

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN
DE RIESGOS LABORALES**



TRABAJO FIN DE MÁSTER

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN AL
RUIDO EN UN LABORATORIO CLÍNICO”**

POR

NATIVIDAD LÓPEZ RIQUELME

Tutor Académico: Vicente Blas Sempere López



INDICE

- 1. RESUMEN**
- 2. INTRODUCCIÓN**
 - 2.1. Ruido**
 - 2.2. Medición del ruido**
 - 2.3. Ruido en el laboratorio clínico**
- 3. OBJETIVOS**
 - 3.1. Objetivo general**
 - 3.2. Objetivos específicos**
- 4. MATERIAL Y MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO**
 - 4.1. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD DEL LABORATORIO CLÍNICO**
 - 4.1.1. Descripción de la actividad**
 - 4.1.2. Descripción del centro de trabajo**
 - 4.1.3. Descripción de los puestos de trabajo**
 - 4.2. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN**
 - 4.2.1. Estrategia basada en la tarea**
 - 4.3. MEDICIÓN**
 - 4.4. EVALUACIÓN TRABAJADORES**
 - 4.5. MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL**
- 5. RESULTADOS**
 - 5.1. Opinión trabajadores**
 - 5.2. Medición ruido**
- 6. DISCUSIÓN**
- 7. CONCLUSIONES**
- 8. BIBLIOGRAFÍA**
- 9. ANEXO I**



1. RESUMEN

El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes, ya que la exposición diaria a altos niveles de ruido no sólo tiene efectos dañinos a medio-largo plazo, provocando una disminución de la capacidad auditiva, sino que, además, puede producir pérdidas de concentración por parte de los afectados, cansancio e irritabilidad, incidiendo sobre el rendimiento del trabajador y la calidad del trabajo realizado.

La innovación tecnológica en el campo de los análisis clínicos, ha generado un aumento en la automatización de los procesos realizados en los laboratorios clínicos con un aumento del número de analizadores. Esto ha generado a su vez unos importantes niveles de ruidos, los cuales deben ser evaluados periódicamente cuando cambien las condiciones de trabajo (bien por el cambio o introducción de nuevos analizadores) y siempre que se detecten daños para la salud.

La introducción de un nuevo analizador en el laboratorio clínico de un Hospital de la Región de Murcia nos ha llevado a realizar un estudio para evaluar como el ruido afecta a los trabajadores, y realizar un análisis del ruido para poder disminuirlo o eliminarlo, con el beneficio de mejorar el ambiente laboral de los trabajadores.



2. INTRODUCCIÓN

El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes ya que puede tener una repercusión muy significativa sobre la salud de los trabajadores. Su indudable dimensión social contribuye en gran medida a ello, ya que las fuentes que los producen forman parte de la vida cotidiana: actividades y locales de ocio, grandes vías de comunicación, los medios de transporte, las actividades industriales, etc...

La preocupación por el ruido laboral surge alrededor del siglo XVIII. En esos años comienza a utilizarse maquinaria que emite elevados niveles sonoros. Son épocas de prolongadas jornadas laborales, con tiempos de exposición a altos niveles de ruido, produciendo entre otros, problemas auditivos a los trabajadores que ejercían su actividad en esos ambientes.

Hoy en día, el problema del ruido es bien conocido. Científicos, expertos y numerosos organismos oficiales como la Organización mundial de la salud (OMS), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), etc., han declarado de forma unánime que el ruido tiene efectos muy perjudiciales para la salud. La exposición diaria a altos niveles de ruido no sólo tiene efectos dañinos a medio-largo plazo, provocando una disminución de la capacidad auditiva, sino que, además, un ambiente de trabajo ruidoso puede producir pérdidas de concentración por parte de los afectados, cansancio e irritabilidad, incidiendo sobre el rendimiento del trabajador y la calidad del trabajo realizado. Por ello, es importante definir medidas que traten de reducir los niveles de ruido existentes en el lugar de trabajo, así como los que son percibidos por el trabajador.

Existen varios tipos de legislación y normativa en relación con el ruido, algunas de las cuales se refieren específicamente al ruido, y otras lo incluyen como parte de una problemática más amplia. La legislación laboral, protege directa o indirectamente al trabajador, para lo cual regula los niveles de exposición a ruidos (procurando limitarlos a valores seguros) así como las posibles medidas de prevención. La legislación nacional vigente, que incluye estas medidas para limitar y prevenir el daño provocado por dichos niveles de ruido desde una perspectiva de salud laboral, es la del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la

exposición al ruido, que transpone la Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y tiene por objeto la protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo. Además contiene las disposiciones encaminadas a evitar o reducir la exposición, de manera que los riesgos derivados se eliminen en su origen o se reduzcan al nivel más bajo posible.

El concepto de trabajo ha experimentado numerosos cambios a lo largo de la historia. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) define el trabajo como “*la actividad que realiza el hombre transformando la naturaleza para su beneficio, buscando satisfacer distintas necesidades humanas: la subsistencia, la mejora de la calidad de vida, la posición del individuo dentro de la sociedad y la satisfacción personal*”. [OIT 1998].

Las condiciones en las que se realiza la actividad laboral, puede ocasionar efectos no deseados sobre la salud de los trabajadores. Para la Organización Mundial de la Salud, el término salud se define como “*un estado de bienestar completo, físico, mental y social y no meramente la ausencia de la enfermedad*” [OMS 1948].

El término salud laboral se refiere al estado de bienestar físico, mental y social del trabajador que puede resultar afectado por las diferentes variables o factores de riesgo existentes en el ambiente laboral, ya sean de tipo físico, psíquico o social.

Con el fin de eludir y evitar los daños que las actividades laborales puedan provocar sobre los trabajadores, surge el término *prevención de riesgos laborales*. La prevención de riesgos laborales se define como el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo [BOE 1995].

El término *riesgo laboral* queda definido en la Ley 31/1995 de Prevención de riesgos laborales (LPRL), como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo [BOE 1995].

Se entiende por lugares de trabajo las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. El Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, señala los criterios de carácter general que garantizarán la seguridad y salud en los lugares de trabajo, de forma que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores. Estos lugares de trabajo deben cumplir unos requisitos mínimos en cuanto a seguridad estructural y como a condiciones ambientales.

Los procesos, actividades, operaciones, equipos o productos "*potencialmente peligrosos*" son aquellos que, en ausencia de medidas preventivas específicas, pueden originar riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores que los desarrollan o utilizan. La LPRL define un *equipo de trabajo* como cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo. Un porcentaje muy elevado de los accidentes que se producen en el entorno laboral son consecuencia de fallos de seguridad relacionados con las máquinas y equipos de trabajo.

Para disminuir estos daños, debemos tener en cuenta cuatro aspectos básicos:

- Seguridad en el producto: el marcado CE* garantiza la comercialización de máquinas y equipos que vengan de fábrica con los requisitos de seguridad necesarios para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Instalación: siguiendo las instrucciones del fabricante, y en lugares apropiados que no supongan un riesgo añadido para la salud de los trabajadores.
- Mantenimiento: por personal especializado para garantizar la seguridad de esos equipos durante toda su vida útil.
- Utilización adecuada: por el personal autorizado y siguiendo siempre las especificaciones del fabricante.

Los factores de riesgo laboral pueden clasificarse en los siguientes grupos [Cortes 2002]:

- Factores o condiciones de seguridad → condiciones materiales y estructurales que tienen influencia sobre la accidentalidad.

- Factores de origen físico, químico, biológico o condiciones medioambientales → *agentes físicos* (iluminación, ruido, temperatura, humedad, vibraciones, radiaciones, presión atmosférica, etc.), *agentes químicos* constituidos por materias inertes presentes en el ambiente y *contaminantes biológicos*, constituidos por microorganismos causantes de enfermedades profesionales. De su estudio se encarga la especialidad de la *higiene del trabajo* para prevenir las enfermedades profesionales.

- Factores derivados de las características del trabajo → exigencias que la tarea impone al individuo que las realiza (esfuerzos, manipulación de cargas, posturas de trabajo, etc.) asociadas a cada tipo de actividad y que determinan la carga de trabajo, tanto física, como mental, de cada tipo de tarea, pudiendo dar lugar a la fatiga.

- Factores derivados de la organización del trabajo → factores de organización temporal (jornada y ritmo de trabajo, trabajo a turnos, etc.) y los factores dependientes de la tarea (automatización, posibilidad de promoción, complejidad, monotonía, concentración, iniciativa, etc.).

A lo largo de los años, el ser humano ha evolucionado tecnológicamente, llegando a una sociedad urbana con un elevado desarrollo tecnológico. Este desarrollo ha contribuido a incrementar, los riesgos que los procesos industriales conllevan para la sociedad en general y para el trabajador en particular. La exposición al ruido es uno de los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores a diario en determinados sectores de actividad, sobre todo cuando se utiliza maquinaria para la realización de los trabajos. Probablemente, este riesgo es el de mayor presencia en el sector laboral y menos considerado.

Dado que dedicamos una importante cantidad de tiempo al trabajo, la exposición del trabajador al ruido se debería eliminar o disminuir para así prevenir y evitar daños importantes. Es un error considerar que el ruido es inherente al desempeño de nuestra tarea aunque nos hayamos acostumbrado a su presencia.

2.1. Ruido.

El sonido es la vibración de un medio material (en general el aire) susceptible de ser detectada por el oído, y se propaga a modo de ondas de presión, parecidas a las que se forman en el agua al caer una piedra. La onda es de tipo longitudinal cuando el medio elástico en que se propaga el sonido es el aire y se regenera por variaciones de la presión atmosférica por, sobre y bajo el valor normal, originadas por la fuente de vibración.

La velocidad de propagación del sonido en el aire a 0 °C es de 331 metros por segundo y varía aproximadamente a razón de 0.65 metros por segundo por cada °C de cambio en la temperatura.

El ruido, tal y como lo define la O.M.S., es un "sonido no deseado cuyas consecuencias son una molestia para el público, con riesgo para su salud física y mental". Las características del sonido, que van a hacer diferentes los ruidos, son:

- Frecuencia: es la periodicidad en que se repite una oscilación sonora, es decir, el número de veces que vibra una onda sonora por unidad de tiempo. Se mide en hercios (Hz) y determina el tono. Las frecuencias altas o agudas son más perjudiciales para la salud que las graves.
- Intensidad: es la fuerza de la vibración sonora. Se mide en decibelios (dB) y determina el grado de energía o presión sonora. Nos permite clasificar los sonidos en fuertes o débiles

Existe un límite de tolerancia del oído humano. Entre 100-120 dB, el ruido se hace inconfortable. A las 130 dB se sienten crujidos; de 130 a 140 dB, la sensación se hace dolorosa y a los 160 dB el efecto es devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.

Los efectos del ruido en el hombre se clasifican en:

1) Efectos sobre mecanismo auditivo, los cuales pueden clasificarse de la siguiente forma:

- a. Debidos a un ruido repentino e intenso: corrientemente se deben a explosiones o detonaciones, cuyas ondas de presión rompen el tímpano y dañan, incluso, la cadena de huesillos;
- b. Debidos a un ruido continuo: los efectos en el mecanismo conductor puede ocasionar la fatiga del sistema osteomuscular del oído medio, permitiendo pasar al oído más energía de la que puede resistir el órgano de corti. De esta manera el órgano de corti está en un continuo estado de fatiga y recuperación. Esta recuperación puede presentarse en el momento en que cesa la exposición al ruido, o después de minutos, horas o días. Con la exposición continua, poco a poco se van destruyendo las células ciliadas de la membrana basilar, proceso que no tiene reparación y es por tanto permanente; es por estas razones que el ruido continuo es más nocivo que el intermitente.

2) Efectos generales. Existen, además, otros efectos del ruido, a parte de la pérdida de audición:

- a. Trastornos sobre el aparato digestivo.
- b. Trastornos respiratorios.
- c. Alteraciones en la función visual.
- d. Trastornos cardiovasculares: tensión y frecuencia cardíaca.
- e. Trastorno del sueño, irritabilidad y cansancio.

El ruido lleva implícito un fuerte componente subjetivo. Un mismo sonido puede ser considerado un elemento molesto para unas personas mientras que para otras no. Esto depende de las características del receptor y del momento que se produce el ruido. Algunos factores que pueden influir son la franja horaria en la que se produce, la actividad de la persona en ese momento, el tiempo de exposición, el intervalo entre exposiciones, los antecedentes socioculturales, lo habituada que esté la persona a un determinado ruido, si el ruido es continuo o intermitente, la intensidad y la frecuencia del sonido, la edad del receptor, etc.

Son varios los factores que determinan el grado de nocividad que el ruido produce en el trabajador:

- Tipo de ruido: continuo, aleatorio, de impacto...
- Nivel de intensidad (dB).
- Frecuencia (Hz).
- Distancia al foco o focos sonoros.
- Posición del trabajador respecto al foco/s sonoro/s.
- Tiempo de exposición.
- Intervalo entre las exposiciones.
- Características personales de cada individuo (edad).

Por ello, si se quiere determinar el valor del riesgo de exposición al ruido, habrá que realizar la evaluación de riesgos del puesto del trabajo que, depende del caso, conllevará la realización de mediciones de los niveles de ruido.

2.2. Medición del ruido

La medición de los niveles de ruido es una tarea compleja. El RD 286/2006 establece los parámetros que es necesario medir en el lugar de trabajo, y cuya definición es la siguiente:

- **Nivel de presión acústica, L_p** : El nivel, en dB, dado por la siguiente expresión: donde P_0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales) y P es el valor eficaz de 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).
- **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: donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en pascales.
- **Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, $L_{Aeq T}$** : El nivel, en dB A, dado por la expresión: donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido

- **Nivel de exposición diario equivalente, LAeq,d:** El nivel, en dB A, dado por la expresión: 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 de exposición diario equivalente se calculará según las siguientes expresiones: donde LAeq,Ti es el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A correspondiente al tipo de ruido «i» al que el trabajador está expuesto Ti horas por día, y (LAeq,d)i es el nivel diario equivalente que resultaría si solo existiese dicho tipo de ruido.
- **Nivel de exposición semanal equivalente, LAeq,s:** El nivel, en decibelios A, dado por la expresión: donde «m» es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y LAeq,di es el nivel de exposición diario equivalente correspondiente al día «i».
- **Nivel de pico, Lpico:** Es el nivel, en decibelios, dado por la expresión: donde Ppico es el valor máximo de la presión acústica instantánea (en pascales) a que está expuesto el trabajador, determinado con el filtro de ponderación frecuencial C y P0 es la presión de referencia ($2 \cdot 10^{-5}$ pascales).
- **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 LpA, medido utilizando las características «SLOW» de acuerdo a la norma UNE-EN 60651:1996, es inferior a 5 dB.

Los valores límite de exposición al ruido y valores de exposición que dan lugar a una acción vienen recogidos en el art. 5 del Real Decreto y se muestran en la siguiente tabla:

Valores del RD 286/2006 de exposición al ruido	Nivel de exposición diaria (LAeq,d)	Nivel de pico (Lpico)
Valores límite de exposición	87 dB (A)	140 dB (C)
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	85 dB (A)	137 dB (C)
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dB (A)	135 dB (C)

En ningún caso la exposición del trabajador deberá superar los valores límite de exposición.

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.

Son excepciones, en circunstancias debidamente justificadas y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, 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 equivalente para evaluar los niveles de ruido, a condición de que el nivel de exposición semanal al ruido no sea superior al valor límite de exposición de 87 dB(A) y se adopten medidas adecuadas para reducir al mínimo el riesgo asociado a dichas actividades.

Recogido en el art. 6 del Real Decreto: “El empresario deberá realizar una evaluación basada en la medición de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores... 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”.

Se deberán determinar los valores de nivel de exposición diario equivalente, nivel de pico y nivel de exposición semanal equivalente, a través de los aparatos de medida adecuados, con el fin de determinar si se superan los límites establecidos en esta norma.

Los métodos e instrumentos que se utilicen deberán permitir la determinación del LAeq,d, del Lpico y del LAeq,s, y decidir en cada caso si se han superado los valores establecidos en el artículo 5, teniendo en cuenta, si se trata de la comprobación de los valores límite de exposición, la atenuación procurada por los protectores auditivos. Para ello, dichos métodos e instrumentos deberán adecuarse a las condiciones existentes, teniendo en cuenta, en particular, las características del ruido que se vaya a medir, la duración de la exposición, los factores ambientales y las características de los instrumentos de medición.

La forma de realización de las mediciones, así como su número y duración se efectuará de la siguiente forma:

- Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.
- El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en el presente real decreto. Por ello, cuando uno de los límites o niveles establecidos en el mismo se sitúe dentro del intervalo de incertidumbre del resultado de la medición podrá optarse: a) por suponer que se supera dicho límite o nivel, o b) por incrementar (según el instrumental utilizado) el número de las mediciones (tratando estadísticamente los correspondientes resultados) y/o su duración (llegando, en el límite, a que el tiempo de medición coincida con el de exposición), hasta conseguir la necesaria reducción del intervalo de incertidumbre correspondiente. En el caso de la comparación con los valores límites de exposición, dicho intervalo de incertidumbre deberá estimarse teniendo en cuenta la incertidumbre asociada a la atenuación de los protectores auditivos.

- Las incertidumbres de medición a las que se hace referencia en el apartado anterior se determinarán de conformidad con la práctica metrológica.

Para la medición existen diferentes aparatos para medir el ruido, cada uno de ellos será más adecuado en función de qué valores de ruido se quieran determinar. Es muy importante que los aparatos de medida hayan sido calibrados antes de su utilización con el fin de que los valores obtenidos se acerquen a la realidad lo máximo posible.

Los aparatos de medida utilizados para determinar niveles de ruido son los sonómetros, sonómetros integradores – promediadores y los dosímetros.

El sonómetro es un aparato que mide la presión acústica en cada momento, aplicando filtros y ponderaciones al resultado para asimilarlo al escuchado por el oído humano. Por lo tanto, podrán emplearse únicamente para la medición de nivel de presión acústica ponderado A (LpA) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al LAeq,T de dicho ruido. Los sonómetros se clasifican en función de la precisión, en los siguientes tipos (en base a las normas internacionales):

- **Tipo 0:** sonómetro patrón (máxima precisión).
- **Tipo 1:** sonómetro de precisión (gran precisión).
- **Tipo 2:** sonómetro de uso general (precisión media).
- **Tipo 3:** sonómetro de inspección (baja precisión).

Los sonómetros están formados por los siguientes elementos:

- Un micrófono: recibe las variaciones de presión sonora y las convierte en señales eléctricas equivalentes. Suele ir protegido por una espuma de poliuretano para evitar el deterioro.
- Componentes eléctricos y electrónicos: amplifican y procesan las señales, retienen resultados, etc.
- Uno o varios filtros: redes de ponderación de frecuencia.
- Un detector: determina el valor de pico para ruidos de impacto.
- Una pantalla: visualizador analógico o digital que muestra los resultados.

- Una carcasa de protección: equipada con varios mandos y, en ocasiones, salidas para conectar el sonómetro a otros aparatos.

El sonómetro integrador-promediador, con respecto al anterior, tiene la ventaja de que permite variar el tiempo de medida desde segundos hasta horas. Podrán emplearse para la medición del $L_{Aeq,T}$ de cualquier tipo de ruido.

El dosímetro personal es un medidor personal de exposición al ruido. Se recomiendan cuando los trabajadores se mueven en ambientes acústicos muy diversos durante la jornada laboral porque el trabajador puede llevarlo consigo. Podrán ser utilizados para la medición del nivel de exposición diario equivalente.

El empresario debe garantizar que, en ningún caso, la exposición del trabajador supere los valores límite de exposición: en ningún momento se produzca una exposición a un L_{pico} superior a 140 dB(C); en ninguna jornada de trabajo se produzca una exposición a un $L_{Aeq,Ti}$ superior a 87 dB(A) y (en caso de empresas con variaciones de niveles de ruido importantes en los diferentes días de la semana), que no exista ninguna semana que dé lugar a una exposición cuyo $L_{Aeq,s}$ sea superior a 87 dB(A). El L_{Aeq} depende del tiempo de exposición. En la siguiente tabla se establecen los tiempos máximos que el trabajador puede estar expuesto a determinados niveles de ruido para alcanzar un L_{Aeq} de 87 dB(A) (valor límite de exposición):

Tiempo máximo de exposición al ruido para alcanzar un nivel equivalente diario de 87 dB(A)	
L_{Aeq} dB(A)	Tiempo máximo de exposición
87	8 horas
90	4 horas
93	2 horas
96	1 hora
99	30 minutos
102	15 minutos
105	7 ½ minutos
112	1 ½ minutos
117	½ minuto
120	15 segundos

La exposición durante 8 horas del día a ruidos por encima de 85-90 dB es potencialmente peligrosa. Al principio el oído es capaz de recuperarse después de unas horas lejos de esos niveles sonoros, pero después de un tiempo (6-12 meses), la recuperación no llega a ser completa y el daño es permanente. Además, la aparición de zumbidos transitorios es un síntoma bastante común en este tipo de personas. Este zumbido debe ser considerado como una advertencia de la exposición excesiva al ruido.

Los niveles del ruido pueden disminuir utilizando absorbentes, silenciadores y/o deflectores en la zona donde se ubica el equipo y equipos protectores personales (tapones, orejeras) por parte del trabajador. En situaciones en las que los métodos técnicos son insuficientes, la exposición del ruido puede reducirse situando al trabajador en puestos lejanos a la fuente sonora y limitando el tiempo de estancia en el ambiente ruidoso.

Para los trabajos que exigen una cierta concentración y una comunicación verbal frecuente, el ruido puede ser un verdadero problema, no en el aspecto de pérdida de audición, sino en el de confort. Los niveles de ruido a partir de los cuales se considera que pueden provocar disconfort en estos puestos de trabajo se sitúan entre los 55 y 65 dB (A). Por ello cuando los

niveles de ruido sean moderados (menores de 80 dBA), se tendrá muy en cuenta si existe un estudio higiénico previo pues proporcionaría datos muy interesantes, como por ejemplo, mapas de ruido, protección auditiva si es necesaria, etc., que serán de gran utilidad para abordar el problema.

El diagnóstico del problema de ruido, su estudio y la implantación de las medidas de control del ruido se desarrollarán en colaboración con las partes implicadas de los diferentes estamentos de la empresa: la dirección, comité de seguridad y salud, departamento de compras, servicio médico, mantenimiento, departamentos de producción y procesos, personal técnico, sindicatos y, obviamente, los trabajadores. El éxito del control del ruido depende de la implicación y compromiso activo de todos ellos.

Existen otros documentos, que aunque no tengan carácter legislativo si tienen cierto carácter de oficialidad. El *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* publica una serie de *Normas Técnicas de Prevención (NTP)*, que vienen a unificar criterios que no se encuentran suficientemente desarrollados en los anexos de los diferentes textos legislativos.

Las normas técnicas de prevención sirven de *guías técnicas* con las que llevar a cabo las acciones no suficientemente definidas en los documentos legislativos.

Las NTP que existen actualmente en relación con el ruido en el trabajo se enumeran en la siguiente tabla:

Tabla 3. 18. Normas Técnica de Prevención en vigor con relación al ruido en el puesto de trabajo.

NTP Nº	TÍTULO
NTP-270	Evaluación de la exposición al ruido. Determinación de niveles representativos.
NTP-284	Audiometría tonal liminar: exploraciones previas y vía aérea.
NTP-285	Audiometría tonal liminar: vía ósea y enmascaramiento.
NTP-287	Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico.
NTP-366	Envejecimiento y trabajo: audición y motricidad
NTP-503	Confort acústico: el ruido en oficinas
NTP-638	Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.

2.3. Ruido en el laboratorio clínico

La innovación tecnológica en el campo de los análisis clínicos, ha generado un aumento en la automatización de los procesos realizados en los laboratorios clínicos. Esto ha llevado a aumentar el número de analizadores (maquinaria) que se utilizan en los laboratorios clínicos, generando a su vez unos importantes niveles de ruidos, los cuales deben ser evaluados periódicamente cuando cambien las condiciones de trabajo (bien por el cambio o introducción de nuevos analizadores) y siempre que se detecten daños para la salud. Por ello el laboratorio, como lugar de trabajo también puede afectar la salud de los trabajadores, no solo disminuyendo la capacidad de audición, sino que también causa fatiga nerviosa y esto influye en la capacidad de concentración de las personas y por lo tanto, pueden producir accidentes y errores en el procesamiento de las muestras de los pacientes.

En un laboratorio clínico es importante garantizar la calidad de los resultados de los análisis realizados. Actualmente hay una tendencia de hablar de calidad dentro de los procesos de atención a los pacientes. Para garantizar esta calidad, es importante estudiar las condiciones laborales del personal que realiza los análisis. Si estos no cuentan con las condiciones adecuadas, posiblemente no tenga un rendimiento idóneo y no puedan dar esa calidad que se demanda. En este aspecto van a influir varios factores que se deben tomar en cuenta.

Por lo tanto evaluar el riesgo producido por el ruido es una manera importante de prevenir accidentes y errores, pues si se identifican los riesgos, se pueden establecer propuestas que los disminuyan o eliminen. Por todo ello surge el este estudio para evaluar uno de estos factores de riesgo, en concreto el ruido, que afecta a los trabajadores de un laboratorio clínico, para poder disminuirlos o eliminarlos, con el beneficio de mejorar el ambiente laboral del personal.



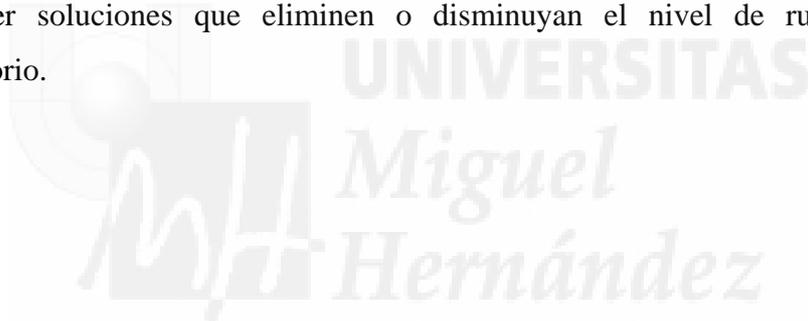
3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

- Conocer y saber aplicar los criterios legales y técnicos para la evaluación de riesgos higiénicos por exposición a ruido en un laboratorio clínico.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar mapa de ruido del laboratorio.
- Valorar el grado de cumplimiento de la normativa en lo relativo al ruido en el lugar de trabajo.
- Analizar las implicaciones técnicas y humanas en su desempeño debido a los niveles de ruido.
- Proponer soluciones que eliminen o disminuyan el nivel de ruido dentro del laboratorio.





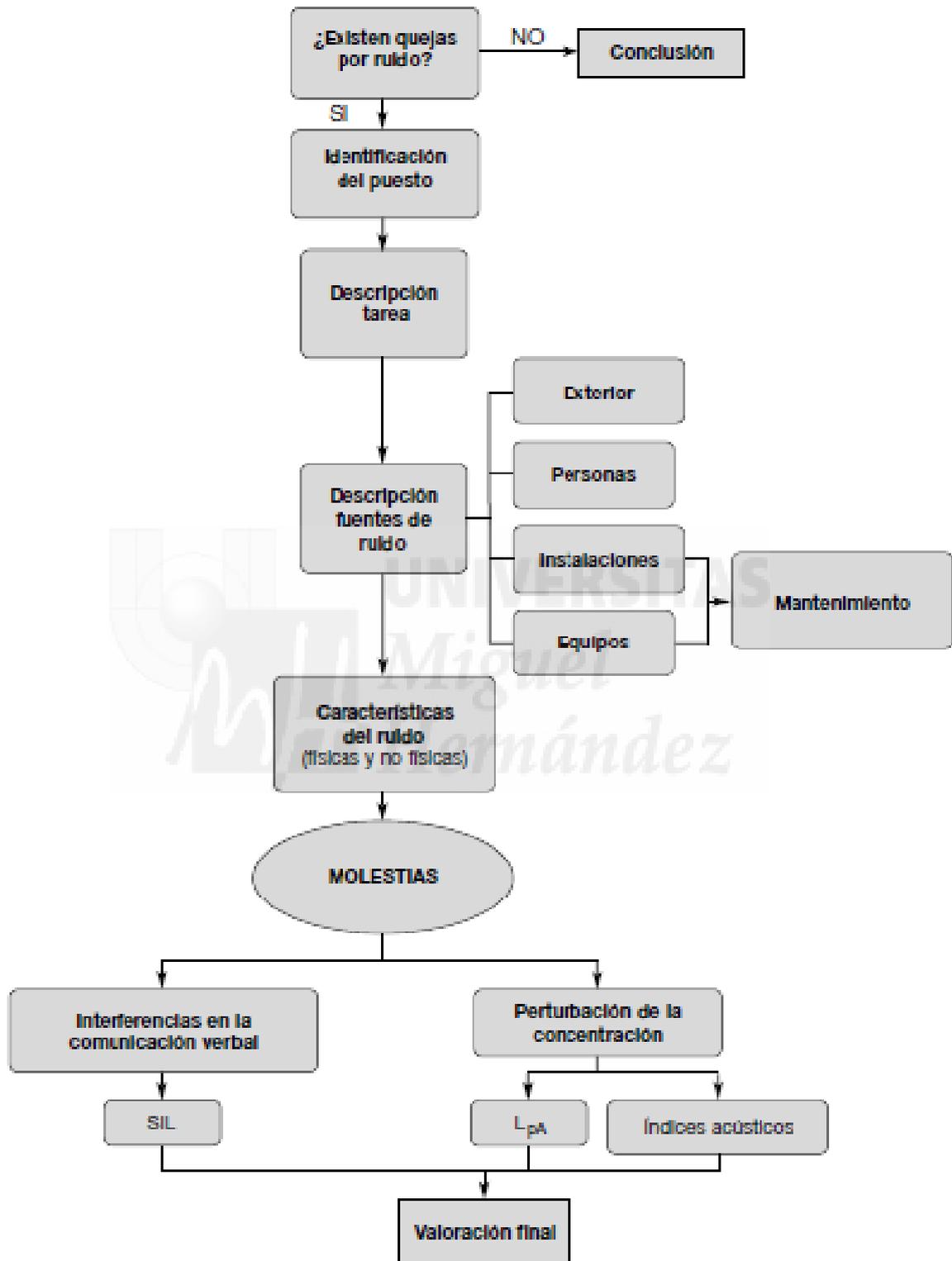
4. MATERIAL Y MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN Y VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN A RUIDO

El primer paso en el análisis de un problema de ruido es la identificación de la fuente de ruido crítica. Para ello, los trabajadores serán las principales fuentes de información. Es frecuente que las quejas por ruido estén relacionadas con una fuente concreta, por lo que las mediciones y las acciones correctoras se deberían centrar en esa fuente, ya que cualquier acción tomada sobre otras fuentes, probablemente, no conseguiría una mejora sustancial.

El segundo paso consistirá en determinar qué factores definen que un ruido sea considerado molesto, afecte a la concentración o interfiera en la comunicación. En algunas ocasiones, el problema se limita a la existencia de niveles de presión sonora excesivamente elevados, por lo que la medición del nivel de ruido continuo equivalente podría ser suficiente; en otras, será necesario conocer el espectro de frecuencia del ruido; pero en la mayor parte de las ocasiones, las mediciones del ruido deberán ser complementadas con el estudio de aspectos no físicos para determinar el grado de molestia que ocasiona el ruido, por ejemplo, el tipo de tarea, el grado de distracción que supone el ruido, su contenido en información o la actitud de las personas frente al ruido.

En cualquier lugar existe ruido que llega hasta las personas desde varias fuentes y a través de varias vías. El ruido emitido por una fuente se propaga en todas las direcciones y, en su camino, puede llegar directamente al receptor, ser parcialmente absorbido, transmitido y/o reflejado por los obstáculos que se encuentra en su camino. Además, el nivel de presión sonora que existe en un recinto depende de las fuentes de ruido y de las características acústicas y geométricas del local. Para definir el ruido, será preciso realizar mediciones, las cuales se valoraran con los métodos descritos en las normas técnicas como son UNE e ISO y documentación del INSHT para el estudio de las molestias por el ruido y la interferencia sobre la conversación.

El esquema del procedimiento a seguir será:



4.1. ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD DEL LABORATORIO CLÍNICO

4.1.1. Descripción de la actividad.

El laboratorio clínico procesa diariamente unas 1500 muestras de sangre de pacientes ingresados en el hospital, pacientes de consultas externas y pacientes de centros de salud periféricos. Su horario de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 a 15:00 horario ordinario.

4.1.2. Descripción del centro de trabajo.

Las dimensiones del laboratorio son de unos 190 m² de superficie y 2,30 metros de altura, en una misma planta. En esta superficie se encuentran diferentes analizadores: 4 analizadores de bioquímica, 5 de inmunoquímica, 2 analizadores de urianálisis y un modular preanalítico.

El laboratorio posee una pared exterior dotada de grandes ventanales con acristalamiento simple, otra de las paredes se encuentra prácticamente cubierta por un armario metálico y las otras dos sin ningún elemento. Las paredes y el suelo están formados por lozas de azulejos y el techo por placas de escayola.

Las fuentes de ruido en el laboratorio de análisis clínicos son, fundamentalmente, las centrifugas, autoanalizadores e impresoras. Los trabajadores se encuentran expuestos a este tipo de ruido durante el tiempo que se procesan muestras de sangre y orina, que generalmente es toda la jornada. En la actividad se mantienen conversaciones de trabajo que podrían estar interferidas por el ruido existente.

4.1.3. Descripción de los puestos de trabajo

El área del laboratorio se define en el siguiente plano (línea roja) (figura 1) donde se han numerado los diferentes puestos de trabajo que existen.

Figura 1: plano del laboratorio

Puesto 1 → preanalítica.

Este puesto se sitúa en un espacio entre el analizador preanalítico (c8100) y una mesa de trabajo donde se sitúa el material para recargar el analizador y las muestras de sangre que hay que procesar (figura 2).

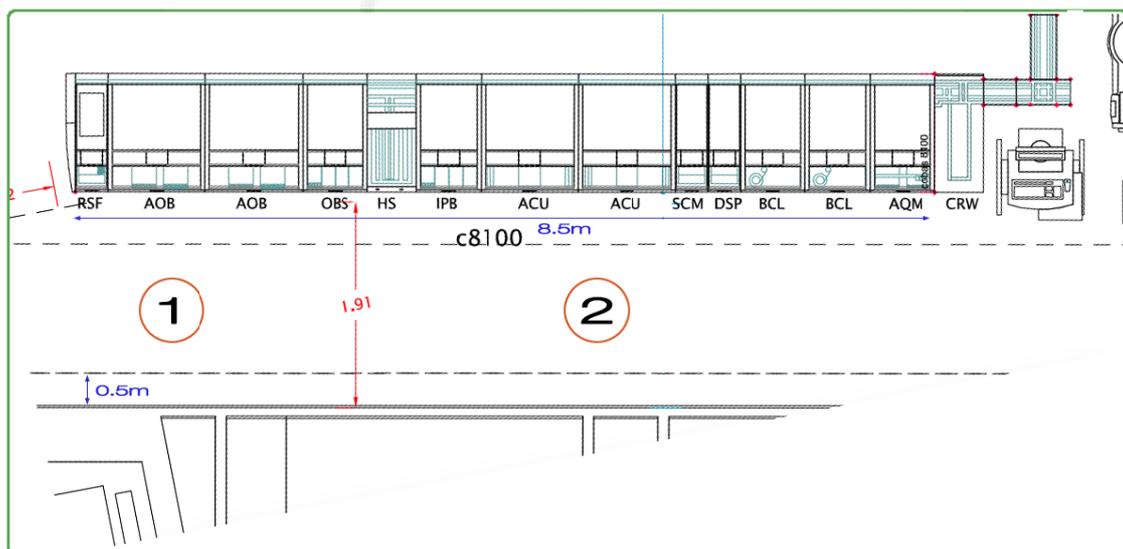


Figura 2: Zona de trabajo del puesto 1.

La mesa de trabajo tiene una anchura de 0.5m, que restado al 1.91m que queda entre el analizador y la pared, deja un área de trabajo de $1.41\text{m} \times 8.5\text{m} = 11.9 \text{ m}^2$. En esta área de trabajo se encuentran, realizando la tarea descrita anteriormente, 2 trabajadores (1 y 2).

La tarea de los trabajadores que se encuentran en este puesto, es la de introducción de muestras en el modular preanalítico a través de la estación de entrada y recogida de muestras de la estación de salida, reposición de consumibles, donde hay que reponer tanto puntas, como racks, tapones, etiquetas en diferentes módulos y también eliminar los desechos de tapones que genera el modular y resolución de las incidencias que se dan en las muestras y en el propio modular analítico. Esta es una tarea que se realiza a lo largo de toda la jornada de trabajo, desde que llega al laboratorio el primer tubo de sangre hasta que se procesa el último, parando la media hora del almuerzo.

El analizador preanalítico (figura 3) es una colección de módulos interconectados para procesamiento y transporte de muestras de sangre de pacientes. El sistema puede centrifugar las muestras (si estas no se han centrifugado previamente en la parte de recepción de muestras), retirar e insertar los tapones de los tubos de muestra, aplicar etiquetas de código de barras a los tubos secundarios (alícuotas), y preparar alícuotas a partir de las muestras primarias. Posteriormente clasifica las muestras para su análisis en línea o fuera de línea. El sistema transporta las distintas muestras individuales entre los módulos a través de correas, y las muestras que procesa en línea las transporta a los diferentes analizadores conectados utilizando racks de 5 muestras a través de cintas transportadoras. En cada uno de los módulos encontramos unos brazos robóticos que sirven para coger los tubos de manera individual, destaponar, taponar, o realizar alícuotas.

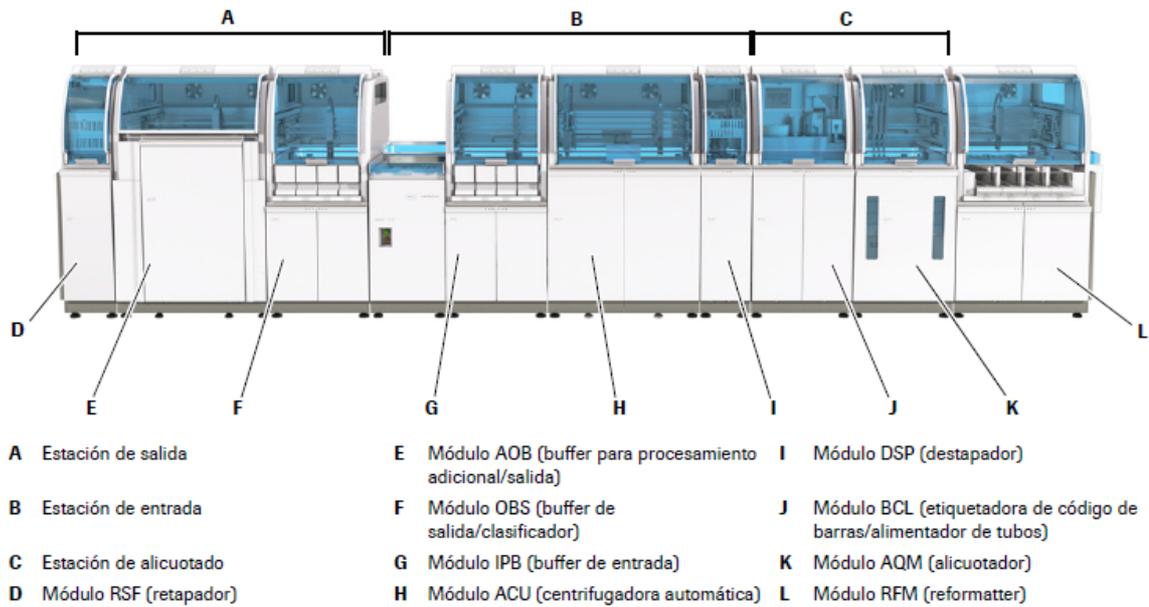


Figura 3: modular preanalítico

El flujo de muestras dentro del analizador preanalítico a través de las cintas transportadoras, es el siguiente:

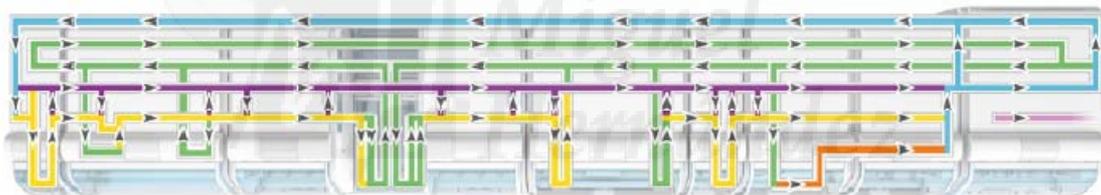


Figura 4: flujo muestras modular preanalítico

El analizador preanalítico cumple con la directiva Europea de productos sanitarios para diagnósticos IVD 98/79/CE.

La principal fuente de emisión de ruido es la que proviene del analizador preanalítico que produce al procesar los tubos de sangre. Este ruido es continuo ya que depende de las muestras que se van introduciendo en el analizador preanalítico, y estas están continuamente llegando a lo largo de toda la jornada de trabajo. Hay que tener en cuenta que los diferentes módulos trabajan a la vez y tienen un flujo continuo de muestras. El ruido producido en este modular preanalítico es la suma del ruido producido por el avance de las distintas cintas transportadoras y del ruido producido por el movimiento, al mismo tiempo, de cada uno de los brazos robóticos de los distintos módulos.

Puesto 2 → urgencias.

Este puesto se sitúa en la parte trasera del analizador preanalítico (que es donde se encuentran las diferentes citas transportadoras) y en él se maneja un analizador de bioquímica e inmunoquímica (c8000) donde se realizan las muestras del laboratorio de urgencias.

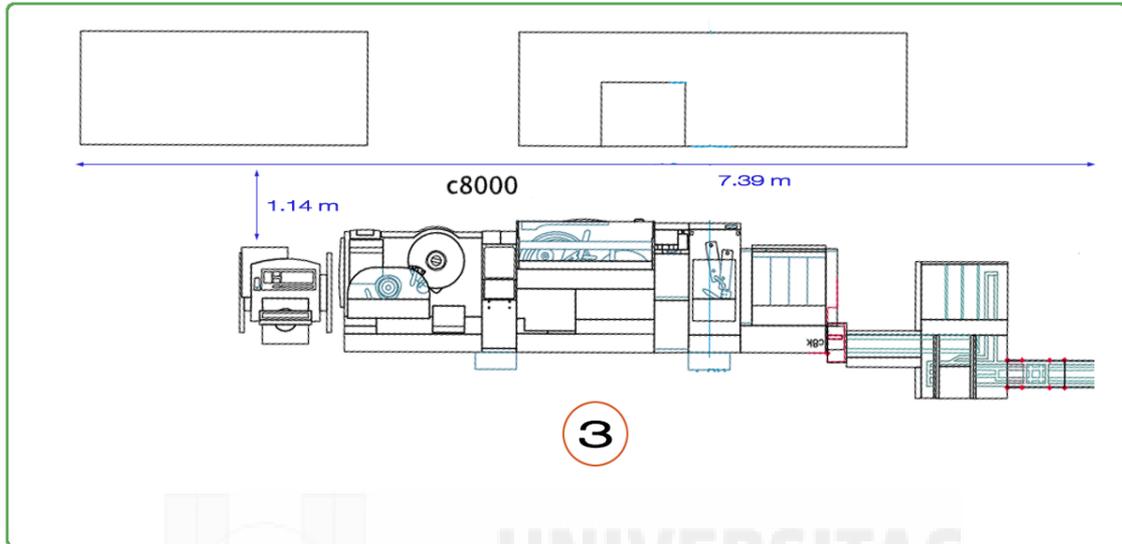


Figura 5: Zona de trabajo del puesto 2.

El área de esta zona de trabajo es de $7.39\text{m} \times 1.14\text{m} = 8.43\text{m}^2$, y en ella se encuentra un solo trabajador (3).

La tarea de este puesto de trabajo, es la de procesamiento de controles y muestras en el analizador, sacar las muestras finalizadas de la zona de salida y en un ordenador situado en ese puesto revisar las muestras que salen y una vez finalizadas archivarlas en bandejas de forma manual. También se revisan las diferentes alarmas que se producen en el analizador y se reponen los consumibles que va solicitando el analizador.

Este analizador tiene un módulo de entrada manual, a través del cual se introducen las muestras colocadas en racks y el analizador las introduce para su procesamiento a través de cintas transportadoras y haciéndose uso de palas que van empujando el rack hacia las diferentes zonas del analizador. Además en este analizador, también se derivan de forma automática alícuotas que proceden del modular preanalítico. Dentro del analizador encontramos diferentes brazos que se encargan de pipetear las muestras y los reactivos

(figura 6). El continuo movimiento tanto de las cintas transportadoras, palas y pipetas genera un ruido continuo a lo largo de la jornada laboral.



Figura 6: analizador bioquímica

Puesto 3 → zona de orinas.

Este puesto de trabajo se encarga de procesar las muestras de orina tanto de urgencias como de rutina para el estudio del sedimento. En esta zona se encuentran dos analizadores automatizados de orina.

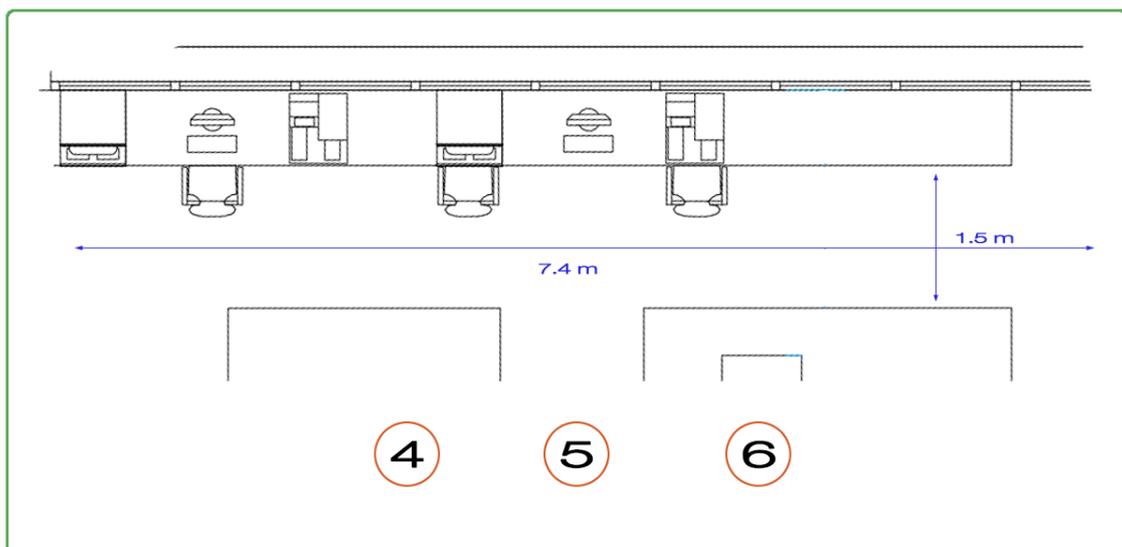


Figura 7: Zona del puesto 3

El área de trabajo de esta zona es de $7.4\text{m} \times 1.5\text{m} = 11.1\text{m}^2$ y en ella se encuentran 3 trabajadores (4,5 y 6).

Puesto 4 → bioquímica de rutina.

En este puesto se encuentran dos analizadores de bioquímica situados de forma paralela entre ellos y perpendicular al analizador de bioquímica e inmunoquímica de urgencias.

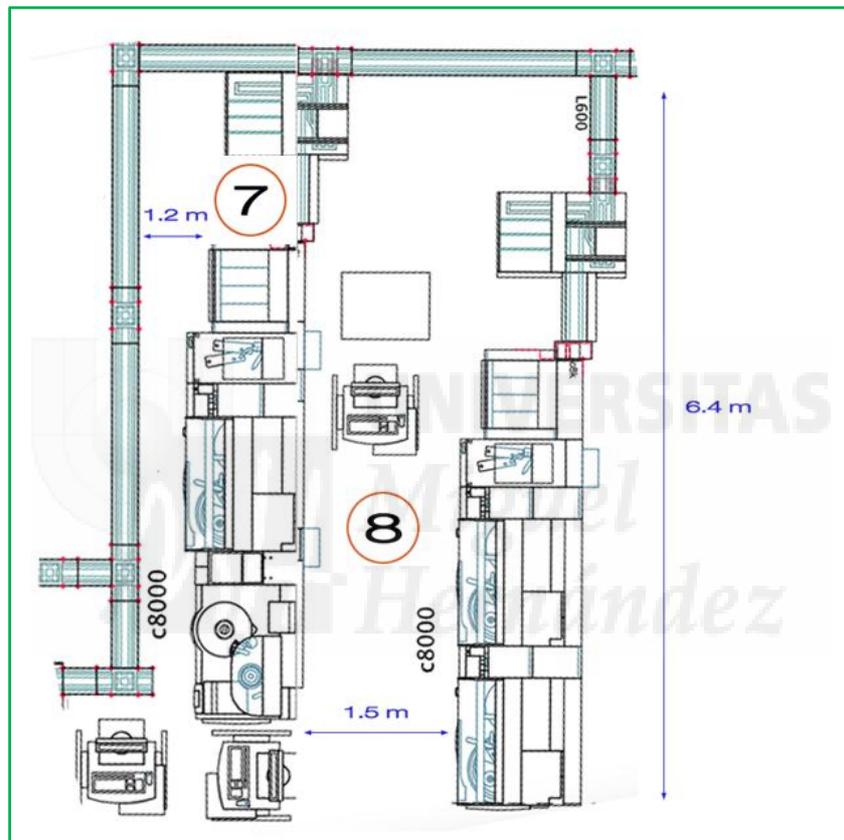


Figura 8: Zona del puesto 4

El área de trabajo de este puesto es de $6.4\text{m} \times 2.7\text{m} = 17.28\text{m}^2$, y en ella se encuentran 2 trabajadores (7 y 8).

Los analizadores de bioquímica (c8000), están conectados a través de cintas transportadoras al modular preanalítico, a través de los cuales van entrando las muestras de forma automática, aunque también se procesan muestras de forma manual. La tarea de este puesto de trabajo es la misma que la realizada en el puesto de urgencias, pero en muestras de rutina donde el volumen de trabajo es muy superior al del puesto de

urgencias. En este puesto de trabajo no se realiza un archivo de muestras manual, ya que existe un puesto de trabajo específico de almacenamiento automatizado, para muestras de rutina.

Puesto 5 → inmunoquímica.

En este puesto de trabajo se encuentran tres módulos de inmunoquímica donde se procesan tanto muestras de urgencias como de rutina (figura 9).

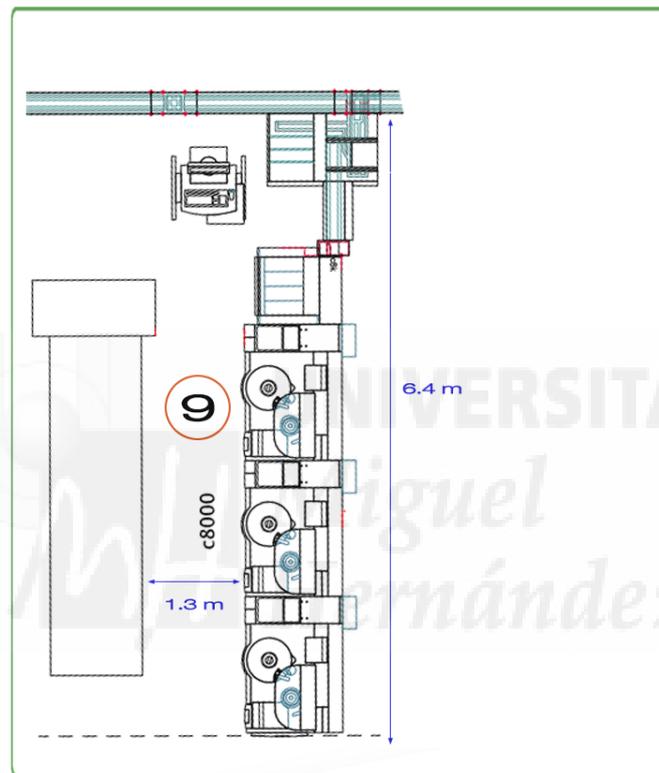


Figura 9: Zona del puesto 5

Esta zona abarca un área de trabajo de $6.4\text{m} \times 1.3\text{m} = 8.32\text{m}^2$, y en ella se encuentra un trabajador (9).

Estos módulos de inmunoquímica, trabajan de manera similar a los analizadores de bioquímica. Tienen una entrada automática de alícuotas que vienen del modular preanalítico a través de las cintas transportadoras, que recorren prácticamente todo el laboratorio, y una entrada manual de muestras. Los tres módulos trabajan a la vez ya que procesan pruebas diferentes. Este analizador se encuentra trabajando continuamente

hasta las 6 de la tarde, ya que las pruebas que realizan requieren un tiempo de procesamiento mayor que las pruebas de bioquímica.

La función del trabajador en este puesto de trabajo, es la de procesamiento de controles y muestras, reposición de material fungible y retirada de desechos, así como la resolución de incidencias tanto de muestras como del mecanismo del analizador.

Puesto 6 → seroteca.

En este puesto se encuentra una nevera automática (figura 10), que contiene una zona refrigerada donde se encuentran los tubos en gradillas y otra zona que es donde se introducen los tubos y dos brazos gigantes van taponando y guardando tubo a tubo en las gradillas. La nevera tiene asociada varios compresores, los cuales van enchufándose periódicamente a lo largo de la jornada de trabajo.



Figura 10: nevera

Esta zona de trabajo (figura 11) abarca un área de $6.4\text{m} \times 1.5\text{m} = 9,6 \text{ m}^2$, y se encuentra un trabajador (10).

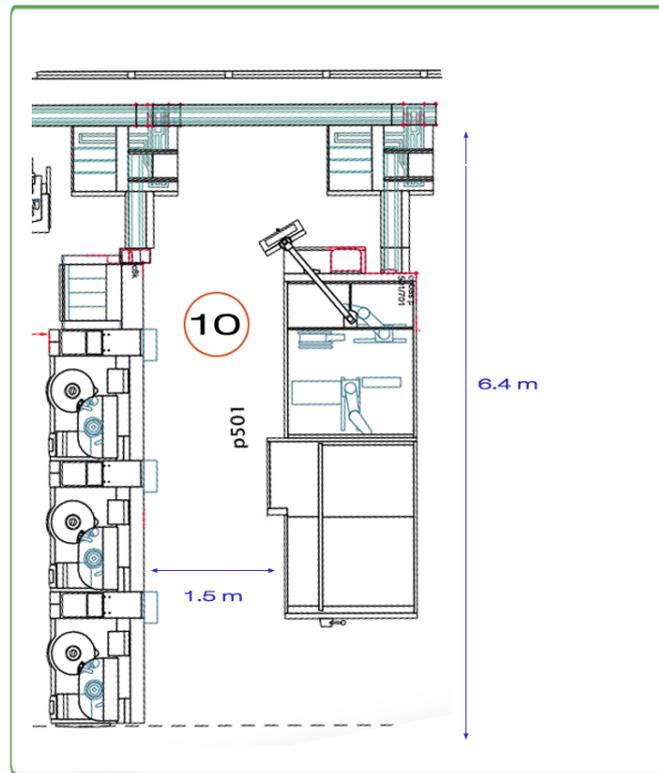


Figura 11: Zona del puesto 6

Como vemos, los 10 trabajadores del laboratorio tienen unas tareas definidas para cada puesto de trabajo dentro del laboratorio. Tenemos un patrón de trabajo de un puesto fijo donde se realizan varias operaciones cíclicas a lo largo de la jornada de trabajo. Según la tabla 4 del NTP 951 la estrategia de medición recomendada es la basada en la tarea.

4.2. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE MEDICIÓN

La Norma UNE EN ISO 9612:2009 propone tres estrategias de medición (tareas, puesto de trabajo (función) o jornada completa) de cara a garantizar la representatividad de una medición de la exposición al ruido, aportando también los cálculos necesarios para la obtención de las correspondientes incertidumbres. Las tres estrategias de medición desarrolladas para la determinación de la exposición al ruido en el trabajo son:

a) Basada en la tarea: el trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente.

b) Basada en el puesto de trabajo (función): la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un GEH.

c) Jornada completa: la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral.

4.2.1. Estrategia basada en la tarea

La jornada de trabajo nominal estudiada debe poder dividirse en tareas u operaciones diferentes y concretas, de manera que durante la realización de cada una de ellas el trabajador tenga una exposición al ruido similar, es decir, que se obtengan valores de LAeq,T homogéneos. Esto es lo que ocurre en cada uno de los puestos de trabajo, ya que a lo largo de toda la jornada de trabajo están procesándose las muestras de sangre por lo que el ruido de los distintos analizadores es continuo.

Las claves del enfoque por tareas son las siguientes:

- Amplio y profundo conocimiento de las condiciones de trabajo.
- Tener en cuenta los posibles episodios de exposición a ruido significativos y asegurarse de que están incluidos en las tareas definidas y en los períodos de medición.
- La estimación de la duración de la tarea es fundamental y es un factor de incertidumbre a calcular posteriormente.
- Tiempos de medición cortos, menor esfuerzo de medición que las otras estrategias.

Duración de la tarea

La duración de la tarea puede ser estimada a partir de la información obtenida de los trabajadores y demás personal entrevistado o bien puede medirse tras repetidas observaciones.

Para cada tarea, m , se medirá el LAeq,T,m correspondiente. La duración de cada medición se prolongará lo suficiente como para que sea ésta representativa de la exposición al ruido durante el desarrollo de la tarea en cuestión.

En cuanto al número de mediciones a realizar, la norma considera que deben llevarse a cabo, al menos, 3 medidas. Atendiendo a los resultados de estas 3 mediciones, si los valores difieren en 3 dB o más se deberá:

- a) Llevar a cabo 3 o más mediciones de la tarea,
- b) o bien revisar la definición de las tareas y subdividir en tareas más sencillas,
- c) o bien repetir las medidas pero con mayores tiempos de medición.

Con ello lo que se pretende es reducir la incertidumbre asociada.

4.3. MEDICIÓN

Para llevar a cabo las mediciones de ruido existentes en cada puesto de trabajo, a efectos de compararlo con los límites o niveles establecidos en el RD 286/2006 y poder decidir sobre las medidas preventivas adecuadas a adoptar, se utilizó un sonómetro integrador-promediador marca Casella Cel, modelo CEL-400 Serie 450/490 (Nº de serie: 015420). Este sonómetro realiza inspecciones de ruido in-situ y monitoriza la exposición personal al ruido conforme a los estándares europeos ISO o americanos OSHA y DOD.

Se realizó una calibración acústica del micrófono antes y después de realizar las mediciones. Para ello se utilizó un calibrador CASELLA CEL modelo 110/1 Clase 1, un nivel nominal de 114,0 dB a 1 kHz. Una vez calibrado el sonómetro se realizaron las diferentes medidas en cada uno de los puestos de trabajo. Para ello se colocó el sonómetro a la altura del oído del trabajador y se mantuvo separado del cuerpo del operario. Se midió el LAeq,d en dB y el Lpico en dB. Se realizaron 3 medidas de 5 minutos en cada uno de los puestos de trabajo.

El tiempo de exposición es de 7 horas por jornada de trabajo (en el puesto y realizando sus tareas específicas), con un descanso de 30 minutos en una sala separada del puesto de trabajo (exposición al ruido en la misma menor a 80dB A), lo que hace un total de 6,5 horas por jornada (5 días a la semana). El tiempo de descanso ha sido tenido en cuenta a la hora de los cálculos.

4.4. EVALUACIÓN TRABAJADORES

Por todo lo anteriormente expuesto, lo primero a valorar en este trabajo es la opinión del trabajador para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en la tarea. Lo primero es conocer si existen quejas por ruido en el lugar de trabajo y aplicar un cuestionario para obtener información sobre las condiciones de trabajo, mediante la descripción de la tarea y la caracterización del ruido (aspectos físicos y no físicos) y de su procedencia.

Este cuestionario es de aplicación cuando los niveles de ruido sean moderados (menores de 80 dBA) y se tendrá muy en cuenta si existe un estudio higiénico previo pues proporcionaría datos muy interesantes, como por ejemplo, mapas de ruido, protección auditiva si es necesaria, etc., que serán de gran utilidad para abordar el problema.

El diagnóstico del problema de ruido, su estudio y la implantación de las medidas de control del ruido se desarrollarán en colaboración con las partes implicadas de los diferentes estamentos de la empresa: la dirección, comité de seguridad y salud, departamento de compras, servicio médico, mantenimiento, departamentos de producción y procesos, personal técnico, sindicatos y, obviamente, los trabajadores. El éxito del control del ruido dependerá de la implicación y compromiso activo de todos ellos.

En nuestro laboratorio se produjo una queja por ruido tras la instalación de un nuevo analizador preanalítico, que fue remitida al servicio de prevención del hospital. Para conocer más a fondo el problema se pidió rellenar un cuestionario a los trabajadores. En la aplicación del presente cuestionario (anexo I) se valora especialmente la opinión del trabajador para determinar cómo interfiere y afecta el ruido en su tarea y de sus resultados se obtendrá información sobre las condiciones de trabajo, la caracterización del ruido (aspectos físicos y no físicos) y su procedencia.

4.5. MAPAS DE RUIDO AMBIENTAL

Se entiende por mapa de ruido ambiental, una proyección espacial de datos de un determinado índice de ruido, presentado en forma de contornos, que ilustra la distribución de niveles sonoros en el espacio y en el tiempo. Responden a datos obtenidos en mediciones simultáneas y en continuo, en diferentes puntos de la zona. Los mapas de ruido ambiental se conocen también como mapas de niveles sonoros, representados a través de isófonas, elaborados a partir de los niveles de ruido calculados en puntos receptores a lo largo de la zona de estudio, previamente delimitada.

El objetivo de este procedimiento de medida es el de realizar un muestreo en varias posiciones de medida con la finalidad de estudiar la variación espacio-temporal de los niveles sonoros. Este procedimiento de medida es aplicable para caracterizar áreas en donde los trabajadores no se encuentran presentes en una localización fija, pudiendo moverse por todo el área de estudio.

Estos mapas de ruido pueden servir para identificar zonas con elevados niveles de presión sonora, las causas de los mismos, zonas de bajo nivel de ruido en donde el personal pueda desplazarse con el fin de reducir exposiciones innecesarias, señalar zonas con obligatoriedad de uso de protección auditiva, etc.

Mediante estas herramientas, los encargados de la gestión de la PRL de la empresa pueden disponer de una representación espacial de los niveles de ruido en los puestos de trabajo y de esta forma conocer de manera aproximada los niveles a los que se encuentran expuestos los trabajadores.

En esta investigación se va a proceder a realizar un mapa de ruido del laboratorio de análisis clínicos. Al realizar este mapa de ruido, el objetivo es el de efectuar una primera aproximación a la distribución espacial de los niveles sonoros en el entorno laboral, no pretendiendo conocer los niveles exactos en cada uno de los puntos del espacio ni los niveles reales de exposición al ruido al que pueda estar expuesto cada trabajador.

Primeramente, se analizó toda el área del laboratorio para realizar un primer diseño espacial de los puntos de medida. El segundo paso consistió en redefinir la situación de los puntos de medida, con la intención de que dichos puntos presentaran una elevada significación, realizando un mayor número de medidas en aquellos lugares donde la probabilidad de presencia de trabajadores fuese elevada.





5. RESULTADOS

5.1. Opinión trabajadores

Para contemplar la situación percibida por los trabajadores y establecer una correspondencia entre ésta y los métodos que mejor la describen, se recogió la opinión de estos mediante una encuesta (Anexo I). La plantilla del laboratorio está compuesta por 10 trabajadores, todos ellos fueron técnicos de laboratorio (TEL) que se encuentran al mando de alguno de los analizadores del laboratorio.

El cuestionario elaborado por el INSHT y denominado “Ruido: Evaluación y Acondicionamiento ergonómico” consta de una serie de preguntas, que les fueron formuladas a los trabajadores in situ. Este cuestionario es una herramienta de gran utilidad para el técnico de prevención de riesgos laborales en la identificación de posibles fuentes de ruido y evaluación de la exposición de los trabajadores. Las 4 primeras preguntas son genéricas del y sirvieron para conocer mejor las tareas realizadas en el laboratorio y las diferentes fuentes de ruido. El resto de preguntas fueron contestadas por cada trabajador de forma individual.

1. Características de las tareas realizadas

Las tareas de estos TEL, consiste en el procesamiento de muestras de sangre y orina. Este trabajo implica altos niveles de atención, para evitar errores de identificación de tubos, y requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad en las que se debe decidir sobre cómo actuar ante errores de calibración o en los controles de calidad los cuales pueden influir en los resultados de los pacientes. Esta tarea exige una elevada discriminación auditiva ya que los analizadores avisan de algún error grave con la emisión de un sonido, los cuales apenas se discriminan ante todo el ruido del laboratorio. De igual forma el sonido del teléfono, al cual llaman para informarse acerca de los resultados de analíticas o informar acerca de alguna otra incidencia con los tubos, apenas se escucha en el laboratorio.

2. Fuentes del ruido

El ruido del laboratorio es principalmente producido por fuentes ajenas al trabajador, como son los equipos o analizadores de trabajo, impresoras o teléfonos. También es

molesto el ruido procedente de personas, ya que los compañeros se comunican continuamente entre ellos para informar de errores o preguntar sobre el estado de las muestras procesadas. Con el ruido presente en el laboratorio esta comunicación solamente se puede realizar elevando la voz, aumentando así el ruido del laboratorio. El ruido que producen los analizadores es constante desde que se comienza la jornada de trabajo hasta que finaliza.

3. Mantenimiento de equipos-instalaciones

Existe un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e instalaciones llevadas a cabo tanto por el equipo de mantenimiento del hospital, en el caso de instalaciones propias del hospital, como del servicio de la casa comercial que suministra cada uno de los analizadores.

4. Características del ruido

En el laboratorio el nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo, sin sufrir grandes variaciones a lo largo de la jornada. Existe habitualmente ruido de impactos o golpes, que se producen al desmontar algunas de las placas metálicas que cubren a los analizadores, las cuales hay que quitar cuando se produce algún atasco de racks o tubos u otra incidencia. Durante la jornada puede producirse en algún momento un ruido aleatorio e inesperado que puede sobresaltar al trabajador. Los ruidos existentes son de varios tipos, combinados habitualmente (suma del ruido producido por cada analizador de forma individual), sin existir algún tono o frecuencia del ruido predominante.

Porcentualmente se obtuvieron los siguientes resultados de las preguntas individuales realizadas a los 10 trabajadores:

5. Molestias (opinión de los trabajadores)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo: 50% mucho, 40% bastante y 10% regular.

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto → 50% durante toda la jornada y 50% más de media jornada. Todos coinciden en los momentos de mayor ruido se encuentra en el horario de 10 a 14h.

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador → 80% de los trabajadores, la primera fuente de ruido molesto procede de los equipos de trabajo, mientras que a un 20% le molesta más el ruido de las instalaciones. En todos los casos el ruido menos molesto es el procedente del exterior.

6. Perturbación de la concentración mental

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de las tareas → 70% regular, 20% bastante y 10% mucho.

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en las tareas → 20% poco, 20% regular, 50% bastante y 10% mucho.

7. Interferencia en la comunicación verbal.

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo → 20% poco, 20% regular, 30% bastante y 10% mucho.

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor → 20% regular, 40% bastante y 40% mucho.

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía → 40% regular, 40% bastante y 20% mucho.

5.2. Medición ruido

Las medidas fueron realizadas en todos los puestos de trabajo, siendo los más próximos a los analizadores (P1, P2, P3, P4, P5 y P6), donde el ruido tenía más incidencia (ver plano). El parámetro medido fue el $L_{Aeq,T}$. Durante las mediciones los trabajadores mantuvieron algunas conversaciones. Debido al tipo de ruido (continuo y estable), el tiempo de muestreo se ajustó hasta que los valores del nivel de presión sonora se mantuvieron constantes.

Efectuado un estudio previo sobre el tipo de ruido al que está expuesto el trabajador se ha llegado a las siguientes conclusiones: durante la duración de la tarea, el ruido al que se está sometido es periódico. Las mediciones se efectuaron con un sonómetro integrador-promediador utilizando la siguiente metodología: se efectuaron 3 mediciones

de 5 minutos de duración, del nivel equivalente correspondiente al ruido generado en cada puesto de trabajo.

Para calcular el nivel diario equivalente en cada puesto de trabajo, se han seguido las instrucciones marcadas por el RD 286/2006 aplicando la siguiente fórmula.

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\frac{1}{T_j} \sum_{i=1}^{i=m} T_i * 10^{0.1(L_{Aeq,T_i})} \right]$$

Donde Tj es la duración de la jornada laboral en horas/día, habitualmente será de 8 horas, pero en nuestro caso la jornada consta de 7 horas diarias donde 30 minutos son de descanso.

Ti es el tiempo en horas durante el que está expuesto el trabajador a un ruido constante, "i" serán los distintos periodos y los distintos tipos de ruidos a los que está expuesto. Finalmente la fórmula utilizada queda como:

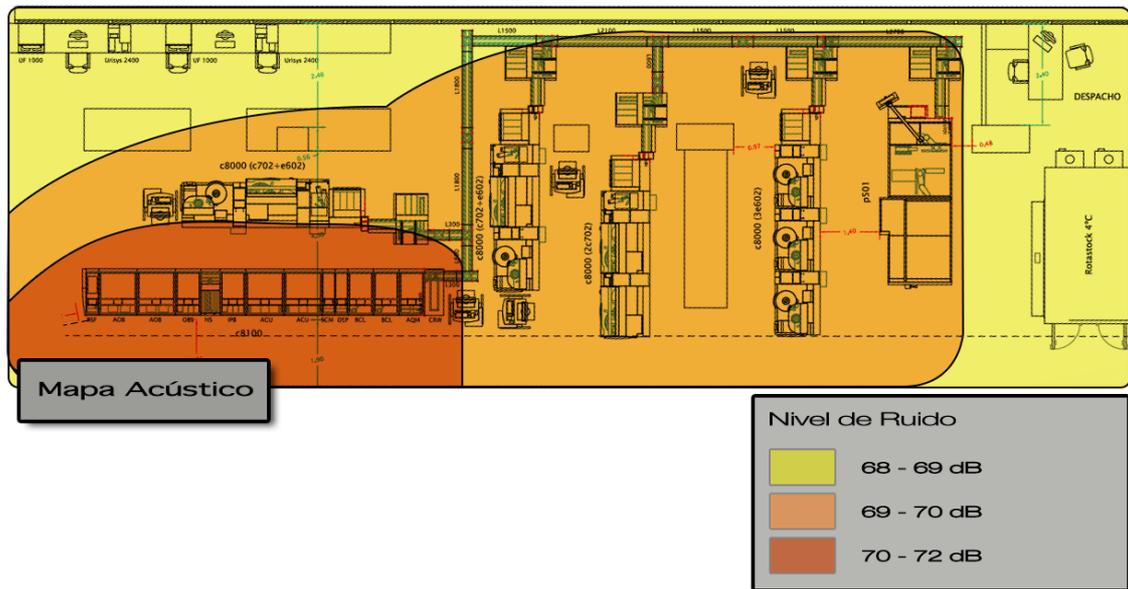
$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \frac{T}{8}$$

Donde en nuestro caso T= 6,5 horas.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

DATOS RECOGIDOS CON EL SONÓMETRO					
PUESTO DE TRABAJO	ANALIZADOR	Texp	L _{Aeq,T} (dBA)	L _{Aeq,D} (dBA)	L _{MAX PICO} (dB)
1	Modular Preanalítico	6,5 h	72.0	71.1	97.6
2	Bioquímica urgencias	6,5 h	69.2	68.3	95.0
3	Orinas	6,5 h	68.5	67.6	92.0
4	Bioquímica rutina	6,5 h	69.0	68.1	95.1
5	Inmunoquímica	6,5 h	69.5	68.6	94.0
6	Nevera	6,5 h	68.6	67.7	92.0

Con las mediciones realizadas, el mapa de ruido del laboratorio quedaría:





6. DISCUSIÓN

Como puede comprobarse a partir de los resultados de la encuesta sobre ruido, los trabajadores indicaron mayoritariamente que el ruido “ocasionaba molestias”, “interfería la comunicación”, “dificultaba la concentración”, “era constante y prolongado en el tiempo” y “provenía de los analizadores”.

La tarea en sí de los trabajadores, no produce un ruido apreciable, es el movimiento de las muestras por los analizadores y el movimiento de los distintos brazos de estos, los que producen el ruido en el laboratorio. Al analizar los datos obtenidos, observamos que en toda la zona del laboratorio el ruido es prácticamente “estable”, ya que permanece esencialmente constante siendo la diferencia entre los valores máximos y mínimo de LpA de las mediciones realizadas inferior a 5 dB ($72 - 68.5 = 4,5$ db), siendo la zona del modular preanalítico la que produce el mayor ruido (72 dB).

El RD 286/2006, estipula 80dB (A) como valor inferior de exposición que dan lugar a una acción, en nuestro caso no se supera dicho valor en ninguno de las zonas del laboratorio. El laboratorio se encuentra en una zona diáfana, donde a lo largo de toda la jornada se encuentra con un ruido estable que produce un discomfort acústico en los trabajadores.

Algunas de las labores de los trabajadores requieren una atención especial para evitar, sobre todo, errores en la identificación de los tubos. El análisis de los controles de calidad que se procesan en los analizadores también requiere una atención y una concentración para decidir si se toma alguna medida correctora ante unos valores u otros. La realización de estas acciones, las cuales requieren una cierta concentración, se llevan a cabo en un ambiente de discomfort acústico que puede dar lugar a los errores “típicos” de los laboratorios clínicos.

Tal y como se indica en el apéndice 3 del RD 286/2006 sobre las molestias debidas al ruido, no es posible determinar, de forma universal, cuál es el nivel de ruido por debajo del cual no se producirán molestias, ya que éstas dependen de múltiples factores, en especial los individuales, de la exigencia de la tarea, de la condiciones físicas del ruido y del diseño del puesto de trabajo.

En cuanto al diseño del puesto de trabajo, que repercute en las condiciones acústicas del laboratorio, estas no se pueden considerar como aceptables, ya que el discomfort acústico afecta de manera similar a cualquiera de los puestos de trabajo. Si analizamos las dimensiones del área de trabajo, observamos que la altura del techo se encuentra muy por debajo de lo establecido por el RD 486/97. En este decreto en su anexo I se especifica las dimensiones mínimas del lugar de trabajo para permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables. Sus dimensiones mínimas serán las siguientes:

- 3 metros de altura desde el piso hasta el techo. No obstante, en oficinas y despachos, la altura podrá reducirse a 2,5 metros.
- 2 metros cuadrados de superficie libre por trabajador.
- 10 metros cúbicos, no ocupados, por trabajador.

El gran número de analizadores y mesas de trabajo que existen en el laboratorio, la baja altura del techo (2.3 m), y la poca porosidad de los materiales de los que se componen las paredes y el suelo (azulejos) del laboratorio, no favorecen la absorción del ruido produciendo así las molestias. Este inadecuado ambiente acústico, es un factor estresante, porque la prolongada exposición genera una presión que, incluso en niveles sonoros bajos, superiores a los 65 dB A, afectan negativamente al comportamiento del trabajador. Según la OMS, se define el intervalo de 35 dB(A) a 65 cB(A) como aquel en que la población considera que el ruido es molesto y perturbador pero en nuestro caso nos encontramos por encima de este nivel pasando a ser un ruido mucho más molesto.

En el apéndice 3 del RD 286/2006 se comentan algunos criterios que se pueden seguir para medir la molestia del ruido, como las Curvas NR (noise rating), PNC (preferred noise criteria), NC (noise criteria) y RC (room criteria) o el criterio SIL para valorar las molestias por interferencia del ruido en la conversación. En nuestro caso se ha realizado la valoración de dicha molestia por medio de cuestionarios directos sobre los trabajadores.

En el RD 286/2006, se dice que cuando la diferencia entre los niveles de ruido máximo y mínimo es menor de 5 dBA se habla de «ruido estable» y éste, en principio, si se encuentra en un nivel aceptable (por debajo de los 55 dBA, para tareas de oficina y aún

por debajo de los 45 dBA, si se requiere mucha concentración), no tiene por qué perturbar el mantenimiento del nivel de atención y concentración necesario. Puesto que en nuestro caso, nos encontramos por encima de esos niveles, y estos producen una molestia en los trabajadores, el RD 286/2006 recomienda adaptar algunas medidas para controlar los niveles de ruido perturbadores.

Medidas correctoras

Puestos que los ruidos que producen el discomfort acústico en el laboratorio, proceden de los equipos de trabajo, es sobre estos sobre los que se debe en principio actuar. En muchos casos es posible solucionar el problema eliminando o sustituyendo los equipos por otros que emitan menos ruido. La elección de los analizadores en un laboratorio, es un proceso que se adjudica a una casa comercial u otra mediante un concurso público, por lo que la opción del cambio de equipos no es una medida que se pueda llevar a cabo para disminuir el ruido del laboratorio.

Si no se pueden eliminar o sustituir las máquinas o equipos de trabajo ruidosos, es posible evitar la transmisión del ruido con una redistribución de dichos equipos, distribuyendo adecuadamente las máquinas (alejando las de paredes y objetos reflectantes), agrupando las máquinas ruidosas, alejando de la fuente de ruido al receptor, aislando la fuente de ruido o al receptor.

Finalmente, se enumeran una serie de medidas correctoras que pueden servir como ejemplo de las acciones que pueden llevarse a cabo, para lograr disminuir el nivel de ruido ambiental, que en el caso estudiado, se encuentra generado por los equipos de trabajo. Éstas son las siguientes:

- Acciones sobre el ruido mecánico de los analizadores

- a. Reducción de la transmisión de las vibraciones, por ejemplo, con elementos elásticos.
- b. Reducción del sonido radiado por una estructura vibratoria, por ejemplo, capas amortiguadoras sobre planchas metálicas finas, planchas metálicas perforadas, revestimiento con material absorbente, sellar las aberturas que no sean necesarias.
- c. Recubrir el analizador con barreras o pantallas aislantes.

d. Sustitución de materiales (siempre que sea posible) que absorban el ruido por ejemplo engranajes de metal por plástico, goma u otros materiales de características similares.

e. Disminuir el ruido transmitido por las estructuras aislando las máquinas al suelo mediante conexiones flexibles.

- Acciones sobre el lugar del trabajo. Mejorar el acondicionamiento acústico del laboratorio mediante las siguientes actuaciones:

a. En el techo, sustituir las placas de escayola por placas absorbentes del ruido.

b. Revestir las paredes con materiales sintéticos y rugosos. Las superficies rugosas mejoran la absorción del ruido y la naturaleza sintética del revestimiento tiene como objeto facilitar su limpieza y desinfección.







7. CONCLUSIONES

La opinión de los trabajadores refleja que existe un ruido molesto para el trabajo diario del laboratorio. Las mediciones muestran que el nivel de ruido existente en el laboratorio no sobrepasan los límites establecidos en el RD 286/2006 a partir de los cuales es necesario realizar una acción, evaluación del puesto de trabajo o algún tipo de acción correctora, pero este ruido es “estable” y sobrepasa los niveles de 55 dBA, lo que produce un discomfort acústico que recomienda realizar alguna medida correctora que disminuya este ruido el cual perturba el mantenimiento del nivel de atención y la concentración.





8. BIBLIOGRAFÍA

NORMATIVA

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el reglamento de los servicios de prevención y sus modificaciones (Real Decreto 688/2005, Real Decreto 604/2006, Real Decreto 298/2009, Real Decreto 337/2010).

- Directiva 2003/10/CE del Parlamento Europeo y del Consejo 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).

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y su guía técnica correspondiente.

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido, que deroga el Real Decreto 1316/1989.

- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

- Norma EN-ISO 4869-2 Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos.

- BOE 1995 → BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, 269 del viernes 10 de noviembre de 1995. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Cortes 2002 → CORTÉS J.M. Técnicas de Prevención de Riesgos Laborales. Madrid: Editorial Tebar, 2002.

-OIT 1998 → ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). *Proyecto “Tecnología de la información, participación de los trabajadores y dialogo social”*. (INT/97/M01/ITA). Oficina Internacional del trabajo. Oficina de Actividades para los Trabajadores. Servicio de Seguridad y Salud en el trabajo: 1998. Disponible en Internet en el sitio del Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo: http://training.itcilo.it/actrav_cdrom2/es/osh/

- OMS 1948 → ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. *Constitución de la Organización Mundial de la Salud*. New York: 22 de julio de 1946. Disponible en Internet en el sitio de la OMS: <http://www.who.int/about/es/>.

Recuero 2002 → RECUERO, M. Contaminación acústica. Unidades didácticas. Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid. 2002.



9. ANEXO I (CUESTIONARIO TRABAJADORES)

Es necesario aclarar que este cuestionario no contiene preguntas directas para los trabajadores sino proposiciones para el técnico quien, antes de pronunciarse sobre ellas, tendrá que recabar los datos que considere necesarios y, en base a ellos, responder según su propio juicio.

Es importante que el técnico lea detenida y literalmente todas las preguntas que le indicarán en qué aspectos se tiene que fijar. Cualquier aclaración o comentario podrá anotarlo en el espacio reservado para ello.

Identificación del puesto

Empresa.....

Área

Puesto

Nº de puestos similares.....

Existen quejas previas de los trabajadores por el ruido.....

Otros datos

NOTA: En el cuestionario, las situaciones incorrectas se indican mediante un doble recuadro:

1. CARACTERÍSTICAS DE LA(S) TAREA(S) REALIZADA(S) (marque con una "x" la(s) casilla(s) correspondiente(s))

Descripción de la(s) tarea(s):

.....
.....
.....

- 1.1. El trabajo desarrollado implica altos niveles de atención
- 1.2. El trabajo desarrollado requiere tareas mentales o manuales de alta complejidad
- 1.3. El desarrollo habitual de la tarea exige una elevada discriminación auditiva

Por ejemplo:

- reconocimiento de conversaciones, sean directas (personal o presencial) o telefónicas, de señales de aviso o de alarma, atención al público
- reconocimiento de diferencias y variaciones de sonido, en tono o intensidad como, por ejemplo, afinación de instrumentos musicales
- reconocimiento de la posición de los sonidos o tonos como, por ejemplo, la localización de sonidos críticos en máquinas funcionando, averías, etc.

Comentarios:

.....
.....
.....

2. FUENTES DEL RUIDO (marque con una "x" la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 2.1. El ruido es producido por la tarea que realiza el propio trabajador

2.2. El ruido es producido por fuentes ajenas al trabajador
En caso afirmativo, rellene los apartados siguientes 2.2.1 hasta 2.2.6:

Ruido exterior

2.2.1. Es importante el ruido procedente del exterior (calle, tráfico, etc.)

SI NO

En caso afirmativo, pregunte al trabajador en qué momento de la jornada le resulta más molesto

.....
.....

Ruido de personas

2.2.2. Hay ruido molesto procedente de personas (conversaciones entre compañeros, público, etc.)

SI NO

Especificar en caso afirmativo

.....

Ruido de las instalaciones

2.2.3. Existe un sistema de ventilación/climatización ruidoso

SI NO

2.2.4. Existe reverberación en la sala que interfiera en la tarea

SI NO

Especificar en caso afirmativo (localización de las instalaciones, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Ruido de los equipos de trabajo

2.2.5. El puesto de trabajo está próximo a un proceso productivo ruidoso

SI NO

2.2.6. Existen equipos ruidosos para el desarrollo de la tarea (Impresoras, ordenadores, teléfonos, etc.)

SI NO

Especificar en caso afirmativo (localización de los equipos, tiempo de funcionamiento, etc.)

.....

Comentarios sobre las fuentes de ruido

.....
.....
.....

3. MANTENIMIENTO DE EQUIPOS-INSTALACIONES

3.1. Ausencia de un programa correcto de mantenimiento periódico de equipos e Instalaciones

SÍ NO

Comentarios

.....

4. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO (marque con una "x" la(s) casilla(s) correspondiente(s))

- 4.1. El nivel de ruido es constante y continuo en el tiempo
- 4.2. El nivel de ruido sufre grandes variaciones a lo largo de la jornada
- 4.3. Existe habitualmente ruido de Impactos (golpes)
- 4.4. Hay ruido aleatorio e inesperado en algún momento de la jornada que puede sobresaltar al trabajador
- 4.5. Existen ruidos de varios tipos combinados habitualmente
- 4.6. Existe algún tono o frecuencia del ruido predominante

Comentarios

.....

5. MOLESTIAS ⁽¹⁾ (RECOGER LA OPINIÓN DEL TRABAJADOR)

5.1. Al trabajador le molesta el ruido en su puesto de trabajo (marque con "x" la casilla correspondiente)

Mucho*	
Bastante*	
Regular*	
Poco*	
Nada	

En caso afirmativo* conteste a las siguientes preguntas: 5.1.1 y 5.1.2

5.1.1. Cuánto tiempo, a lo largo de su jornada laboral, el trabajador considera que el ruido es más molesto (marque con "x" la casilla correspondiente)

Siempre	
Más de media jornada	
Entre la media y la cuarta parte de la jornada	
Menos de la cuarta parte de la jornada	
Nunca	

Precise en qué momento y tarea(s) de la jornada laboral

.....

5.1.2. Señale las fuentes de ruido que le resulten más molestas al trabajador. En primer lugar ponga la que considere más molesta asignándole el número 1 a continuación la siguiente con el número 2 y así sucesivamente. No anote nada si el trabajador no siente ninguna molestia relacionada con alguna de estas fuentes.

- Ruido exterior
- Ruido procedente de personas
- Ruido de las instalaciones
- Ruido de equipos de trabajo

Comentarios

.....

.....

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

6. PERTURBACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN MENTAL⁽¹⁾
 (recoger la opinión del trabajador)

6.1. El ruido existente constituye un factor de distracción importante en el desarrollo de la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

6.2. El ruido le dificulta la concentración mental requerida en la(s) tarea(s)

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

Comentarios

.....

(1) Se recomienda un análisis y valoración de las molestias mediante índices acústicos (ver disposiciones legales y normas técnicas en el capítulo V).

7. INTERFERENCIA EN LA COMUNICACIÓN VERBAL⁽²⁾
 (recoger la opinión del trabajador)

7.1. Es necesario elevar el tono de voz para hacerse entender en el desarrollo de su trabajo

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.2. Es necesario forzar la atención por parte del receptor a la distancia habitual de trabajo para que resulte Inteligible una conversación mantenida con un tono de voz cómodo para el emisor

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

7.3. Los niveles de ruido impiden escuchar señales acústicas relevantes o entender mensajes por megafonía

Mucho	
Bastante	
Regular	
Poco	
Nada	

Comentarios

.....

(2) Se recomienda el análisis y valoración del efecto del ruido sobre la comunicación mediante el método SIL (Speech Interference Level) UNE-EN ISO 9921:2004.