecen los límites máximos permisibles para exposición a ruido estable y fluctuante.

En todos los Dosímetros, los 4 parámetros anteriores deberían poder configurarse, ya sea en el equipo directamente o accediendo al instrumento a través del software correspondiente conectándose a un PC. Dicha configuración incidirá directamente en el valor de la Dosis obtenida, es decir, una configuración errónea de los parámetros, generará un resultado de Dosis diferente de aquella que realmente recibe el trabajador, en función de lo establecido en la legislación nacional. En este sentido, es fundamental una configuración correcta que permita obtener un valor real de exposición en los puestos de trabajo evaluados, a partir del cual se pueda concluir con certeza si el trabajador está expuesto *Con Riesgo o Sin Riesgo* de pérdida auditiva. De esta conclusión depende-

rá, entre otros aspectos, la implementación de las medidas de prevención, control y vigilancia cuando corresponda.

Considerando la definición de Dosis de Ruido. ¿De dónde obtiene el Dosímetro el Tiempo Permitido (Tp)?

El T_p es el tiempo máximo permitido al que puede estar expuesto un trabajador, dependiendo del Nivel de Ruido (NPSeq dB(A)) que exista en su puesto de trabajo y en función de lo establecido en la legislación vigente.

Como se mencionó anteriormente, el Dosímetro de ruido mide NPSeq en dB(A). Para cada NPSeq medido hay asociado un Tiempo Permitido (T_p) específico, cuyo valor depende de lo establecido en la legislación de cada país. Por ejemplo, en Chile para un Nivel de 85 dB(A), el Tiempo Permitido T_p es 8 horas, ya que está definido que:

- Para un Nivel Criterio (L_c) de 85 dB(A) se considera un Tiempo Criterio (T_c) de 8 horas, y se aplica la Teoría de Igual Energía lo que implica una Razón de Cambio (q) igual a 3^[4].

En Estados Unidos en cambio, para el mismo Nivel de 85 dB(A), el Tiempo Permitido T_p es de 16 horas, puesto que está definido que:

- Para un Nivel Criterio (L_c) de 90 dB(A) se considera un Tiempo Criterio (T_c) de 8 horas, y se aplica la Teoría de Igual Efecto Temporal lo que implica una Razón de Cambio (q) igual a 5^[4].

Es decir, se debe considerar que el T_p dependerá de las exigencias legales en función del Nivel Criterio, el Tiempo Criterio y la Razón de Cambio¹.

¿De dónde obtiene el Dosímetro el Tiempo de Exposición a ruido (Te) del trabajador en el puesto de trabajo?

El T_e es el Tiempo de Exposición y se define como el tiempo durante el cual el trabajador está expuesto a valores de NPSeq iguales o mayores a 80dB(A) durante su jornada de trabajo. Es decir, corresponde al tiempo durante el cual el trabajador

1 Se define a la razón de cambio como la cantidad de decibeles asociada al cambio en el tiempo de exposición (al doble o la mitad) para mantener la dosis en 100%.

dentro de su jornada laboral, está efectivamente expuesto a ruido, en una magnitud tal que podría producirle daño auditivo.

Cuando se realiza una dosimetría de ruido, desde luego el instrumento de medición “desconoce” cuál es el Tiempo de Exposición del trabajador que se está evaluando. Esta es una información relacionada con el puesto de trabajo, que el evaluador debe averiguar antes de medir (Estudio Previo^{[1][5]}).

Cuando un Dosímetro realiza el cálculo de la Dosis al finalizar una medición (dosimetría), el Tiempo de Exposición (Te) que considerará para dicho cálculo será el tiempo de duración de dicha dosimetría, el denominado Tiempo de Medición (Tm), determinado por el reloj interno del instrumento. En otras palabras, para el Dosímetro, el Tiempo de Exposición, Te, será igual al Tiempo de Medición Tm (Te=Tm). Si la medición con Dosímetro dura 1 hora, ése será el Tiempo de Exposición para el instrumento, y con él calculará la Dosis; análogamente, si la medición dura 3½ horas, el Dosímetro interpretará que ese valor corresponde al Tiempo de Exposición y con él calculará la Dosis y así con cada caso.

Entonces, la respuesta a la pregunta: ¿De dónde el Dosímetro obtiene el Tiempo real de Exposición (Te)? es: De ninguna parte. En una medición, lo que acontece es que para el instrumento el Te=Tm y a partir de ahí calcula la Dosis, de la siguiente manera:

$$Dosis = \frac{T_{EXPOSICIÓN}}{T_{PERMITIDO}} = \frac{T_{MEDICIÓN}}{T_{PERMITIDO}} = \frac{T_m}{T_p} \quad (2)$$

Donde Tm = Te

El Tiempo de Exposición (Te) es una variable que incide directamente en el valor final de la Dosis y por lo tanto se debe determinar de manera rigurosa antes de cada evaluación. En algunos casos esta tarea puede resultar compleja. La exposición del trabajador puede ser muy variable, y en consecuencia, determinar un Tiempo de Exposición único, representativo de su quehacer habitual, puede representar una dificultad para el evaluador. Por

otro lado, establecer Tiempos de Exposición (Te) menores a los reales (por errores metodológicos), implica, en algunas situaciones, obtener valores de Dosis de ruido menores para el puesto de trabajo que se está evaluando; es decir, se subestima la energía sonora que recibe el trabajador (ya que la Dosis es directamente proporcional a Te), con el consecuente riesgo que esto podría representar para la salud auditiva.

Por otro lado, se debe considerar que el Dosímetro posee un algoritmo interno, que calcula la Dosis a partir de la configuración de los parámetros explicados anteriormente (Lc, Tc, Thr, q), utilizando el valor de Nivel de ruido representativo de la exposición, medido en el puesto de trabajo. Dependiendo de la normativa legal que se aplique en cada país este Nivel de ruido se expresa a través de diferentes descriptores. En el caso de Europa el descriptor utilizado para expresar dicho Nivel es el NPS_{eq}, que básicamente es una integral en el tiempo, de las presiones sonoras instantáneas que capta el micrófono del instrumento y se define por la siguiente ecuación:

$$NPS_{eq} = 10 * \log_{10} \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt \quad (3)$$

Utilizando este valor, un Dosímetro cuyo algoritmo de cálculo considere la normativa europea, obtiene el Tiempo Permitido Tp, utilizando la siguiente ecuación:

$$T_p = T_{ref} * 2^{\left(\frac{NPS_{ref} - NPS_{eqMEDIDO}}{q} \right)} \quad (4)$$

Donde:

T_{ref}: Tiempo Criterio = 8 horas

NPS_{ref}: Nivel Criterio = 85 dB(A)

q: Razón de Cambio = 3

NPS_{eq}: NPS continuo equivalente representativo, medido en el puesto de trabajo

Luego, a partir de la ecuación (1), se calcula el valor de la Dosis.

Se puede observar que para el cálculo no se considera el Nivel Umbral (Thr) y eso es porque el parámetro que determina el Tiempo Permitido Tp es el NPSeq, el cual integra todos los niveles de ruido correspondientes a todas las presiones sonoras captadas por el instrumento, sin considerar un Nivel Umbral.

En el caso de Estados Unidos la determinación de la Dosis se efectúa considerando un algoritmo diferente, definido en la norma ANSI S1.25 [6]. Su determinación es a partir de la siguiente expresión matemática.

$$Dosis = \frac{100 \cdot T_m}{T_c} \cdot \int_{T_1}^{T_2} 10^{\left[\frac{(L_{as} - L_c)}{q} \right]} \cdot dt \quad (5)$$

O en términos de un valor asociado a una medición en un tiempo cualquiera:

$$Dosis = \frac{100 \cdot T_m}{T_c} \cdot 10^{\left[\frac{(TWA - L_c)}{q} \right]} \quad (6)$$

Donde:

Las: Nivel de Presión sonora medido con curva A y respuesta lenta. En la Ecuación (5) si el Nivel sonoro es menor que el Nivel Umbral entonces Las = $-\infty$.

Lc: Nivel criterio.

Tc: Tiempo criterio en horas.

Tm: Tiempo de medición en horas.

TWA: Nivel promedio ponderado en el tiempo (diferente al NPSeq).

q: Constante de la razón de cambio. Si la razón de cambio es 3, entonces q=10.

A diferencia del método europeo que ocupa el NPSeq (realiza la integración para cualquier Nivel medido sin considerar un Nivel Umbral), el método asociado a la norma ANSI utiliza el descriptor TWA

(Time Weighted Average) el cual depende del Nivel Umbral configurado en el equipo. El Nivel Umbral Thr, es el valor a partir del cual el TWA comienza a integrar. Es decir solamente los niveles de ruido que igualen o superen el umbral fijado, serán integrados para obtener el TWA.

Surge entonces la pregunta: ¿La configuración del Nivel Umbral influye en la Dosis calculada por el equipo?

Para responderla, se realizaron mediciones con un único Dosímetro, marca Larson Davis, Modelo 706, cuyo algoritmo de cálculo está programado de acuerdo a la norma ANSI, es decir, realiza el cálculo de la Dosis de Ruido a partir del TWA. Este modelo de instrumento de medición sonora, tiene la particularidad de que un mismo espécimen (equipo) contiene 4 Dosímetros virtuales programables en su interior, y a cada uno de estos instrumentos virtuales se le puede configurar de manera independiente los parámetros q, Lc, Tc, y Thr. Esto permite 4 combinaciones diferentes de la configuración, y por lo tanto, en función de dichas configuraciones, se pueden obtener 4 resultados de Dosis de Ruido (DR₁, DR₂, DR₃, DR₄) para un mismo evento de ruido, medido durante un mismo tiempo de medición, bajo una misma condición de exposición.

Las mediciones fueron realizadas en un puesto de trabajo de Operador de Caldera. En el equipo de medición utilizado, en los 4 Dosímetros virtuales se programaron iguales los parámetros Tiempo Criterio (Tc=8 hrs.), Nivel Criterio (Lc=85 dBA) y Razón de Cambio (q=3), pero se configuraron diferentes Niveles Umbrales, Thr₁=80 dB(A), Thr₂=70 dB(A), Thr₃=60 dB(A) y Thr₄=0 dB(A). Al finalizar la medición, los resultados de las 4 Dosis medidas fueron diferentes, siendo mayor cuando menor fue el Nivel Umbral fijado, es decir, DR₄ > DR₃ > DR₂ > DR₁.

En consecuencia, en la determinación de la Dosis de Ruido, con un Dosímetro de ruido cuyo algoritmo de cálculo esté programado de acuerdo a la norma ANSI, no da lo mismo el valor que se establezca para el Nivel Umbral. La configuración usada para el Nivel Umbral, influye en el resultado del TWA y por lo tanto en el de la Dosis de Ruido entregada por el instrumento.

Adicionalmente, se debe considerar que el TWA también se verá influenciado por la variabilidad del

ruido medido, es decir, por la diferencia entre el Nivel máximo y el Nivel mínimo medidos.

Si el Nivel de ruido en un puesto de trabajo cualquiera, fluctúa entre 60 y 82 dB(A), y se configura el Dosímetro con un Nivel Umbral $Thr=80$ dB(A), ocurrirá que en todos los intervalos de tiempo donde los niveles de ruido varíen entre 60 y 79,9 dB, el descriptor TWA no realizará la integración, y por lo tanto la Dosis resultante será representativa solamente de los períodos donde el ruido haya superado el umbral fijado y en consecuencia se haya producido la integración con el TWA. Una medición como ésta entregará un resultado de Dosis, representativa sólo de los períodos de tiempo en los cuales el Nivel de ruido captado por el micrófono del Dosímetro, haya alcanzado o superado el umbral de 80 dB(A). Esto es un problema en aquellos casos en los que se quiera obtener el valor de Dosis de toda la jornada, o de un periodo o actividad determinada, con independencia del Nivel Umbral. En otras palabras, al utilizar un Dosímetro configurado con la Norma ANSI, se debería conocer en qué rangos varían los niveles de ruido a medir y dependiendo de esto fijar el Nivel Umbral.

4.2. - DOSIS PROYECTADA A PARTIR DE UNA DOSIS MEDIDA EN UN $T_m < T_e$

Para explicar esta metodología de obtención de la Dosis de Ruido Diaria de un trabajador, se partirá de una interrogante:

¿En todos los casos, para obtener la DRD, se tiene que medir durante el 100% del tiempo durante el cual el trabajador está expuesto al ruido (T_e), es decir, ¿El tiempo destinado a la medición (T_m) debe siempre abarcar la totalidad del Tiempo de Exposición (T_e)?

La respuesta es, No.

En algunos casos, cuando se cumplen determinados requisitos en la condición de exposición a ruido en un puesto de trabajo, la metodología estandarizada de medición de ruido laboral ^[1] permite realizar evaluaciones utilizando un Tiempo de Medición (T_m) menor al Tiempo de Exposición (T_e). En esta situación, la Dosis de Ruido Medida siempre será menor que la Dosis de Ruido Diaria.

Si esto es así, ¿Cómo determinar una DRD, a

partir de una Dosis Medida en un Tiempo de Medición menor al Tiempo de Exposición?

La respuesta es: Proyectando la Dosis Medida en ese Tiempo de Medición, al Tiempo de Exposición del trabajador, como se explica a continuación.

Ya se señaló que, en determinadas situaciones, la metodología permite realizar evaluaciones en un Tiempo de Medición menor al Tiempo de Exposición. No obstante, el resultado de Dosis obtenido en estos casos, corresponderá a la energía acumulada solamente durante el Tiempo de Medición, y no a toda la energía que se acumulará durante el Tiempo de Exposición (en este caso $T_e > T_m$, que corresponde a la condición real del trabajador). Aunque no en todas las situaciones es correcto utilizar esta ventaja metodológica, en la práctica, los tiempos de medición utilizados por los evaluadores casi siempre son menores a los de exposición. En consecuencia, se debe establecer un mecanismo que permita realizar una proyección de la Dosis Medida en el tiempo T_m , al Tiempo total de Exposición (T_e). Para esto, nuevamente se debe conocer con certeza cuál es ese Tiempo total de Exposición (T_e), y luego, a partir de la Dosis Medida (D_{MEDIDA}), en un Tiempo de Medición (T_m) (entregado por el Dosímetro), realizar la proyección mediante la siguiente relación:

$$Dosis\ Pr oyectada = \frac{T_e \cdot D_{MEDIDA}}{T_m} \quad (7)$$

Finalmente esta **Dosis Proyectada** corresponde a la **DRD**.

La proyección de la Dosis plantea otra interrogante: ¿Cuánto es el tiempo mínimo de medición que permita proyectar la Dosis Medida para obtener la DRD? o ¿Cuándo la proyección de la Dosis Medida es válida?

Contrario a lo que se cree, no existe un tiempo mínimo de medición preestablecido. Este dependerá de la calidad de los datos obtenidos en el estudio previo del puesto de trabajo ^{[1][5]}. Dicho estudio suministrará información determinante para establecer el tiempo mínimo de medición que permita efectuar una proyección de la Dosis Medida. En este sentido, se corre el riesgo de que el estudio previo no se realice de forma correcta o que simplemente no

permita obtener la información necesaria para poder establecer cuál será el tiempo mínimo o representativo de medición en cada puesto de trabajo. Cuando esto ocurra, no existe otra alternativa que medir durante el 100% del tiempo durante el cual el trabajador esté expuesto, es decir, el 100% del Tiempo de Exposición, cualquiera sea este.

En definitiva, la representatividad de la Dosis Proyectada, además de depender de la configuración de los parámetros internos (L_c , T_c , Thr , q) y del algoritmo de cálculo utilizado por el Dosímetro, dependerá de la representatividad del tiempo de medición utilizado.

4.3.- DOSIS CALCULADA A PARTIR DEL NPSeq MEDIDO REPRESENTATIVO DEL PUESTO DE TRABAJO.

La tercera vía para obtener la Dosis de Ruido Diaria de un trabajador en un puesto de trabajo, es calcularla a partir de un NPSeq representativo, medido en dicho puesto. Con este valor se calcula el Tiempo Permitido (T_p) el que finalmente se combina con el Tiempo de Exposición (T_e) dando como resultado la DRD que recibe ese trabajador.

Como se ha mencionado, el descriptor NPSeq en dB(A), a diferencia de la Dosis, es una variable que es independiente de la normativa legal o los estándares técnicos establecidos en cada país. Al utilizar el NPSeq como descriptor en una medición con Dosímetro, el evaluador conoce inmediatamente cuál es la información que éste le aporta, independiente de cual sea la configuración de ese Dosímetro. El NPSeq está definido por norma internacional^[2], de acuerdo a la siguiente ecuación (análoga a la ecuación (3)):

$$L_{aeqT} = 20 \cdot \log \left\{ \frac{\left[\left(\frac{1}{T} \right) \int_{t-T}^T P a^2(\epsilon) d\epsilon \right]^{1/2}}{P_0} \right\} \quad (8)$$

Así, la obtención de un valor de exposición representativo utilizando el NPSeq en dB(A), sólo dependerá de la representatividad de la medición,

es decir de una correcta utilización de la metodología estandarizada^{[1][5]} (tiempo de medición, lugar de medición, etc.).

Planteado esto. ¿Cómo obtener el valor de la Dosis de Ruido a partir del valor de NPSeq?

Se debe utilizar la ecuación (4) para: $T_{ref} = 8$ horas; $NPS_{ref} = 85$ dB(A); $q = 3$, de acuerdo a la normativa chilena, lo que deja la relación de la siguiente forma:

$$T_p = 8 * 2^{\frac{85 - NPS_{EQMEDIDO}}{3}} \quad (4.1)$$

En el artículo 75° del D.S. 594 de 1999 del MIN-SAL, se señalan los Tiempos Permitidos de Exposición sólo para valores enteros de NPSeq (80 dB(A), 81 dB(A), 82 dB(A), 83 dB(A) hasta 115 dB(A)), sin embargo, a partir de la ecuación 3.1, se puede obtener el Tiempo Permitido (T_p) para cualquier NPSeq (valor entero o decimal), medido en el puesto de trabajo. Se puede observar que los valores correspondientes al Nivel Criterio (L_c), Tiempo Criterio (T_c) y Razón de Cambio (q), están expresados de acuerdo a la legislación chilena. Para otras legislaciones el valor de estos parámetros podría ser diferente.

Luego, con el valor T_p calculado y habiendo determinado el Tiempo de Exposición a partir de la información levantada en el Estudio Previo, se puede determinar la Dosis de Ruido Diaria de acuerdo a la ecuación (1).

5.- SITUACIÓN EUROPEA

La normativa europea asociada a ruido ocupacional^[7] utiliza el concepto de normalización a 8 horas. Éste consiste en medir el NPSeq en dB(A) en cada puesto de trabajo que se está evaluando y posteriormente llevar ese NPSeq medido, a su equivalente en 8 horas, cualquiera sea el Tiempo de Exposición del trabajador, a través de la siguiente ecuación:

$$NPS_{eq8h} = NPS_{eqMEDIDO} + 10 * \log_{10} \left(\frac{T_e}{8} \right) \quad (9)$$

Donde:

NPS_{eq8h} : Nivel de exposición normalizado a 8 horas.

$NPS_{eqMEDIDO}$: Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente ponderado A obtenido de la evaluación de la exposición ocupacional a ruido en el puesto de trabajo.

Te: Tiempo efectivo de exposición al NPSeq, en horas.

De esta manera todas las evaluaciones de exposición a ruido pueden ser expresadas en función de un Nivel en 8 horas, que podría compararse con un único Límite Máximo Permissible de 85 dB(A) para 8 horas y un Criterio de Acción de 82 dB(A) para ese mismo tiempo. En Europa se ha prescindido de la Dosis y toda la evaluación de la exposición se realiza en función del NPSeq.

6.- CONCLUSIÓN.

Existen al menos 3 metodologías diferentes para obtener la Dosis de Ruido Diaria (DRD) que recibe un trabajador en su lugar de trabajo y así establecer su exposición.

Las 3 presentan ventajas y desventajas que se relacionan fundamentalmente con las dificultades técnicas y procedimentales en cada caso.

Para la medición de la Dosis en forma directa se debe considerar la configuración de los parámetros internos del Dosímetro y conocer cuál es la influencia de dichos parámetros en el valor final de la Dosis que entrega el equipo, en función de la normativa del país donde fue fabricado y la variabilidad del ruido que se desea medir.

Cuando se proyecta la Dosis Medida, además de las complicaciones técnicas antes señaladas, se debe considerar que dicha medición tiene que ser realizada durante un tiempo representativo de la situación que se está evaluando, y sólo bajo esta condición se puede hacer la proyección.

Finalmente, el cálculo de la Dosis a partir del NPSeq medido, se presenta como el camino menos complejo, siempre y cuando se considere que ese NPSeq debe ser obtenido de una medición repre-

sentativa en función del tiempo de exposición, para que la Dosis resultante constituya un fiel reflejo de la exposición real del trabajador.

7.- REFERENCIAS.

- [1] Instructivo de Aplicación del D.S. 594/99 del MINSAL, Título IV, Párrafo 3º, Agentes Físicos – Ruido. Instituto de Salud Pública de Chile.
- [2] IEC 61252 – 2002. Specifications for personal sound exposure meters.
- [3] Decreto Supremo N° 594/99. Reglamento Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo. Ministerio de Salud. Chile.
- [4] El Concepto de Riesgo Aplicado a la Búsqueda de un Límite Permissible para Exposiciones a Ruido Continuo. Vincenot Tobar Muñoz. Chile. 1979.
- [5] Manual Básico Sobre Mediciones y Toma de Muestras Ambientales y Biológicas en Salud Ocupacional. Instituto de Salud Pública de Chile. 2013.
- [6] ANSI S1.25. Specification for Personal Noise Dosimeters.
- [7] Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 6 de febrero de 2003, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).